

# RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire  
et de la radioprotection en France en | **2022** |



---

L'Autorité de sûreté nucléaire présente  
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire  
et de la radioprotection en France en 2022.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31  
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,  
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat  
et de l'Assemblée nationale, et transmis  
à l'Office parlementaire d'évaluation  
des choix scientifiques et technologiques  
en application de l'article précité.

---



# AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de société éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.



# MISSIONS

## RÉGLEMENTER

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

## AUTORISER

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

## CONTRÔLER

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, dite « loi TECV », les missions de l'ASN s'étendent à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Près de 1900 inspections ont ainsi été réalisées en 2022 dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations, etc.). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

## INFORMER

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias, etc.) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet *asn.fr* est le mode privilégié d'information de l'ASN.

## EN CAS DE SITUATION D'URGENCE

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangères de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

## UN CONTRÔLE D'ACTIVITÉS ET D'INSTALLATIONS DIVERSIFIÉES

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, fabrication et retraitement de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles, etc., l'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très varié.

Ce contrôle porte sur :

- 56 réacteurs nucléaires produisant 70 % de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 80 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- 35 installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

## LE RECOURS À DES EXPERTS

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de sept groupes permanents d'experts (GPE) placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

# FONCTIONNEMENT

## LE COLLÈGE

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président, désignés pour six ans<sup>(\*)</sup>.

<b>Bernard DOROSZCZUK</b> Président	<b>Sylvie CADET-MERCIER<sup>(*)</sup></b> Commissaire	<b>Géraldine PINA JOMIR</b> Commissaire	<b>Laure TOURJANSKY<sup>(*)</sup>(**)</b> Commissaire	<b>Jean-Luc LACHAUME<sup>(*)</sup></b> Commissaire
du 13 novembre 2018 au 12 novembre 2024	du 21 décembre 2016 au 9 décembre 2023	du 15 décembre 2020 au 9 décembre 2026	du 21 avril 2021 au 9 décembre 2023	du 21 décembre 2018 au 9 décembre 2026
DÉSIGNÉS PAR le Président de la République			DÉSIGNÉE PAR le Président du Sénat	DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

(\*) Le code de l'environnement, modifié par la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes, prévoit le renouvellement du collège de l'ASN à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans. Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 (codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire) a prévu les dispositions transitoires utiles et modifié la durée des mandats de trois commissaires.

(\*\*) Par décret du Président de la République en date du 21 avril 2021, Laure Tourjansky a été nommée commissaire pour la durée du mandat restant à courir de Lydie Évrard, appelée à d'autres fonctions.

## IMPARTIALITÉ

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instructions ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

## INDÉPENDANCE

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constaté par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

## LES SERVICES

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- **de services centraux, organisés par thématiques**, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions supports). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires ;
- **de 11 divisions territoriales**, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent le contrôle des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

# CHIFFRES CLÉS 2022

## PERSONNEL



**516**

agents

**85%**  
de cadres

**48%**  
de femmes

**329**  
inspecteurs

## ACTIONS DE L'ASN



**1868**

inspections dont 4%  
réalisées à distance

**239**

avis techniques de l'IRSN  
rendus à l'ASN

**19**

réunions plénières  
des groupes permanents  
d'experts

**2161**

décisions individuelles  
d'autorisation et  
d'enregistrement  
délivrées

**28508**

lettres de suite  
d'inspection  
disponibles sur [asn.fr](https://asn.fr)  
au 31 décembre  
2022

## BUDGET



**68,30** M€

de budget pour l'ASN  
(programme 181)

**85,5** M€

de budget de l'IRSN  
consacrés à l'expertise  
pour l'ASN

## INFORMATIONS



**600**

réponses aux sollicitations  
du public et des parties  
prenantes

**81**

notes  
d'information

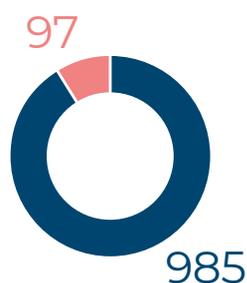
**11**

conférences  
de presse

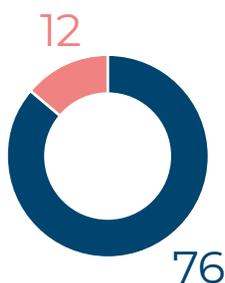
# CHIFFRES CLÉS 2022

## NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS CLASSÉS SUR L'ÉCHELLE INES<sup>(\*)</sup>

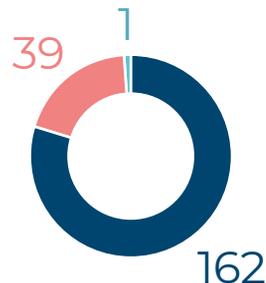
1 082  
événements dans  
les installations  
nucléaires de base



88  
événements dans  
le transport de substances  
radioactives



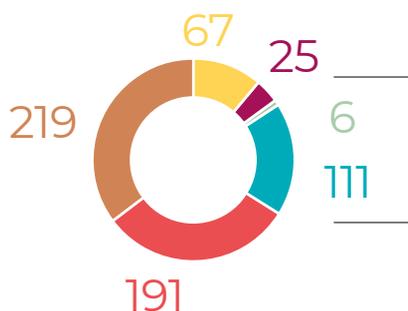
202  
événements dans  
le nucléaire de proximité  
(médical et industriel)



■ Niveau 0 ■ Niveau 1 ■ Niveau 2

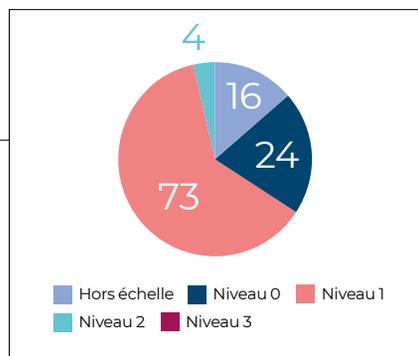
## NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DANS LE DOMAINE MÉDICAL<sup>(\*)</sup>

619  
événements significatifs par  
domaine d'exposition



■ Curiothérapie ■ Radiothérapie externe ■ Médecine nucléaire  
■ Scanographie ■ Radiologie conventionnelle et dentaire  
■ Pratiques interventionnelles radioguidées

117  
événements significatifs de radiothérapie  
externe et curiothérapie  
selon le classement sur l'échelle ASN-SFRO



■ Hors échelle ■ Niveau 0 ■ Niveau 1  
■ Niveau 2 ■ Niveau 3

\* L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) a été développée par l'AIEA afin d'expliquer au public l'importance d'un événement vis-à-vis de la sûreté ou de la radioprotection. Cette échelle est applicable aux événements survenant dans les INB et aux événements ayant des conséquences, potentielles ou réelles, sur la radioprotection du public et des travailleurs. Elle ne s'applique pas aux événements ayant un impact sur la radioprotection des patients, les critères habituellement utilisés pour classer les événements (dose reçue notamment) n'étant pas applicables dans ce cas.

Comme il était pertinent de pouvoir informer le public sur les événements de radiothérapie, l'ASN a développé, en lien étroit avec la Société française de radiothérapie oncologique, une échelle spécifique aux événements de radiothérapie (échelle ASN-SFRO).

Ces deux échelles couvrent un champ relativement large des événements de radioprotection, à l'exception des événements d'imagerie.

# ORGANIGRAMME<sup>(\*)</sup>

## COLLÈGE

**PRÉSIDENT**  
Bernard DOROSZCZUK

**COMMISSAIRES**  
Sylvie CADET-MERCIER    Géraldine PINA JOMIR  
Jean-Luc LACHAUME    Laure TOURJANSKY

**CHEFFE DE CABINET**  
Sylvie RODDE

**COMMISSION  
DES SANCTIONS**  
**PRÉSIDENT**  
Maurice MÉDA

## DIRECTION GÉNÉRALE

**DIRECTEUR GÉNÉRAL**  
Olivier GUPTA

### DIRECTEURS GÉNÉRAUX ADJOINTS

Pierre BOIS  
Julien COLLET  
Daniel DELALANDE

**INSPECTEUR EN CHEF**  
Christophe QUINTIN

**DIRECTEUR DE CABINET**  
Vincent CLOÛTRE

**DÉONTOLOGUE**  
Alain DORISON

**MISSION EXPERTISE  
ET ANIMATION**  
Adeline CLOS

**MISSION DE SOUTIEN  
AU CONTRÔLE**  
Julien HUSSE

**SECRETARIAT  
GÉNÉRAL**  
Jean-Patrick  
GOUDALLE

## DIRECTIONS

**CENTRALES NUCLÉAIRES**  
Rémy CATTEAU

**ÉQUIPEMENTS SOUS  
PRESSION NUCLÉAIRES**  
Corinne SILVESTRI

**DÉCHETS, INSTALLATIONS  
DE RECHERCHE ET DU CYCLE**  
Cédric MESSIER

**TRANSPORT ET SOURCES**  
Fabien FÉRON

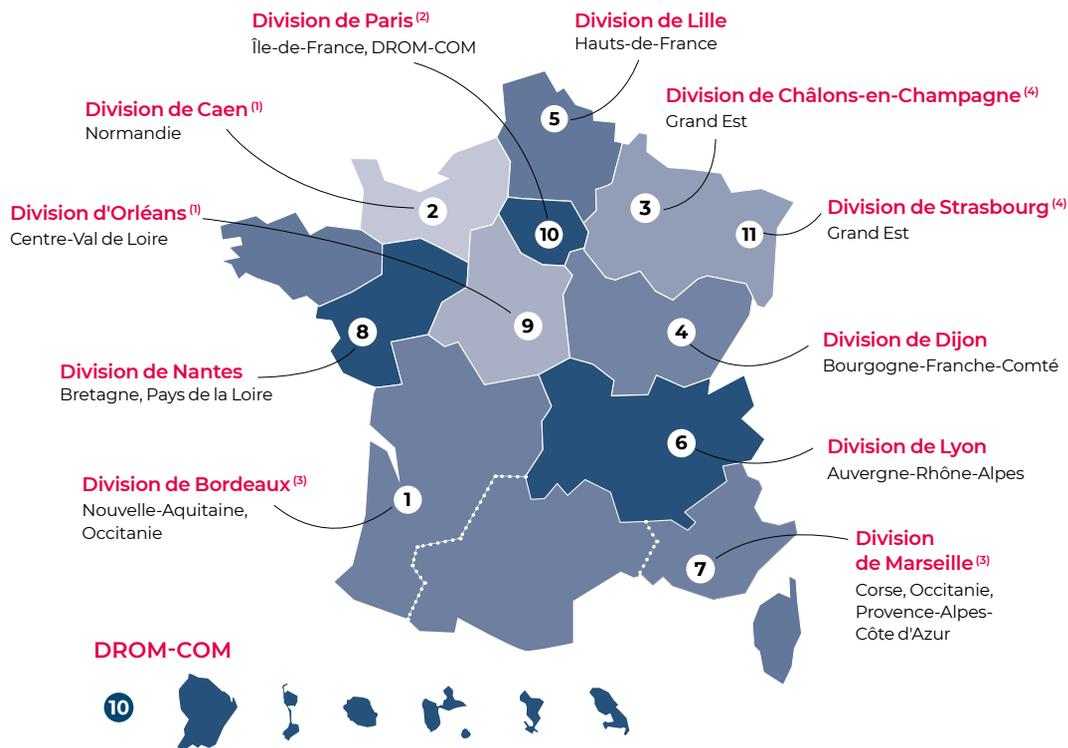
**RAYONNEMENTS IONISANTS  
ET SANTÉ**  
Carole ROUSSE

**ENVIRONNEMENT ET  
SITUATIONS D'URGENCE**  
Olivier RIVIÈRE

**RELATIONS INTERNATIONALES**  
Luc CHANIAL

**AFFAIRES JURIDIQUES**  
Olivia LAHAYE

**INFORMATION, COMMUNICATION  
ET USAGES NUMÉRIQUES**  
Clémence PICART



- (1) Les divisions de Caen et Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des seules INB.
- (2) La division de Paris intervient en Martinique, Guadeloupe, Guyane, Mayotte, Réunion, Saint-Pierre-et-Miquelon.
- (3) Les divisions de Bordeaux et Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Occitanie.
- (4) Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Grand Est.

## DIVISIONS

**1**  
**BORDEAUX**  
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE  
Alice-Anne MÉDARD  
CHEF DE DIVISION  
Simon GARNIER

**2**  
**CAEN**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Olivier MORZELLE  
CHEF DE DIVISION  
Gaëtan LAFFORGUE

**3**  
**CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Hervé VANLAER  
CHEF DE DIVISION  
Mathieu RIQUART

**4**  
**DIJON**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Jean-Pierre LESTOILLE  
CHEF DE DIVISION  
Marc CHAMPION

**5**  
**LILLE**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Julien LABIT  
CHEF DE DIVISION  
Rémy ZMYSLONY

**6**  
**LYON**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Jean-Philippe DENEUVY  
CHEFFE DE DIVISION  
Nour KHATER

**7**  
**MARSEILLE**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Sébastien FOREST  
CHEF DE DIVISION  
Bastien LAURAS

**8**  
**NANTES**  
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE  
Anne BEAUVAL  
CHEFFE DE DIVISION  
Émilie JAMBU

**9**  
**ORLÉANS**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Hervé BRÛLÉ  
CHEF DE DIVISION  
Arthur NEVEU

**10**  
**PARIS**  
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE  
Emmanuelle GAY  
CHEFFE DE DIVISION  
Agathe BALTZER

**11**  
**STRASBOURG**  
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL  
Hervé VANLAER  
CHEFFE DE DIVISION  
Camille PERIER

\* Au 1<sup>er</sup> mars 2023.

---

Compétence  
Indépendance  
Rigueur  
Transparence

---



[asn.fr](http://asn.fr)



[info@asn.fr](mailto:info@asn.fr)

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux



# SOMMAIRE

ÉDITORIAL DU COLLÈGE p. 2 • ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL p. 8 • FAITS MARQUANTS 2022 p. 11  
LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN p. 18 • ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES p. 30  
LE PANORAMA RÉGIONAL DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION p. 36

- |                     |   |                         |  |
|---------------------|---|-------------------------|--|
| <b>01</b><br>p. 102 | Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement | <b>08</b><br>p. 242     | Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources |
| <b>02</b><br>p. 122 | Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle      | <b>09</b><br>p. 272     | Le transport de substances radioactives  |
| <b>03</b><br>p. 148 | Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants            | <b>10</b><br>p. 290     | Les centrales nucléaires d'EDF   |
| <b>04</b><br>p. 172 | Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles                                   | <b>11</b><br>p. 324     | Les installations du « cycle du combustible nucléaire »  |
| <b>05</b><br>p. 184 | L'information des publics   | <b>12</b><br>p. 334     | Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses  |
| <b>06</b><br>p. 196 | Les relations internationales   | <b>13</b><br>p. 340     | Le démantèlement des installations nucléaires de base  |
| <b>07</b><br>p. 210 | Les utilisations médicales des rayonnements ionisants   | <b>14</b><br>p. 362     | Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués   |
|                     |   | <b>ANNEXE</b><br>p. 382 | Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022   |



## AVIS AU LECTEUR

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.

Seules les actualités réglementaires de l'année 2022 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur [asn.fr](http://asn.fr), rubrique « L'ASN réglemente ».

# 2022, UNE ANNÉE ET UN CONTEXTE HORS NORME

Montrouge, le 7 mars 2023

En 2022, la sûreté des installations nucléaires, ainsi que la radioprotection dans les secteurs industriel, médical et du transport de substances radioactives se sont maintenues à un niveau satisfaisant. Toutefois, l'année 2022 a été marquée par des aléas sur les installations nucléaires jamais rencontrés jusqu'alors ainsi que par un épisode caniculaire intense. Ces événements ont, à nouveau, mis en évidence les besoins de maintien de marges pour la sûreté et d'anticipation des enjeux, y compris pour faire face aux situations exceptionnelles liées au changement climatique.

L'année 2022 a aussi été celle des débats engagés sur le mix énergétique français et sur les nouvelles perspectives nucléaires, qu'il s'agisse de poursuite de fonctionnement des installations existantes ou de nouvelles installations. Ils s'inscrivent dans le contexte de la guerre en Ukraine et de tensions internationales, qui renforcent les enjeux de souveraineté énergétique et de réindustrialisation.

Dans ce contexte, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) estime que les réflexions menées dans le cadre de la préparation de la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) devraient aborder le nucléaire dans son ensemble (production d'origine nucléaire, fonctionnement et avenir du « cycle du combustible », gestion des déchets associés), de manière systémique, afin de pouvoir anticiper globalement les enjeux de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement, y compris ceux liés au changement climatique, dans une vision à moyen et long terme et faire en sorte que ces enjeux soient intégrés au cœur des décisions publiques.

De gauche à droite :

**Géraldine PINA JOMIR**, Commissaire  
**Jean-Luc LACHAUME**, Commissaire  
**Sylvie CADET-MERCIER**, Commissaire  
**Bernard DOROSZCZUK**, Président  
**Laure TOURJANSKY**, Commissaire



### **Un phénomène inattendu de corrosion sous contrainte sur le parc nucléaire qui rappelle le besoin de marges pour la sûreté**

En 2022, le nombre et la durée des arrêts de réacteurs ont été sans précédent. Cette situation était pour partie prévisible compte tenu des opérations dues au « grand carénage » du parc nucléaire décidé par EDF et aux conséquences du report de certaines opérations de maintenance liées à la crise sanitaire. Elle a été aggravée par la découverte, lors de contrôles périodiques, d'un phénomène de corrosion sous contrainte sur des soudures du circuit d'injection de sécurité, inédit sur le parc international des réacteurs à eau sous pression.

Face à ce phénomène inattendu, EDF, en sa qualité de premier responsable de la sûreté, a décidé d'arrêter ou de prolonger l'arrêt d'une quinzaine de réacteurs de tout palier pour effectuer des contrôles

complémentaires et engager un important plan d'investigation. Cela a permis d'identifier les principaux facteurs d'apparition de la corrosion sous contrainte et de déterminer les réacteurs les plus sensibles au phénomène, à savoir les quatre réacteurs de type N4 et les douze réacteurs de type P4. Sur cette base, EDF a proposé une stratégie de contrôle priorisée à déployer progressivement sur tous les réacteurs du parc en fonctionnement. L'ASN a estimé cette stratégie appropriée et a souligné qu'elle pourrait être révisée en tenant compte des connaissances nouvelles.

EDF a décidé de privilégier le remplacement systématique, d'ici fin 2023, des tuyauteries considérées comme sensibles au phénomène sur les seize réacteurs susceptibles d'être les plus affectés. Ce choix est favorable vis à vis de la sûreté ; il s'inscrit toutefois dans un contexte déjà tendu en matière de charge de travail sur les segments industriels concernés.





### **Un été marqué par une canicule et une sécheresse exceptionnelles qui n'ont pas eu d'impact sur la sûreté nucléaire**

L'été 2022 a été marqué par une canicule et une sécheresse exceptionnelles qui ont conduit l'ASN, pour la première fois depuis 2003, à prendre des décisions permettant de déroger aux prescriptions de rejets thermiques et de maintenir en fonctionnement cinq réacteurs. Cette situation n'a pas eu de conséquence sur la sûreté nucléaire. La surveillance de l'environnement a été spécifiquement renforcée pour être en mesure de détecter au plus tôt une éventuelle dégradation du milieu. Le premier bilan de cette surveillance, réalisé fin 2022, n'a pas mis en évidence d'impact sur l'environnement à l'aval des installations.

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la fréquence des épisodes extrêmes de cet été pourrait être doublée voire triplée à l'horizon 2050. La gestion de leurs conséquences nécessitera une consolidation des connaissances scientifiques sur les conséquences environnementales des rejets et des prélèvements en eau, ainsi qu'une anticipation des enjeux globaux à long terme.

### **Un contexte de guerre en Ukraine qui fragilise les responsabilités en matière de sûreté**

Concernant la situation des installations nucléaires en Ukraine, l'ASN a privilégié, avec ses homologues européennes, une évaluation commune des conséquences radiologiques d'un éventuel scénario accidentel. Les travaux de renforcement des installations nucléaires à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) ont contribué à renforcer la robustesse de la centrale nucléaire de Zaporijia (Ukraine), notamment pour ce qui concerne le risque de perte des alimentations électriques externes. Toutefois, les installations nucléaires ne sont pas conçues pour résister à des actes de guerre.

L'ASN estime qu'il est fondamental qu'en toute circonstance l'exploitant d'une installation puisse assurer son rôle de premier responsable de la sûreté, notamment en maîtrisant la chaîne de décision, et que les opérateurs puissent agir sans subir de pression physique et psychologique, à la fois pour la gestion de la sûreté au quotidien ou face à une éventuelle situation accidentelle. De plus, l'ASN rappelle que l'Autorité de sûreté nucléaire ukrainienne (*State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine – SNRIU*), légalement chargée du contrôle de la sûreté nucléaire, doit être à même d'exercer sa mission sans entrave.

### **La mise en service de l'EPR qui reste conditionnée aux dernières étapes à franchir**

EDF s'est fortement mobilisée sur le site de Flamanville en 2022 dans les dernières activités à réaliser avant la mise en service, pour la requalification de l'installation après les modifications et les réparations effectuées. Toutefois, l'ASN souligne qu'un travail important reste à faire, en amont de la mise en service, pour réaliser la dernière campagne d'essais à chaud sur site et par ailleurs, pour terminer les justifications de la conformité des équipements sous pression nucléaires.

À la demande de l'ASN, EDF a réalisé des analyses approfondies afin d'identifier les causes des anomalies affectant le combustible et le cœur constatées dans les premiers réacteurs EPR à l'étranger, ainsi que leurs conséquences sur la sûreté. En particulier, EDF a tiré les enseignements sur la conception des assemblages de combustible, qui seront intégrés à partir du premier chargement en réacteur, pour prévenir le risque de perte d'intégrité du combustible. Par ailleurs, EDF étudie la conception d'un dispositif afin de se prémunir des phénomènes hydrauliques constatés dans les premiers réacteurs.

L'ASN rappelle que des analyses sont encore nécessaires pour justifier la conception de certains équipements importants pour la sûreté, notamment la fiabilité des soupapes du pressuriseur, ainsi que la performance de la filtration de l'eau réinjectée depuis le fond du bâtiment réacteur en situation d'accident.

### **Des projets de petits réacteurs innovants qui soulèvent des questions de sûreté inédites**

Dans le contexte d'objectif de production d'énergie décarbonée, les *Small Modular Reactors (SMR)* font l'objet d'un fort engouement dans le monde, notamment des pays non nucléarisés. Cet engouement ne doit pas occulter les questions de sécurité et de sûreté nucléaires qui se posent pour ces réacteurs. Elles doivent être placées au même niveau que les préoccupations de production d'électricité décarbonée. En particulier, le déploiement de ces petits réacteurs pour différents usages pourrait conduire à leur implantation dans des zones industrielles ou des agglomérations, soulevant des questions spécifiques comme la maîtrise, par l'exploitant, des risques de malveillance et de prolifération des matières nucléaires.

De surcroît, le déploiement de ces petits réacteurs nécessitera non seulement une chaîne industrielle pour leur construction, mais aussi le développement et la mise en place d'une gestion spécifique des combustibles usés et des déchets qui n'existent pas aujourd'hui.

Enfin, le niveau d'exigence de sûreté à fixer dans un contexte de forte volonté d'harmonisation internationale est un sujet de débat. Pour l'ASN, le niveau à retenir ne devrait pas se limiter à viser un équivalent à la génération 3 des réacteurs actuels (EPR en France) mais à exploiter les potentialités d'amélioration offertes par ce type de réacteur.

En 2022, l'ASN a poursuivi ses échanges avec plusieurs entreprises françaises développant des projets de SMR de différentes technologies. À l'initiative de l'ASN, les autorités de sûreté française, finlandaise et tchèque ont engagé, avec leurs appuis techniques respectifs, l'examen préliminaire des principales options de sûreté du projet Nuward porté par EDF. Les conclusions de leur évaluation conjointe seront partagées avec les autorités de sûreté européennes dans le cadre de l'initiative communautaire sur le développement des SMR lancée en 2021 par l'Union européenne. Pour l'ASN, ce type d'initiative concrète sur des conceptions de réacteurs à maturité suffisante constitue une étape indispensable pour une meilleure convergence des exigences de sûreté pour les SMR.

### **Des fragilités sur les usines du « cycle du combustible » qui restent une préoccupation pour l'ASN**

Les fragilités constatées en 2021 sur les usines du « cycle du combustible » restent une préoccupation pour l'ASN malgré les progrès constatés. Les actions des exploitants pour améliorer la robustesse opérationnelle de leurs ateliers, dont chacun est souvent un maillon unique dans une chaîne de traitement, doivent se poursuivre.

L'ASN rappelle, face à cette situation, l'importance de disposer au plus tôt de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés répondant aux standards de sûreté les plus récents, afin de répondre à la problématique de saturation des capacités actuelles. La densification des piscines existantes ne saurait, sur la durée, se substituer au projet de piscine d'entreposage centralisé présenté par EDF.

De manière générale, la gestion des combustibles usés soulève des questions d'anticipation de court, moyen et long termes qui présentent chacune, de forts enjeux de sûreté. L'ASN réaffirme qu'à court terme, la question de la poursuite ou non de la stratégie de retraitement actuelle devrait être tranchée pour pouvoir disposer de suffisamment de marges pour la sûreté au regard du choix qui sera fait. Quelle que soit la décision prise, il faudra en anticiper les conséquences d'au moins une dizaine d'années.

Cette décision devrait être précédée d'une réflexion stratégique d'ensemble sur l'avenir du « cycle du combustible ». À cet égard, l'ASN suggère que soit engagé un travail de réflexion pluraliste sur les futurs possibles du « cycle du combustible » et les déchets associés, semblable à celui réalisé par le Réseau de transport d'électricité (RTE) sur les futurs énergétiques à l'horizon 2050.

### **Des opérations de démantèlement et de reprise et conditionnement des déchets qui exigent une meilleure lisibilité**

Les démantèlements sont des opérations complexes, qui s'étendent en général sur plusieurs décennies. L'ASN est vigilante à l'avancement des différentes étapes à franchir dans les années à venir et souhaite donner de la visibilité à ces étapes. Dans le cadre du contrôle mis en place sur les projets complexes, elle a dressé, et présente désormais dans ce rapport, un « observatoire de la reprise et de conditionnement des déchets (RCD) et du démantèlement ». Les projets prioritaires y sont présentés: pour la RCD, ce sont les opérations concernant les déchets qui présentent le terme source le plus important ou des enjeux de sûreté spécifiques; pour les démantèlements, ce sont les installations pour lesquelles des jalons importants doivent être franchis dans les cinq à dix prochaines années. Ces projets prioritaires feront désormais l'objet d'une démarche spécifique de suivi par phase ou par jalon de projet.

### **Une étape importante du projet Cigéo qui ouvre une période d'instruction durant laquelle la concertation doit se poursuivre**

Le projet de stockage géologique pour les déchets de haute et moyenne activité à vie longue, Cigéo, a franchi une étape importante avec le dépôt, par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation en janvier 2023.





L'ASN a poursuivi, en 2022, le long travail technique préalable au dépôt de ce dossier d'une ampleur considérable. Elle a aussi contribué activement au travail réalisé sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) pour définir les modalités de poursuite de la concertation autour du projet durant les années à venir : elle comportera des ateliers avec les parties prenantes les plus concernées par le projet, de manière à garantir la prise en compte de toutes les questions techniques qui suscitent des attentes.

### **Une culture de la radioprotection médicale et industrielle qui doit être entretenue**

En 2022, le niveau de radioprotection s'est maintenu à un niveau satisfaisant dans le domaine médical. Ce domaine, dans lequel les enjeux de radioprotection sont particulièrement importants, connaît une forte tension, en particulier sur les moyens humains, qui s'est accentuée ces deux dernières années. Cela a conduit à la mise en place de nouvelles organisations de travail, notamment multi-sites ou faisant appel à des intervenants extérieurs. L'ASN est particulièrement vigilante à ce que ces nouvelles organisations n'engendrent pas un recul de la radioprotection des travailleurs. Ces situations inédites, comme un changement complet de l'équipe médicale, doivent être anticipées, notamment dans la conduite du changement et les procédures d'habilitation au poste de travail.

La connaissance et la bonne adhésion aux exigences de radioprotection sont bien présentes dans les équipes spécialisées dans les techniques utilisant les rayonnements ionisants. Toutefois, les observations de ces quatre dernières années montrent que cette culture de la radioprotection reste perfectible dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, pour lesquelles la formation des personnels à la radioprotection des patients et des travailleurs peine à progresser. D'autre part, le retour d'expérience d'événements anciens est parfois oublié. Ainsi des erreurs d'étalonnage en radiothérapie externe ont été de nouveau relevées en 2022, malgré l'existence d'événements similaires ayant fait l'objet de fiches de *Retour d'expérience* de l'ASN partagées au sein de la profession. Ce constat existe dans d'autres domaines, comme celui de la gammagraphie industrielle où ont été constatées à nouveau des mauvaises pratiques dans la gestion de situation de blocage de source. Ces événements nous rappellent que la culture

de radioprotection n'est jamais acquise, mais doit être entretenue pour éviter la perte de compétence et d'expérience en cas d'événement inattendu ou indésirable.

Dans le cadre du deuxième plan d'action 2018-2022 pour la maîtrise des doses délivrées aux patients, l'ASN promeut toutes les actions susceptibles de concourir à la mise en œuvre des principes de justification et d'optimisation, tant pour les activités de routine que pour la mise en place des innovations technologiques ou de nouvelles pratiques. Au titre de ces principes, l'ASN insiste sur l'importance et la plus-value des audits cliniques externes par les pairs, en particulier dans les domaines à fort enjeu. De même, compte tenu de la part importante des traitements par radiothérapie en oncologie et de l'amélioration de la survie, l'ASN rappelle la nécessité de la mise en place de registres de suivi pour les patients ayant bénéficié de traitement par radiothérapie pour permettre une meilleure évaluation des effets radio-induits à long terme, en particulier pour les nouvelles pratiques (hypofractionnement, flash-thérapie).

### **Des démarches innovantes et partenariales du Codirpa qui se poursuivent**

Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa) a publié son rapport de recommandations au Premier ministre sur l'alimentation dans un territoire contaminé par un accident nucléaire autour d'une centrale, recommandations appuyées sur un travail de terrain mené avec des panels de riverains. Il a également poursuivi ses travaux sur la gestion de situations post-accidentelles autour d'installations autres que des centrales, ainsi que ses travaux sur la gestion de déchets.

Le travail engagé dans le cadre du mandat donné par le Premier ministre au Codirpa sur la culture de sécurité et de radioprotection des populations a amené ses membres à se mobiliser collectivement, le 13 octobre 2022, en cohérence avec la Journée internationale pour la réduction des risques de catastrophes de l'Organisation des Nations unies (ONU). Cette mobilisation a pour objectif de préparer les populations aux bons réflexes pour faire face aux risques nucléaires. L'ASN, avec l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli) et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), a coordonné les actions des différents acteurs du Codirpa.

## Un nouveau plan stratégique<sup>(1)</sup> pour l'ASN qui prend en compte un contexte en mutation

L'année 2022 a été marquée par l'adoption, par l'ASN, de son nouveau plan stratégique à cinq ans.

Après une décennie marquée par le « post-Fukushima », de nouvelles perspectives de long terme pour le nucléaire se dessinent. Elles sont principalement portées par le besoin d'accélérer la décarbonation de l'économie et par les enjeux de souveraineté. Ce nouveau contexte s'accompagne d'innovations et d'initiatives pour le développement de nouveaux types de réacteurs qui poussent les régulateurs à s'interroger sur leur mode de collaboration.

Les questions de sûreté seront au centre des débats et supposeront, de la part de l'ASN, une capacité à expliquer et à faire en sorte que les enjeux de sûreté et de radioprotection soient anticipés par l'ensemble des acteurs, tant pour les nouvelles constructions, que pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs, la gestion du « cycle du combustible » ou la gestion des déchets, dans le système nucléaire dans son ensemble.

Ces nouvelles perspectives renforceront la nécessité pour l'ASN de cultiver la concertation et le pluralisme, et de contribuer, outre ses missions de contrôle, au développement d'une culture de la sécurité et de la radioprotection au sein de la population.

Dans la période à venir, l'ASN devra faire face à un nombre de dossiers de demande de création d'installations inédit dans les années récentes, tout en restant mobilisée sur les installations en fonctionnement ou en démantèlement, ainsi que sur les activités médicales, industrielles et de transport de substances radioactives.

Dans ce contexte général, l'ASN a défini quatre axes qui structureront sa stratégie dans les cinq années à venir :

- 1/ **dire et faire partager sa vision à court, moyen et long termes des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement**, pour le système nucléaire dans son ensemble;
- 2/ **renforcer la connaissance des risques et être porteur, avec les autres acteurs concernés, d'une culture de sécurité et de radioprotection** pour répondre aux attentes et aux besoins de la société, dans un monde plus exigeant mais aussi plus fracturé;
- 3/ **adapter notre contrôle à un nouveau contexte**, en affirmant notre recentrage sur les activités et installations à forts enjeux, et en renforçant nos actions sur la gestion des projets;
- 4/ et enfin, **réussir les transformations internes pour être plus attractif et efficace**.

Face à ces enjeux, l'ASN devra disposer de moyens complémentaires adaptés ainsi que d'une capacité renforcée de gestion autonome de ces moyens, à l'instar de ses homologues à l'étranger. ■

1. Le plan stratégique pluriannuel 2023-2027 est disponible sur [asn.fr](https://asn.fr).

# UN CONTRÔLE À LA HAUTEUR DES ENJEUX

Montrouge, le 7 mars 2023

2022 a été une année charnière pour le nucléaire en France, avec l'annonce par le Président de la République d'un programme de construction de nouveaux réacteurs et du souhait que les centrales actuelles poursuivent leur fonctionnement; année charnière plus généralement à l'échelle européenne, avec une crise énergétique sans précédent qui a achevé de faire basculer le nucléaire dans une nouvelle ère.

Les responsables d'autorités de sûreté nucléaire d'Europe ont rappelé, dans une déclaration commune, l'importance de la sûreté nucléaire dans ce nouveau contexte. Ils appellent chacun des acteurs à exercer pleinement ses responsabilités en la matière, qu'il s'agisse des gouvernements, des industriels ou des autorités de contrôle elles-mêmes.

Il incombe à ces dernières de prendre des décisions équilibrées. À cette fin, le dialogue technique approfondi entre l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), appuyée le cas échéant par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), et les industriels est le meilleur garant de l'obtention d'un haut niveau de sûreté tenant compte des réalités industrielles.

Plus que jamais dans la période actuelle, il est essentiel de disposer d'un contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection indépendant, à la hauteur des enjeux.

Olivier Gupta



### **L'importance de la sûreté nucléaire dans le contexte actuel de crise énergétique : un appel à une vigilance collective**

La situation de crise énergétique que nous connaissons en France, qui est aussi celle de beaucoup d'autres pays notamment en Europe, mérite une attention particulière du point de vue de la sûreté nucléaire. Cette question a été débattue au sein de l'association WENRA, qui rassemble les responsables d'autorités de sûreté d'Europe.

Avec l'accroissement des préoccupations relatives à l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité, ainsi que la nécessité de limiter le changement climatique, de nombreux pays se tournent à nouveau vers le nucléaire, que ce soit par la prolongation de l'exploitation de centrales existantes ou par la construction de nouveaux réacteurs.

Cette situation peut, compte tenu de l'urgence à disposer de capacités de production électrique, conduire à mettre en tension différents acteurs, en particulier les industriels ou les autorités de contrôle, au détriment de la qualité de réalisation des projets. Dans une déclaration commune, ces autorités, dont l'ASN, ont émis plusieurs recommandations pour limiter ce risque :

- d'abord, les décisions de politique énergétique doivent être prises avec suffisamment d'anticipation, en tenant compte des délais de réalisation des projets industriels, et être stables dans le temps. Ces deux éléments sont importants, car l'absence de visibilité et de stabilité est préjudiciable à la sûreté ;
- ensuite, les gouvernements et l'ensemble des parties prenantes doivent reconnaître que ce sont les exploitants qui sont les premiers responsables de la sûreté nucléaire : il ne faut pas les déposséder de

cette responsabilité. Il leur incombe donc de bâtir des démonstrations de sûreté relatives à l'exploitation de leurs installations ou à leurs projets nouveaux, et de le faire dans des délais permettant une instruction par les autorités de sûreté dans de bonnes conditions ;

- enfin, l'indépendance des autorités de sûreté est essentielle dans la période actuelle. Celles-ci doivent travailler de façon efficace et rendre leurs décisions dans des délais appropriés.

Comme on le voit, chacun de ces acteurs a un rôle à jouer dans l'obtention du haut niveau de sûreté que les citoyens sont en droit d'exiger à l'aube d'un nouveau programme nucléaire.

### **Trouver un juste équilibre dans la décision par le dialogue technique approfondi**

Comme souvent dans un contexte de développement du nucléaire – c'était déjà le cas à la fin des années 1970 lors de la construction des réacteurs existants – des questionnements ont pu se faire entendre en 2022 sur le niveau d'exigence potentiellement excessif des autorités de sûreté en général, et de l'ASN en





particulier. Simultanément, certains ont pu exprimer la crainte d'une « mise sous pression » de l'ASN.

Dans ce contexte, il importe de rappeler comment les décisions de l'ASN sont prises : elles le sont de façon collégiale – autrement dit elles ne sont pas le fait d'une seule personne – et elles sont prises à l'issue d'un processus d'instruction qui fait une large place au dialogue technique avec les industriels et responsables d'activités nucléaires.

Au cours de ce dialogue technique, les possibilités d'amélioration de la sûreté sont explorées à l'aune de ce qui est raisonnablement possible. L'état de l'art sur le sujet considéré, incluant le retour d'expérience international, est à cet effet examiné. Le dialogue porte non seulement sur les questions de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement mais aussi sur la faisabilité technique et industrielle ainsi que les délais de mise en œuvre.

Au-delà du dialogue avec les industriels, les exploitants ou les responsables d'activités nucléaires, le processus de décision de l'ASN inclut des consultations larges. Sur les sujets les plus importants, l'ASN peut demander l'avis des groupes permanents d'experts placés auprès d'elle. Constitués d'experts expérimentés issus d'organismes de sûreté français et étrangers, mais aussi d'industriels, d'universitaires et d'experts non institutionnels, ils permettent un débat riche et une capacité de recul par rapport aux conclusions des expertises – que celles-ci émanent de l'ASN ou de l'IRSN – et aux arguments des industriels. L'avis rendu par les groupes permanents d'experts fait, à de rares exceptions près, l'objet d'un consensus de ses membres.

La pratique de ce dialogue technique approfondi est un atout tant pour la sûreté que pour le développement de technologies innovantes, telles que les *Small Modular Reactors* (SMR) ou *Advanced Modular Reactors* (AMR). Comme le dialogue s'établit très en amont des procédures réglementaires, il permet à l'ASN d'éclairer le porteur de projet sur les choix en matière de sûreté, dès les premières réflexions sur un nouveau projet d'installation. Le dialogue est itératif, c'est-à-dire que l'industriel présente de premières options, au stade des études préliminaires de conception. Ainsi, il peut être indiqué très en amont si telle

option envisagée risque de conduire à une impasse, et éviter que l'industriel perde du temps. En outre, ce dialogue sécurise les industriels en leur donnant de la visibilité sur le référentiel de sûreté applicable. Surtout, il favorise la bonne prise en compte des questions de sûreté à chaque étape des projets.

### **Une organisation du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à la hauteur des enjeux**

Dans le contexte actuel, disposer d'un contrôle indépendant et fondé sur le dialogue technique est particulièrement important.

L'ASN dispose déjà en interne d'un solide socle de compétences lui permettant de conduire ce dialogue technique. La compétence – une des quatre valeurs de l'ASN – s'acquiert par un recrutement à haut niveau, un parcours de formation initiale systématique dont peu d'institutions disposent, et des parcours de carrière permettant aux personnels de s'inscrire dans la durée pour développer leur expérience en matière de contrôle.

Ces compétences, dont certaines peuvent être qualifiées d'expertise, permettent à l'ASN de prendre, sans recours à des appuis externes, une part importante de ses décisions. Il importe de préserver et même de renforcer cette capacité, car c'est bien sur la science et la technique que repose la crédibilité des décisions de l'ASN : l'existence d'un continuum entre expertise et décision est donc déjà, dans la réalité, un élément incontournable du système de contrôle actuel.

Le Gouvernement a annoncé, début février 2023, son intention de faire évoluer l'organisation du contrôle pour renforcer son indépendance et les compétences de l'ASN. À l'heure où j'écris ces lignes, cette proposition est encore en discussion au Parlement.

Quelle que soit l'organisation du contrôle qui sera finalement retenue, les personnels en fonction à l'ASN et les personnels de l'IRSN continueront de travailler ensemble, en poursuivant le même objectif de protection des personnes et de l'environnement. Je sais pouvoir compter sur leur engagement pour poursuivre la mission que nos concitoyens attendent d'eux. ■

# FAITS MARQUANTS 2022

PAGE  
12

**Phénomène de corrosion sous contrainte affectant des réacteurs du parc nucléaire français**

---

PAGE  
14

**Impact de la canicule et de la sécheresse de l'été 2022 sur les centrales nucléaires**

---

PAGE  
16

**L'ASN se mobilise dans le cadre de la guerre en Ukraine**

---

# Phénomène de corrosion sous contrainte affectant des réacteurs du parc nucléaire français

La présence de fissures par corrosion sous contrainte a constitué l'événement majeur rencontré par le parc électronucléaire français en 2022. Cet événement inattendu a conduit EDF à mobiliser d'importants moyens pour en identifier les causes et procéder aux réparations. L'ASN considère qu'EDF a agi de manière réactive et responsable face à cet événement à fort enjeu de sûreté touchant une part importante de ses réacteurs.

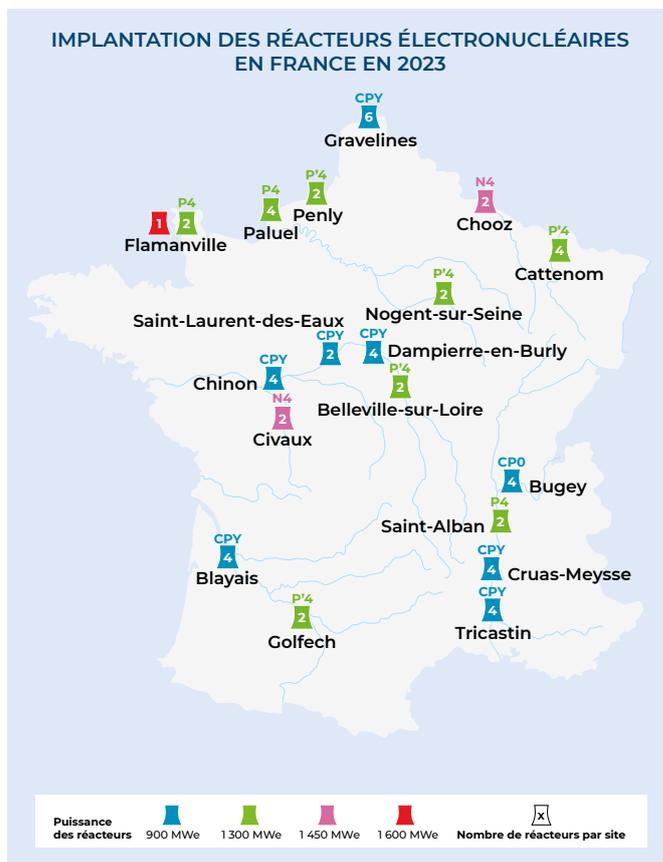
Cette situation illustre les difficultés que pourrait connaître l'approvisionnement en électricité en cas de problème générique concernant simultanément plusieurs réacteurs. L'ASN avait souligné dès 2013 la nécessité de disposer de marges suffisantes dans le système électrique afin de pouvoir faire face à un événement de ce type.

En fin d'année 2021, EDF a informé l'ASN de la découverte de fissures liées à un phénomène de corrosion sous contrainte (CSC), sur les tuyauteries du système d'injection de sécurité (RIS) du circuit primaire principal du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Civaux (réacteur de type N4), puis sur celui du réacteur 1 de celle de Penly (réacteur de type P'4). Bien que la CSC soit un phénomène connu, qui était déjà survenu sur d'autres composants du parc nucléaire français, ce type de fissure n'était pas attendu sur ces lignes. En effet, celles-ci sont réalisées en acier inoxydable réputé résistant à ce type de dégradation.

Ce phénomène, en conduisant à la fissuration du matériau sur la paroi interne des tuyauteries, les fragilise mécaniquement. Il est ainsi susceptible de conduire à la rupture des circuits d'injection de sécurité (RIS) ou de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) en cas de sollicitation mécanique importante. Cette situation a conduit EDF à mettre à l'arrêt ses quatre réacteurs de type N4, jugés les plus sensibles, et à anticiper l'arrêt de plusieurs réacteurs pour réaliser des contrôles.

Ces fissures sont particulièrement difficiles à détecter. EDF a développé en 2022 un nouveau procédé de contrôle notamment par ultrason, permettant de mesurer la profondeur des fissures.

Durant le premier semestre 2022, EDF a engagé un programme approfondi de contrôle et d'expertise<sup>(1)</sup> sur les différents types de réacteur<sup>(2)</sup>. Ce programme lui a permis d'identifier la géométrie des tuyauteries et les contraintes thermomécaniques auxquelles elles sont soumises comme les principaux facteurs susceptibles d'influer sur l'apparition de la CSC, et ainsi d'identifier les réacteurs qui y sont le plus sensibles. EDF a défini une stratégie de contrôle, qui a été validée par l'ASN le 26 juillet 2022.





Préparation de la tuyauterie avant pose sur le circuit auxiliaire

Le second semestre 2022 a été consacré à la réparation de plusieurs réacteurs et à l'achèvement des investigations sur les réacteurs les plus sensibles.

Cette problématique a justifié un suivi rapproché par l'ASN, en lien étroit avec l'IRSN, qui a permis une prise de décisions rapides et éclairées.

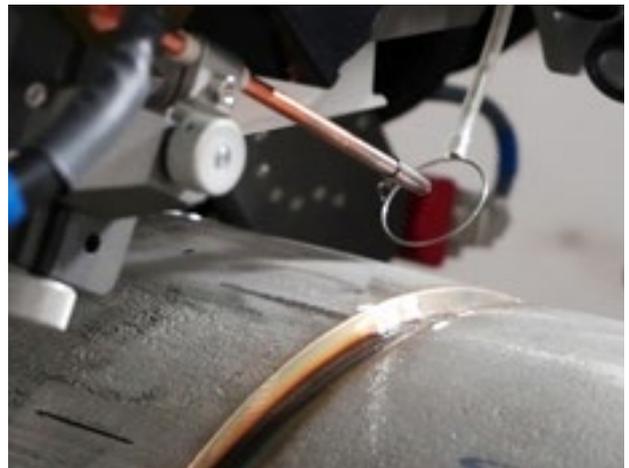
L'ASN considère comme appropriés les choix faits par l'exploitant tant en ce qui concerne les mises à l'arrêt de réacteurs que la conduite d'investigations approfondies.

L'ASN considère qu'EDF a agi en tant qu'exploitant responsable au regard des enjeux de sûreté liés aux fissures mises en évidence sur des équipements dont l'intégrité doit être garantie.

L'ASN a mené plus de 40 inspections dédiées. Ces inspections ont notamment eu lieu dans les services d'ingénierie d'EDF, dans les centrales nucléaires et chez les sous-traitants dans le cadre des opérations de contrôle ou de remplacement de tuyauteries.

Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), les commissions locales d'information (CLI) et, plus largement, le public au travers de réunions et de notes d'information, ont été informés des étapes importantes de ce dossier. L'ASN a eu des échanges réguliers avec ses homologues étrangères, dont plusieurs ont prévu de demander des contrôles sur ce sujet.

Les réacteurs du parc français seront contrôlés, à l'aide du nouveau moyen de contrôle développé par EDF, d'ici fin 2025. EDF procédera en 2023 au remplacement préventif systématique des zones d'intérêt des lignes sensibles des réacteurs de type P'4<sup>(3)</sup>.



Entraînement au soudage

Le réacteur EPR de Flamanville fait par ailleurs l'objet d'une analyse et de contrôles vis-à-vis de cette problématique.

L'ASN restera mobilisée, avec l'appui technique de l'IRSN, sur ce dossier en 2023, et suivra avec attention les résultats des contrôles mis en œuvre par EDF. Elle instruira les évolutions de la stratégie d'EDF qui pourraient en découler.

**Pour disposer des dernières informations sur le sujet :**  
[asn.fr/l-asn-contrôle/corrosion-sous-contrainte](https://asn.fr/l-asn-contrôle/corrosion-sous-contrainte)

1. Plus de 110 expertises métallurgiques ont été réalisées en laboratoires, après découpe de soudures sur plusieurs réacteurs. De nouvelles expertises sont à venir pour consolider les connaissances acquises.

2. Les réacteurs sont classés selon leur modèle – on parle de « palier » – et selon la puissance électrique qu'ils fournissent : 900 mégawatts électriques (MWe), 1300 MWe et 1450 MWe.

Il y a **32 réacteurs de 900 MWe** : 4 réacteurs du palier CP0 (4 à Bugey) et 28 réacteurs du palier CPY (4 au Tricastin, 6 à Gravelines, 4 à Dampierre-en-Burly, 4 au Blayais, 4 à Chinon, 4 à Cruas-Meysses et 2 à Saint-Laurent-des-Eaux).

Les **20 réacteurs de 1300 MWe** se subdivisent en deux paliers : le palier P4 avec 8 réacteurs (4 à Paluel, 2 à Saint-Alban et 2 à Flamanville) et le palier P'4 avec 12 réacteurs (2 à Belleville-sur-Loire, 4 à Cattenom, 2 à Golfech, 2 à Nogent-sur-Seine et 2 à Penly).

Les **réacteurs de 1450 MWe sont au nombre de 4**, du palier N4 (2 à Chooz et 2 à Civaux).

3. À l'exception de celles du réacteur 4 de la centrale de Cattenom, sur lequel les expertises réalisées en 2022 n'avaient pas révélé de fissures de CSC. EDF définira la stratégie concernant ce réacteur à l'issue de contrôles prévus en 2023.

# Impact de la canicule et de la sécheresse de l'été 2022 sur les centrales nucléaires



Centrale nucléaire de Saint-Alban (Isère)

L'année 2022 a été marquée en France par plusieurs épisodes caniculaires intenses, une sécheresse historique et une situation inédite de tension sur les ressources énergétiques. Dans ce contexte, de nombreux cours d'eau en France ont vu leur débit se réduire et leur température s'élever. L'ASN s'est assurée que cette situation n'a pas eu de conséquence sur la sûreté des centrales nucléaires et le bilan de la surveillance de l'environnement, réalisé fin 2022, n'a pas mis en évidence d'impact à l'aval des installations. La fréquence de ce type d'épisodes extrêmes pourrait augmenter dans les années à venir. La gestion de leurs conséquences nécessitera une consolidation des connaissances scientifiques sur l'impact environnemental des rejets et des prélèvements en eau, ainsi qu'une anticipation des enjeux globaux à long terme.

Une période de canicule et de sécheresse a trois conséquences principales sur le fonctionnement des réacteurs nucléaires.

### **Le fonctionnement des équipements participant à la sûreté du réacteur en période de canicule**

Les fortes chaleurs ont entraîné des températures élevées de l'air, provoquant une augmentation de la température dans les locaux des centrales nucléaires. Au sein de ces locaux, le bon fonctionnement des équipements contribuant à la sûreté des réacteurs nucléaires est assuré jusqu'à une certaine température ambiante. Des équipements de ventilation et de climatisation sont nécessaires pour que cette température ne soit pas dépassée. Depuis les canicules de 2003 et 2006, EDF a renforcé les capacités des dispositifs de ventilation et de climatisation des locaux dans lesquels sont situés les systèmes de sûreté. Les températures auxquelles doivent faire face les réacteurs sont définies dans la démonstration de sûreté à fin 2022 ; elles sont régulièrement réévaluées, notamment à l'occasion des réexamens périodiques. Ces réévaluations prennent en compte les évolutions climatiques.

Lors des épisodes caniculaires de l'été 2022, les températures maximales relevées dans les locaux des centrales nucléaires sont restées inférieures aux températures considérées dans la démonstration de sûreté.

L'ASN n'a pas relevé de conséquence de ces fortes températures sur la sûreté des réacteurs.

### **La puissance produite par les réacteurs en situation de température élevée des cours d'eau**

Pour contribuer au refroidissement de ses réacteurs, une centrale nucléaire prélève de l'eau dans un cours d'eau ou dans la mer. Cette eau est ensuite restituée au cours d'eau ou à la mer à une température plus élevée, soit directement (réacteur dit « en circuit ouvert »), soit après refroidissement dans des tours aéroréfrigérantes (réacteur dit « en circuit fermé ») qui permettent une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère.

Cette eau rejetée par la centrale nucléaire entraîne une élévation de la température du cours d'eau entre l'amont et l'aval du rejet. Cette élévation peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés (en cas de circuit fermé) à plusieurs degrés (en cas de circuit ouvert). Afin d'en maîtriser les conséquences sur l'environnement, les conditions thermiques de ces rejets sont encadrées par des décisions de l'ASN, propres à chaque centrale nucléaire. Les prescriptions fixées imposent des valeurs limites concernant la température de rejet des eaux de refroidissement dans le milieu naturel et l'échauffement en aval de la centrale nucléaire, ainsi que des modalités de surveillance de l'environnement. Ainsi, quand la température du cours d'eau à l'amont de la centrale est trop élevée, EDF doit réduire la puissance produite par les réacteurs, voire les arrêter, afin de respecter les valeurs limites associées à la température en aval.

Entre juillet et septembre 2022, les épisodes caniculaires et la sécheresse ont conduit à une élévation de température de certains cours d'eau utilisés pour le refroidissement des centrales nucléaires, dont en particulier le Rhône, la Garonne et l'estuaire de la Gironde. Toutefois, les enjeux de sécurité du réseau électrique d'une part, puis de préservation des réserves de gaz naturel et d'eau des barrages hydroélectriques en vue de l'automne et de l'hiver d'autre part, ont conduit EDF à solliciter la modification temporaire des prescriptions encadrant les rejets thermiques de ces centrales nucléaires.

Après examen des enjeux liés à la protection de l'environnement, l'ASN a adopté successivement quatre décisions fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Bugey, Saint-Alban, Blayais et Tricastin, sur une période allant du 15 juillet au 11 septembre. L'ASN a également prescrit à EDF d'exercer une surveillance renforcée du milieu aquatique avec des prélèvements et des mesures.

Ces centrales nucléaires n'ont eu recours aux dispositions temporaires que pour une durée cumulée de 24 jours (9 jours pour Tricastin, 8 jours pour Bugey, 6 jours pour Golfech et 1 jour pour Saint-Alban). La centrale nucléaire du Blayais a pu maintenir sa production électrique sans avoir à recourir à ces dispositions temporaires.

Les premiers résultats de la surveillance renforcée de l'environnement prescrite par l'ASN ne montrent pas d'impact entre l'amont et l'aval des centrales nucléaires concernées sur les paramètres physico-chimiques, ni sur les valeurs de microbiologie (bactéries). Aucune mortalité piscicole ou altération de l'état de santé du milieu entre l'amont et l'aval des centrales nucléaires concernées n'a été identifiée.

L'ASN a également réalisé des inspections en lien avec l'application de ces décisions. Elle n'a pas mis en évidence d'écart par rapport aux dispositions qu'elle a prescrites.

### **La gestion des effluents radioactifs en période de sécheresse**

Le débit du cours d'eau peut également empêcher EDF de rejeter les effluents liquides issus des réacteurs nucléaires. Afin de limiter l'impact de ces rejets sur le milieu récepteur, l'ASN a fixé, pour chaque centrale implantée en bord de rivière, une valeur minimale du débit du cours d'eau en deçà de laquelle les rejets d'effluents radioactifs ne peuvent être réalisés. En deçà de ces valeurs, EDF doit entreposer ces effluents dans l'attente de conditions de débit favorables. Les centrales nucléaires disposent de réservoirs de secours offrant des capacités d'entreposage d'effluents supplémentaires pour faire face à des situations exceptionnelles, dont l'utilisation doit faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN.

Au cours de l'année 2022, l'ASN a accordé à EDF la possibilité d'utiliser un ou deux réservoirs de secours pour les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire, Cattenom, Chinon, Dampierre-en-Burly, Nogent-sur-Seine et Saint-Laurent-des-Eaux, pendant les périodes au cours desquelles les débits des cours d'eau étaient les plus faibles et ne lui permettaient plus d'effectuer des rejets d'effluents radioactifs.

L'ASN analysera les conséquences du changement climatique sur la sûreté des centrales nucléaires et la protection de l'environnement dans le cadre de la démarche qu'elle lance sur la poursuite de fonctionnement de ces installations jusqu'à et au-delà de 60 ans.

# L'ASN se mobilise dans le cadre de la guerre en Ukraine

La guerre en Ukraine fragilise la sûreté des installations nucléaires, dont certaines se situent dans des zones de combat. Si ces installations offrent, de manière générale, des niveaux de robustesse importants contre les agressions externes d'origine naturelle ou industrielle, elles ne sont pour autant pas conçues pour résister à toute la panoplie des armes et munitions d'un conflit armé.

Bien qu'à ce jour, aucun accident ni relâchement de radioactivité n'ait été observé, l'année 2022 aura été marquée par une succession d'événements qui affectent, de manière durable et préoccupante, la sûreté des quatre sites nucléaires du pays, tout particulièrement celui hébergeant la centrale nucléaire de Zaporijia.

Dès le mois de février, l'ASN s'est mobilisée avec ses homologues pour pouvoir, en cas d'événement sur une installation nucléaire ukrainienne, assister les pouvoirs publics de manière coordonnée.

## La guerre en Ukraine fragilise la sûreté des installations nucléaires

Dès le début de la guerre, en février 2022, les installations nucléaires ukrainiennes ont été au cœur du conflit et leur sûreté en a été durablement affectée.

Des dommages liés à des bombardements ont été constatés très tôt sur le site de Kharkiv, sur un site de stockage de déchets radioactifs près de Kiev et sur la centrale nucléaire de Zaporijia.

Des pertes d'alimentation électrique<sup>(1)</sup> ont affecté la centrale nucléaire de Tchernobyl en mars puis, de manière répétée depuis le mois d'août, celle de Zaporijia, où se trouvent six des quinze réacteurs de production d'énergie nucléaire du pays.

Mais la sûreté nucléaire n'est pas qu'une question technique et d'état des installations : elle repose aussi sur les hommes et les organisations. Au début du conflit, sur le site de Tchernobyl, le personnel ukrainien présent n'a été relevé qu'après plus de deux semaines d'occupation russe ; cette absence de relève a en soi constitué un facteur de fragilisation de la sûreté.

Les préoccupations actuelles sur la centrale nucléaire de Zaporijia portent elles aussi sur des questions organisationnelles et humaines avec la prise de contrôle du site par les Russes et le fait que ces derniers ont remplacé plusieurs dirigeants ukrainiens par des personnels qu'ils ont nommés.



Centrale nucléaire de Zaporijia – septembre 2022

Cette situation soulève des questions sur la clarté de la chaîne de responsabilités et de prise de décision, qui est pourtant essentielle dans les situations où plusieurs options sont possibles et où une décision doit être prise rapidement et exécutée de façon fiable.

De plus, dans le contexte actuel d'actes de guerre à proximité de la centrale, les équipes sont soumises à un stress permanent ainsi que, selon l'Autorité de sûreté nucléaire ukrainienne (*State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine – SNRIU*), à des pressions



Le directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, inspecte les dommages causés par des bombardements lors de sa visite à Zaporijia en septembre 2022

physiques et psychologiques de la part des occupants russes. Elles ne sont donc pas dans les meilleures conditions pour réagir sereinement en cas d'incident et pour réaliser correctement leur travail quotidien.

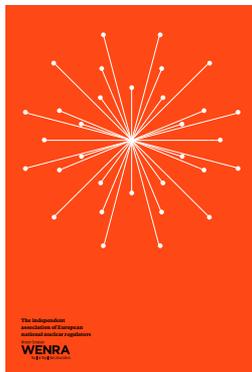
En outre, SNRIU a de plus en plus de mal à exercer son contrôle sur la centrale nucléaire de Zaporijia, puisqu'elle n'a plus accès au site depuis son occupation par les Russes et ne reçoit que peu d'informations directes en provenance du site.

Enfin, aux incertitudes sur la capacité de l'exploitant et de SNRIU à gérer une éventuelle situation d'accident sur la centrale, s'ajoute la question de la capacité des autorités à mettre en œuvre les mesures de protection des populations qui seraient nécessaires.

### La mobilisation et les actions de l'ASN

Dès le début du conflit, les autorités de sûreté nucléaire se sont mobilisées de manière préventive, notamment à l'échelle européenne, pour pouvoir, en cas d'événement sur une installation nucléaire ukrainienne, assister de manière coordonnée les pouvoirs publics. Diverses initiatives ont été conduites pour rappeler les principes internationaux du droit nucléaire, établir des points de la situation, partager les analyses sur son évolution possible au plan de la sûreté et fournir à SNRIU et au gouvernement ukrainien une assistance matérielle ou humaine.

L'ASN a assisté le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG*) dans ses analyses de la situation et ses prises de position. Elle a, en outre, coordonné la réponse nationale établie dans le cadre du



réseau RANET (*Response Assistance Network*) pour répondre aux besoins formulés par l'Ukraine en matière de moyens de protection individuelle et de radioprotection.

Au titre des fonctions de président de l'association qu'occupe son directeur général, l'ASN a initié au sein de l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators' Association – WENRA*) la mise en place d'un groupe d'experts spécifiquement mandaté pour conduire des activités en lien avec la guerre en Ukraine.

Ce groupe d'experts a conduit, de manière régulière, des analyses techniques sur des situations présentant des enjeux en matière de sûreté et a rendu publiques les positions qui en ont résulté. Ces positions, axées sur les conséquences potentielles en cas d'aggravation de la situation, expriment la vision commune des régulateurs sur la sûreté des installations concernées, les délais disponibles pour réagir et les éventuels impacts d'une dégradation de la situation.

En outre, afin d'harmoniser les recommandations en cas d'accident, ce groupe d'experts a recensé les capacités disponibles en Europe pour modéliser la progression d'un accident et la dispersion des rejets, et a réalisé une comparaison des résultats sur un cas test qui a permis de recaler les différents modèles pour en améliorer la cohérence.

Ces actions se poursuivront tant que la situation de la sûreté nucléaire en Ukraine ne sera pas revenue à la normale.

1. Les lignes électriques servent à évacuer le courant produit par les centrales nucléaires mais aussi à permettre le refroidissement du combustible lorsque la centrale est à l'arrêt ou, s'agissant des installations autres que les centrales, à assurer leur bon fonctionnement.

# LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire, les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, des actions de coercition et de sanction, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

## Les appréciations de l'ASN – PAR EXPLOITANT –

EDF

### Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'ASN considère que la qualité d'exploitation des centrales nucléaires s'est maintenue à un niveau satisfaisant en 2022. Toutefois, l'amélioration de la qualité d'exploitation des centrales nucléaires en retrait s'avère souvent longue.

L'année 2022 a été marquée par la mise à l'arrêt prolongée de nombreux réacteurs à la suite de la découverte de fissures liées à de la corrosion sous contrainte sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire. L'ASN considère que les actions engagées par EDF à la suite de cette découverte ont été appropriées sur le plan de la sûreté nucléaire et que les découpes de tronçons de tuyauterie réalisées afin de mener des expertises étaient indispensables à la définition d'une stratégie de contrôle et de traitement pertinente.

#### LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES AUX RÉACTEURS ET LEUR POURSUITE DE FONCTIONNEMENT

Les modifications des installations et des modalités d'exploitation mises en œuvre par EDF dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs conduisent à des améliorations significatives de la sûreté des installations et permettent de les rapprocher des réacteurs de troisième génération. EDF mobilise des capacités importantes d'ingénierie pour ces réexamens. Depuis plusieurs années, l'ASN constate que le volume des études et modifications à réaliser conduit à une saturation des capacités d'ingénierie. EDF est ainsi régulièrement amenée à devoir décaler l'envoi de certaines études à l'ASN. Cette situation conduit également EDF à déployer certaines modifications dans des délais contraints. EDF doit veiller à ce que cette situation ne conduise pas à la réalisation de ces déploiements dans des conditions dégradées.

L'ASN considère que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle a prescrites ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) pour les dix ans suivant leur quatrième réexamen périodique. La déclinaison, sur chaque réacteur, de ce réexamen comprend des contrôles spécifiques et tient compte des particularités de chaque installation.

Les enquêtes publiques portant sur les dispositions prévues par EDF dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire du Tricastin se sont déroulées en 2022.

## LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

À l'instar des années précédentes, l'ASN considère que la conformité des installations aux règles qui leur sont applicables doit encore être améliorée. EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie progressivement depuis plusieurs années. En particulier, les contrôles spécifiques mis en œuvre lors des quatrièmes visites décennales permettent de détecter un nombre important d'écarts.

L'organisation retenue par EDF pour le traitement des écarts s'est améliorée ces dernières années et est satisfaisante. EDF a notamment renforcé les équipes dédiées, aussi bien dans ses services centraux que dans les centrales nucléaires, notamment dans le cadre des arrêts de réacteur.

Dans l'ensemble, le traitement des écarts est réalisé par EDF dans des délais acceptables. Toutefois, l'ASN considère que l'analyse du caractère potentiellement générique à plusieurs centrales d'un écart détecté sur un site devrait être réalisée dans des délais plus courts.

À la suite de la découverte fin 2021 des fissures de corrosion sous contrainte, EDF a mis en œuvre un programme de contrôle et des réparations d'ampleur. Ces actions se poursuivront dans les années à venir (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## LA MAINTENANCE

D'une manière générale, l'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été à nouveau assez satisfaisante en 2022, *a fortiori* compte tenu des perturbations consécutives à la découverte des fissures de corrosion sous contrainte.

Toutefois, l'ASN a encore relevé en 2022, comme les années passées, des points à améliorer concernant la maintenance des réacteurs, comme la qualité de la documentation opérationnelle mise à disposition des intervenants pour la réalisation des activités ou encore la gestion des pièces de rechange. Dans le cadre des nombreuses activités de maintenance induites par la poursuite du fonctionnement des réacteurs et par le programme « grand carénage », l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier à ces difficultés et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

Quelques améliorations ont été notées en 2022 dans la maîtrise de la qualité des activités sous-traitées, notamment grâce à l'utilisation d'un nouvel outil pour la surveillance des prestataires. Des difficultés persistent cependant sur la qualité de la surveillance exercée par EDF.

## L'EXPLOITATION

Si les situations de sortie non autorisée du domaine d'exploitation ont diminué en 2022, les événements significatifs liés à une mauvaise surveillance de la salle de commande ont augmenté. L'ASN note également une augmentation des écarts en matière de mise en configuration des circuits et continue d'observer des dysfonctionnements de communication ou de positionnement au sein des équipes de conduite.

La formation des équipes de conduite chargées de l'exploitation des réacteurs est satisfaisante, même si une attention particulière doit être portée sur l'attractivité des métiers de la formation et sur le temps dégagé aux formateurs et aux agents formés.

Aucun incendie important n'est intervenu en 2022 dans les centrales nucléaires d'EDF. Toutefois, pour assurer la maîtrise du risque d'incendie, EDF doit encore améliorer la gestion des entreposages et des stockages de matériels qui représentent des potentiels calorifiques importants, ainsi que la gestion de la sectorisation permettant de circonscrire les feux.

Les inspections de l'ASN portant sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne (PUI). Toutefois, EDF doit poursuivre ses efforts en matière de formation des équipes à la reconstitution de l'organisation de crise à la suite d'une agression externe d'intensité extrême.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes et l'identification des causes organisationnelles continue de progresser.

Enfin, l'ASN constate un déficit de personnels dans les équipes chargées de réaliser des évaluations indépendantes de la sûreté des réacteurs de certaines centrales nucléaires. EDF a prévu d'y remédier.

## LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'ASN considère que la gestion des rejets dans l'environnement des différentes centrales nucléaires est globalement maîtrisée. Lors des épisodes de canicule de l'été 2022, EDF a convenablement mis en place la surveillance renforcée prévue de l'environnement en aval des centrales concernées.

En 2022, les inspections de l'ASN avec des mises en situation ont montré que l'organisation en cas de survenue d'un accident non radiologique pouvant avoir des conséquences à l'extérieur des sites doit être améliorée et que les dispositions matérielles destinées à prévenir ou à limiter les effets de ces accidents doivent être renforcées.

L'ASN considère que des actions correctives doivent être menées sur la gestion des déchets, notamment en matière de signalétique, de tenue des inventaires et de traçabilité.

## LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

L'ASN a constaté, en 2022, la poursuite de l'amélioration de la prise en compte des enjeux liés à la radioprotection des travailleurs sur plusieurs centrales nucléaires après des années 2019 et 2020 marquées par une nette dégradation. EDF doit poursuivre les actions entreprises pour améliorer la prise en compte de la radioprotection. Des écarts perdurent notamment sur la gestion des chantiers de radiographie industrielle.

En matière de santé et de sécurité au travail, le nombre d'accidents avec arrêt est en baisse par rapport à 2021. Toutefois, des progrès sont attendus pour améliorer la gestion des situations à risque pour les travailleurs, notamment en ce qui concerne la qualité de l'évaluation des risques, les consignations électriques et la prise en compte des coactivités dans un même local.

## LES APPRÉCIATIONS CENTRALE PAR CENTRALE

Les appréciations que l'ASN porte sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

En matière de sûreté, les centrales nucléaires de Saint-Alban et du Tricastin se sont distinguées favorablement en 2022. *A contrario*, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly et, dans une moindre mesure, des centrales

nucléaires du Bugey, Cruas-Meysses, Golfech et Gravelines ont été en retrait par rapport aux autres centrales exploitées par EDF. Les réacteurs des centrales nucléaires de Chooz et de Civaux n'ayant pas fonctionné en 2022 en raison des opérations de réparation des tuyauteries présentant des fissures de corrosion sous contrainte, l'ASN n'est pas en mesure de comparer leurs performances en matière de sûreté avec celles des autres centrales nucléaires.

Concernant la radioprotection, les centrales nucléaires de Civaux et Paluel se distinguent de manière positive. En revanche, l'ASN considère que les centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly et Gravelines ont été en retrait.

Sur le plan de la protection de l'environnement, la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux s'est distinguée de manière positive. *A contrario*, les centrales nucléaires de Cattenom et Golfech ont été en retrait.

## Le réacteur EPR de Flamanville en cours de construction

**En 2022, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications sur certains équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires au futur fonctionnement du réacteur. EDF a également poursuivi l'analyse et le traitement des écarts, notamment ceux affectant les soudures des circuits secondaires principaux, ainsi que trois piquages du circuit primaire principal.**

La stratégie de conservation des équipements mise en œuvre par EDF est satisfaisante, sous réserve qu'EDF mette en place un programme de contrôle des équipements à la fin de la phase de conservation.

EDF a également poursuivi la réalisation du programme d'essais de démarrage du réacteur et a engagé la préparation de la phase de requalification d'ensemble des équipements prévue en 2023 en vue de la mise en service.

Le traitement de certains sujets techniques importants doit encore être achevé avant la mise en service du réacteur.

C'est en particulier le cas de la conception des soupapes de sécurité du circuit primaire, des évolutions du contrôle-commande, des performances du système de filtration du réservoir d'eau interne à l'enceinte de confinement, des règles générales d'exploitation qui seront applicables à partir de la mise en service et de la prise en compte des enseignements de la mise en service des premiers réacteurs EPR à l'étranger, notamment sur la base des différentes anomalies constatées sur les cœurs des réacteurs EPR de Taishan (Chine), dont les percements de gaines de combustible observés en 2021.

## Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

### LES INSTALLATIONS À L'ARRÊT DÉFINITIF

Les réacteurs à l'arrêt définitif exploités par EDF (Brennilis, Chooz A, Fessenheim, Superphénix, uranium naturel-graphite-gaz – UNGG) n'abritent plus de combustible usé. Les principaux enjeux de sûreté concernent donc le confinement des substances radioactives et la radioprotection. Certaines installations présentent également un risque supplémentaire lié à la présence d'amiante, parfois combiné à la présence de contaminations radiologiques, rendant les conditions d'intervention plus complexes.

De manière générale, l'ASN considère que les installations d'EDF en démantèlement ou en phase de préparation au démantèlement sont bien tenues, et que l'exploitant fait preuve d'un bon suivi de ses engagements. Concernant la radioprotection, l'organisation mise en place par EDF dans le cadre des pôles de compétence en radioprotection est satisfaisante. Dans le cadre de ces projets, EDF fait de la réduction des risques dans ses installations une priorité.

L'ASN estime, en outre, que les opérations de démantèlement ou préparatoires au démantèlement des installations hors réacteurs UNGG progressent à un rythme satisfaisant. Des jalons significatifs ont été atteints en 2022 pour ces installations, en particulier dans la préparation au démantèlement de Fessenheim. S'agissant des réacteurs UNGG, EDF a poursuivi en 2022 les travaux de démantèlement « hors caisson » sur les réacteurs de Saint-Laurent A, Bugey 1 et Chinon A3 dans des conditions de sûreté satisfaisantes. Toutefois, le rythme d'avancement de ces projets est significativement plus lent, et les échéances d'achèvement des opérations de démantèlement

envisagées par EDF restent un sujet de préoccupation pour l'ASN.

Enfin, les conclusions rendues cette année sur le réexamen de Chooz montrent les mêmes faiblesses méthodologiques que les réexamens précédents conduits sur les installations en démantèlement. L'ASN sera vigilante à la prise en compte, par EDF, de ces conclusions pour la réalisation de ses futurs réexamens, notamment pour ce qui a trait à l'état des sols ou à l'examen de conformité.

### LES INSTALLATIONS DE GESTION DES COMBUSTIBLES USÉS ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Concernant ses installations en fonctionnement, EDF procède à de nombreux chantiers de remise à niveau d'équipements de l'atelier pour l'entreposage du combustible (Apec) de Superphénix, ce qui est satisfaisant. Des améliorations sont en revanche attendues dans la gestion des déchets de l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda). Enfin, concernant la piscine d'entreposage centralisé qu'EDF projette de construire à La Hague, l'ASN estime qu'EDF doit mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour déposer au plus tard fin 2023 le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de cette nouvelle installation en vue d'une mise en service en 2034. L'ASN rappelle l'importance de disposer de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés répondant aux standards de sûreté les plus récents afin de répondre à la problématique de saturation des capacités actuelles.

## ORANO

**Les installations exploitées par Orano, implantées sur les sites de La Hague, du Tricastin et de Marcoule, présentent toutes des enjeux de sûreté importants mais de natures différentes, à la fois chimiques et radiologiques.**

Malgré des avancées en 2022 en matière de gestion des matières et des déchets sur les sites de La Hague et du Tricastin, et un plan d'action d'envergure visant à surmonter les difficultés de production de Melox, ainsi que les risques de saturation des entreposages de matières radioactives, l'ASN considère que le fonctionnement du « cycle du combustible » présente toujours très peu de marges et demeure un point de vigilance.

L'ASN insiste une nouvelle fois sur la nécessité de renforcer notamment les démarches d'anticipation et d'amélioration de la qualité des dossiers remis, afin de pouvoir préparer sereinement, et mettre en œuvre dans les temps les dispositions nécessaires pour prévenir les risques de situations bloquantes pour le « cycle » et pour la production d'électricité nucléaire.

L'ASN considère par ailleurs qu'Orano doit engager un travail de revue sur les enjeux associés au vieillissement de l'ensemble des installations de La Hague, tant du point de vue de la sûreté que de la robustesse du « cycle », afin de dresser un état général du site et de conforter les perspectives d'exploitation de ses différents ateliers à moyen et long terme, jusqu'à l'horizon 2040, voire au-delà.

De ce point de vue, l'ASN note positivement le bon avancement du chantier de remplacement de six évaporateurs des usines de La Hague en 2022. Elle restera vigilante quant au bon déroulement des opérations de raccordement des trois premiers évaporateurs en 2023, puis de leur mise en service effective.

Enfin, dans le contexte géopolitique marqué en 2022 par la guerre en Ukraine, Orano a lancé un projet d'augmentation significative de la capacité de production de l'usine Georges Besse II de séparation des isotopes de l'uranium par centrifugation (INB 168). L'ASN se prononcera en 2023 sur les options de sûreté retenues par Orano.

### LES CHARGES DE LONG TERME ET LES PROVISIONS POUR LE DÉMANTÈLEMENT ET LA GESTION DES DÉCHETS

Dans le cadre de son avis rendu à la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) sur le rapport triennal d'Orano relatif à la constitution des provisions financières pour le démantèlement et la gestion des déchets pour la période 2022-2024, l'ASN considère que la stratégie de démantèlement et de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs d'Orano est cohérente avec les exigences de sûreté et de radioprotection. Cependant, des améliorations sont nécessaires pour que l'ASN puisse s'assurer du caractère prudent des hypothèses prises pour justifier le montant des charges de long terme. Orano doit en particulier affiner les charges relatives à l'assainissement futur des sols pollués de ses sites et à la gestion à long terme des déchets issus de cet assainissement.

### LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

L'ASN considère que le site de La Hague maîtrise de manière satisfaisante la sûreté de ses installations. Toutefois, ce site doit progresser vis-à-vis du respect des délais des prescriptions réglementaires et des engagements pris. Le site de La Hague doit également renforcer sa vigilance en ce qui concerne la réalisation des contrôles périodiques et la gestion des

écarts. Enfin, les mesures destinées à lutter contre les effets du vieillissement des équipements des installations, dont certains approchent une durée d'exploitation de 40 ans, ou leur remplacement par de nouveaux équipements, constituent toujours un enjeu majeur pour la poursuite de leur fonctionnement sûr.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2022, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano du Tricastin est satisfaisant. En 2022, le site du Tricastin a amélioré son organisation pour analyser la conformité des installations aux textes réglementaires et progressé dans le suivi des engagements pris envers l'ASN.

S'agissant de l'usine Melox, l'ASN considère que le niveau de sûreté est satisfaisant dans le domaine de la maîtrise des risques d'incendie et globalement satisfaisant dans les domaines de la conduite et de la gestion des déchets. L'ASN constate également une amélioration du niveau d'appropriation du référentiel réglementaire dans le domaine des équipements sous pression.

De manière générale, l'ASN considère que l'organisation mise en place par Orano pour évaluer la conformité de ses installations et réévaluer leur sûreté, dans le cadre des réexamens périodiques, est satisfaisante. Elle relève que le plan d'action de l'exploitant relatif au réexamen périodique des parcs d'entreposage uranifères du Tricastin est très bien suivi. Toutefois, le site de La Hague doit renforcer sa vigilance sur le respect des délais des prescriptions réglementaires et engagements pris, notamment ceux pris à la suite des réexamens des installations.

### LA REPRISE ET LE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS ET LE DÉMANTÈLEMENT SUR LE SITE DE LA HAGUE

De nombreux déchets anciens à La Hague ne sont pas entreposés selon les exigences de sûreté actuelles et présentent des enjeux de sûreté majeurs. La reprise et le conditionnement de ces déchets anciens (RCD) constituent une étape clé pour l'avancement des démantèlements des usines définitivement arrêtées.

S'agissant de l'organisation et de la gestion de ces projets complexes, l'ASN regrette que, malgré les avancées réalisées, telles que l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat, la création de la direction des grands projets, le recours à l'évaluation de la maturité des projets ou le développement d'outils de pilotage de l'avancement des projets, Orano ait révisé une nouvelle fois plusieurs scénarios de reprise et de traitement de déchets. Afin de renforcer la transparence et la lisibilité de ces projets et de leurs principaux enjeux pour les années à venir, l'ASN a mis en place un observatoire de ces projets (voir chapitre 13).

### LES CAPACITÉS D'ENTREPOSAGE DE MATIÈRES ET DE DÉCHETS

L'ASN considère que la création de capacités d'entreposage supplémentaires d'uranium sur le site du Tricastin et la mise en service d'une nouvelle fosse d'entreposage de colis de déchets vitrifiés sur le site de La Hague en 2022 participent à une meilleure gestion des matières et des déchets.

En revanche, un défaut d'anticipation des conséquences des dysfonctionnements rencontrés par l'usine Melox sur les capacités d'entreposage de matières plutonifères à La Hague a conduit Orano à transmettre tardivement des dossiers de demande d'extension de ces capacités, et ceux-ci présentaient des lacunes. Cette situation est préjudiciable à la sérénité nécessaire à leur instruction. Aussi, l'ASN considère qu'Orano doit renforcer ses démarches d'anticipation pour la gestion des entreposages de matières et de combustibles usés, ainsi que sa maîtrise des projets afin de produire des dossiers de sûreté présentant un niveau de maturité satisfaisant, et de les remettre dans un délai suffisant par rapport à la date visée pour leur mise en œuvre.

### LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

En matière de radioprotection, l'année 2022 a été marquée par la mise en place des pôles de compétence relatifs à la radioprotection. De nombreux événements significatifs concernant la radioprotection déclarés pour les sites du groupe Orano sont liés à des écarts sur l'inventaire annuel des sources scellées, et à des dépassements de date de validité de contrôles périodiques sur des balises de surveillance atmosphérique, ainsi qu'à des non-respects des conditions d'accès en zones contrôlées.

Si l'ASN considère que le niveau de radioprotection du site du Tricastin est satisfaisant, l'année 2022 a été marquée par une recrudescence d'événements significatifs relatifs à la radioprotection à La Hague. L'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre et intensifier son plan d'action visant à prévenir le renouvellement de ce type d'événement.

Enfin, l'ASN reste particulièrement vigilante s'agissant de l'installation Melox, du fait de l'augmentation des interventions liées à la maintenance préventive et corrective des équipements de l'installation, dans le contexte du déploiement d'un important programme de maintenance visant à accroître la disponibilité des installations. Cette situation conduit à une augmentation de l'exposition moyenne d'un grand nombre de personnels et de la dose collective de cette installation.

### LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'ASN relève favorablement les actions menées par le site de La Hague pour assurer la conformité réglementaire des installations et ponctuellement renforcées en ce qui concerne la maîtrise des gaz à effet de serre fluorés.

L'ASN a poursuivi en 2022 le contrôle des actions mises en œuvre par le site du Tricastin afin de diminuer les rejets de fluide frigorigène dans l'atmosphère et considère que l'exploitant a maintenu ses efforts pour maîtriser ce type de rejets.

Les sites du groupe Orano ont déclaré 33 événements significatifs pour l'environnement en 2022 (contre 11 en 2021). L'ASN considère qu'Orano doit renforcer sa vigilance sur le dépassement des limites de rejets autorisés et le non-respect de la périodicité des contrôles de mesure.

### LES APPRÉCIATIONS INSTALLATION PAR INSTALLATION

Les appréciations de l'ASN sur chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

## CEA

**Les installations nucléaires exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) sont en large majorité concernées par la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets radioactifs mise en œuvre par cet exploitant. L'ASN considère que la sûreté de ces installations reste maîtrisée, mais constate que les projets de démantèlement et de RCD présentent des résultats contrastés, et restent exposés à des aléas majeurs. Elle estime à cet égard que le CEA doit renforcer la maîtrise de ces projets. Ce renforcement devrait également concerner la construction des bâtiments de gestion de crise, qui connaît un retard important.**

**S'agissant du réacteur Jules Horowitz (RJH) en construction, l'ASN observe que des avancées pour la compréhension de certains phénomènes impactant la sûreté ont été réalisées en 2022.**

**Enfin, l'ASN estime que l'organisation de gestion des situations d'urgence, ainsi que la surveillance des intervenants extérieurs, restent à améliorer.**

### LE MANAGEMENT DE LA SÛRETÉ ET DE LA RADIOPROTECTION

Le CEA a présenté, en 2022, les dispositions mises en œuvre pour favoriser la prise en compte des enjeux de sûreté et de radioprotection dans les pratiques opérationnelles des installations dont il est exploitant nucléaire. En particulier, le CEA a apporté des précisions sur les dernières évolutions organisationnelles, la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences afin de garantir la disponibilité des compétences rares et critiques au regard des enjeux de sûreté, ou encore sur les dispositifs de formation, et en particulier les formations en lien avec la culture de sûreté. L'ASN a pu constater, lors d'une inspection dédiée, que des actions structurantes sont engagées en ce sens au niveau national, et sera vigilante quant à leur mise en œuvre sur le terrain dans les années à venir.

L'ASN estime, par ailleurs, que la mise en œuvre des « grands engagements de sûreté », pilotés au plus haut niveau du CEA, permet d'améliorer le suivi des actions relatives aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection les plus importants. Il conviendra de veiller, particulièrement en 2023, à ce que la potentielle diminution des moyens dont dispose le CEA, liée au contexte inflationniste, n'ait pas de conséquence sur la tenue des autres engagements du CEA.

### LA STRATÉGIE DE DÉMANTÈLEMENT ET DE GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS DU CEA

Afin de suivre l'avancement des projets prioritaires pour la sûreté, les autorités et le CEA ont mis en place un suivi régulier et à haut niveau des échéances à plus fort enjeu de sûreté. Sur la période 2019-2022, l'ASN constate ainsi que la stratégie

définie par le CEA et approuvée par l'ASN en 2019 produit des résultats. Le CEA a notamment procédé, ces dernières années, à l'évacuation d'un certain nombre de combustibles usés de ses réacteurs à l'arrêt définitif, ce qui a contribué à diminuer les risques présentés par les installations qu'il exploite. L'ASN constate toutefois que, malgré une volonté affirmée du CEA de conduire les opérations de démantèlement des installations et de RCD, cet exploitant rencontre d'importantes difficultés à atteindre les échéances initialement fixées. Ces retards trouvent leur origine, pour plusieurs situations, dans des difficultés techniques ou contractuelles. En outre, la mise en œuvre de cette stratégie reste sensible aux ressources financières dont dispose cet exploitant.

### LA GESTION DES PROJETS COMPLEXES DE DÉMANTÈLEMENT

Le CEA s'est engagé, de manière volontaire, dans la mise en œuvre en 2021 et 2022 de la démarche exploratoire portée par l'ASN pour le contrôle de projets complexes. L'inspection par l'ASN du projet de démantèlement de l'INB 37-B, ancienne station de traitement des effluents du site de Cadarache, s'est déroulée dans de bonnes conditions. Cette démarche a été un catalyseur pour le CEA, pour développer des améliorations de ses pratiques de gestion de projets, ce qui est satisfaisant et devra être poursuivi. S'agissant des axes d'amélioration, l'ASN a identifié, dans le cas particulier de l'INB 37-B, trois domaines prioritaires :

- la gestion des contrats, dans un contexte où des difficultés contractuelles ont également été enregistrées sur des opérations prioritaires pour la sûreté menées dans les INB 72 et 166 ;
- l'évaluation de la maturité des projets complexes, en particulier ceux présentant des enjeux à la fois pour l'ingénierie, les achats, la construction et la préparation à la mise en service d'équipements ;
- les modalités d'évaluation des besoins en ressources humaines pour justifier la soutenabilité des plannings.

### LES CHARGES DE LONG TERME ET LES PROVISIONS POUR LE DÉMANTÈLEMENT ET LA GESTION DES DÉCHETS

Dans le cadre de son avis rendu à la DGEC sur le rapport triennal du CEA relatif à la constitution des provisions financières pour le démantèlement et la gestion des déchets pour la période 2022-2024, l'ASN considère que ce rapport est le reflet des grandes évolutions induites par la mise en œuvre de la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA. Il est de qualité, mais mérite d'être complété par une meilleure évaluation des coûts d'assainissement et de gestion des pollutions induites, ainsi que des incertitudes pesant sur l'estimation des volumes de déchets. C'est le cas notamment pour les INB 37-B, 165 et 166. Des précisions sont également attendues sur les charges liées à la gestion des stockages historiques de déchets et celles concernant la réalisation des études de recherche et développement sur les voies de traitement de tout ou partie des déchets radioactifs bitumés.

### LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT ET EN DÉMANTÈLEMENT

L'ASN estime que la sûreté des installations en fonctionnement est globalement satisfaisante. Elle a néanmoins identifié, dans le cadre des inspections menées en 2022, certains thèmes qui doivent faire l'objet d'améliorations. Il s'agit principalement de

la maîtrise du risque d'incendie, mais aussi de la gestion des déchets, des commissions de sûreté et autorisations internes, des contrôles et essais périodiques, des facteurs organisationnels et humains (FOH), ou encore, de la prévention des pollutions et la maîtrise des nuisances. L'avis que l'ASN porte sur chacune de ces thématiques est détaillé dans les parties suivantes.

### LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'ASN constate que la gestion des déchets radioactifs dans les installations du CEA est satisfaisante et en progrès par rapport à 2021, bien que la situation demeure hétérogène entre les différents centres et installations.

La traçabilité du suivi des déchets pourrait être améliorée, notamment concernant les déchets historiques qui ne sont pas immédiatement évacuables des installations. Les opérations de caractérisation de ces déchets doivent par ailleurs se poursuivre, afin de pouvoir les éliminer dans des exutoires adaptés.

L'ASN considère qu'une attention particulière doit être portée par le CEA sur la gestion des zones d'entreposage des déchets produits par les installations, notamment concernant les aspects relatifs au suivi des inventaires et au respect des conditions d'entreposage des déchets, à la justification des durées d'entreposage, ainsi qu'à l'existence de zones d'entreposage non prévues dans le référentiel de sûreté de certaines installations. Enfin, le CEA doit rester vigilant à la bonne anticipation et à la réalisation des projets d'extension des zones d'entreposage de déchets de très faible activité (TFA), rendus nécessaires pour les installations produisant des quantités importantes de déchets (installations en démantèlement notamment).

### LA CONFORMITÉ ET LA RÉÉVALUATION DE LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS

L'ASN considère que l'organisation mise en place par le CEA pour évaluer la conformité de ses installations et réévaluer leur sûreté, dans le cadre des réexamens périodiques, est adaptée. De manière générale, l'ASN souligne également la maîtrise de l'exploitant quant au suivi et à la réalisation des actions identifiées lors des réexamens. Les inspections menées par l'ASN sur la thématique des réexamens ont, néanmoins, fait émerger quelques points d'amélioration qui devront être pris en compte par le CEA, relatifs notamment à l'exhaustivité des contrôles de conformité. Le CEA devra, en outre, poursuivre ses efforts dans les années à venir afin de respecter la planification de mise en œuvre des actions de remise en conformité et d'amélioration de la sûreté définies dans le cadre de ces réexamens périodiques pour, en tout état de cause, pouvoir débiter un réexamen en ayant terminé le déploiement du plan d'action du réexamen précédent.

### LA GESTION DES ÉCARTS

De manière générale, l'ASN constate que le processus de gestion des écarts a progressé au CEA. Il doit, néanmoins, poursuivre ses efforts, notamment pour ce qui concerne l'analyse des causes ou l'analyse des tendances relatives à la répétition d'écarts de nature similaire, par exemple ceux liés à un non-respect de contrôles et essais périodiques.

## LA GESTION DES MODIFICATIONS

Comme en 2021, l'ASN considère que la qualité des analyses de sûreté transmises à l'ASN lorsque le CEA sollicite des autorisations de modification notable est satisfaisante, et que les modifications mises en œuvre sur le terrain correspondent bien aux informations fournies par le CEA dans ses demandes d'autorisation.

## LA MAINTENANCE ET LA PROGRAMMATION DES CONTRÔLES ET ESSAIS PÉRIODIQUES

Comme en 2021, la maintenance, ainsi que la programmation des contrôles et essais périodiques, leur réalisation et leur suivi sont globalement satisfaisants au sein des installations du CEA. Toutefois, l'ASN a constaté en 2022, lors d'une inspection sur le site de Cadarache, un défaut de traçabilité des contrôles techniques conduits pour confirmer que les actions de maintenance réalisées sur les éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) sont exercées conformément aux exigences définies pour les EIP concernés.

Par ailleurs, les opérations relatives à la maintenance et aux contrôles et essais périodiques étant généralement sous-traitées, le CEA doit toujours rester attentif à leur maîtrise technique et à la traçabilité des contrôles effectués. Dans ce cadre, les constats réalisés lors d'inspections de l'ASN sur le thème du vieillissement montrent que le CEA suit, contrôle et effectue de manière satisfaisante la maintenance de ses installations même si des disparités entre les installations sont encore constatées.

## LA GESTION DES IRRÉGULARITÉS ET DES FRAUDES

L'organisation du CEA relative à la prévention du risque de fraudes est satisfaisante. Depuis 2018, l'exploitant a notamment mis en œuvre une politique spécifique, un outil de recueil des signalements et une nouvelle formation (en cours de déploiement) à la culture de sûreté opérationnelle, dont une partie est dédiée à cette thématique.

## LES INTERVENANTS EXTÉRIEURS

Bien que la surveillance des intervenants extérieurs ait été renforcée au cours des dernières années, les inspections menées par l'ASN en 2022 sur cette thématique mettent toujours en évidence le besoin, pour le CEA, de poursuivre les actions engagées en ce sens. En outre, des disparités demeurent, dans la qualité de cette surveillance, entre les différentes installations exploitées par le CEA, qui appellent une harmonisation.

## LA MAÎTRISE DES RISQUES ET LA GESTION DE CRISE

Comme en 2021, l'ASN considère que le CEA doit poursuivre ses efforts concernant la protection de ses installations contre le risque d'incendie. La gestion des dispositifs techniques (portes et clapets coupe-feu, systèmes de détection, etc.) doit être améliorée et l'apport de charges calorifiques limité, notamment lors des chantiers. Le CEA doit en outre rester vigilant à adapter les moyens de maîtrise du risque incendie disponibles aux usages actuels des locaux, en particulier pour les installations en démantèlement.

En 2023, l'ASN veillera à la participation de la formation locale de sécurité des sites de Saclay et Fontenay-aux-Roses du CEA aux exercices de crise et aux mises en situation actives.

L'ASN constate par ailleurs des retards significatifs dans la mise en œuvre des bâtiments de gestion de crise prenant en compte le retour d'expérience (REX) de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon). En particulier, le CEA demande un nouveau report à 2027 des échéances de mise en service du nouveau bâtiment de gestion de crise du centre de Cadarache. Un report d'échéance a également été annoncé par le CEA pour le site de Saclay, avec une mise en service des nouveaux locaux programmée en 2024. Concernant le centre de Marcoule, des retards significatifs ont également été constatés dans la transmission de justifications relatives à l'opérabilité, l'accessibilité et le comportement du génie civil du bâtiment de gestion des situations d'urgence. L'ASN considère que le CEA doit renforcer sa maîtrise de ces projets de construction, afin de respecter les échéances prescrites.

## LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

La mise en place des pôles de compétence en radioprotection, autorisée par l'ASN fin 2022, a fait l'objet d'un important travail de la part des équipes du CEA et constitue un point positif. L'ASN reste vigilante en ce qui concerne la réalisation des évaluations individuelles de l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs, et la surveillance des intervenants extérieurs (traitement des écarts, traçabilité et application de la démarche *As Low As Reasonably Achievable* – ALARA).

Les événements significatifs de radioprotection déclarés par le CEA restent majoritairement liés à des défauts de port de dosimètre à lecture différée, notamment de la part des intervenants extérieurs, ainsi qu'à des niveaux de propreté radiologique inadaptés. En 2023, l'ASN veillera en particulier à ce que le CEA s'assure du respect du port du dosimètre, notamment à travers la surveillance des intervenants extérieurs que cet exploitant exerce dans ses installations.

## LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La maîtrise des nuisances et de l'impact des installations du CEA sur l'environnement, pour l'année 2022, est assez satisfaisante. Le nombre d'écarts (événements significatifs environnement) en 2022 est du même ordre de grandeur que les années précédentes, sans événement marquant (uniquement des événements de niveau 0 ou hors de l'échelle INES).

L'ASN considère toutefois que le CEA doit accentuer ses efforts relatifs à la mise en œuvre d'actions sur plusieurs sujets associés à la protection de l'environnement, en particulier la remise en conformité des réseaux de piézomètres, le positionnement des dispositifs de prélèvements dans les émissaires de rejets gazeux et la gestion des terres marquées.

## LES APPRÉCIATIONS INSTALLATION PAR INSTALLATION

Les appréciations de l'ASN sur chaque centre et chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

## ANDRA

La loi Bataille de 1991 a établi un cadre en vue de la gestion et du stockage des déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) en France. L'ASN souligne l'importance du travail mené depuis plus de 30 ans pour l'élaboration du dossier de DAC de l'installation de stockage en couche géologique profonde Cigéo, qui a été déposé le 16 janvier 2023. La finalisation de ce dossier marque une étape majeure dans le développement de ce projet et pour la mise en place d'une filière de gestion des déchets HA et MA-VL.

Concernant les autres INB de stockage de déchets radioactifs, dont l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) est l'unique exploitant en France, l'ASN considère que leur exploitation reste satisfaisante.

### DÉPÔT DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION DE CRÉATION DE CIGÉO

En 2022, le dialogue entre l'ASN, l'Andra et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les sujets techniques identifiés à l'issue de l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo s'est poursuivi. Sur la base de ce dialogue et des travaux conduits depuis l'examen du DOS par l'ASN en 2017, l'ASN considère que le dépôt du dossier de DAC de Cigéo auprès de la ministre chargée de la sûreté nucléaire le 16 janvier 2023 marque une étape majeure dans la gestion des déchets HA et MA-VL. Dans le cadre de la préparation de cette instruction, l'ASN, en relation avec l'IRSN, a défini en 2022 les modalités qui seront mises en œuvre pour l'instruction technique de ce dossier, qui s'étalera sur une période d'au moins trois ans.

### AVANCEMENT DES ÉTUDES RELATIVES AU PROJET D'INSTALLATION DE STOCKAGE DES DÉCHETS FA-VL

Les échanges entre l'ASN et l'Andra relatifs au projet d'installation de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) se sont poursuivis en 2022. L'ASN estime que cette dynamique positive doit être maintenue afin de respecter les échéances qui

ont été définies par le 5<sup>e</sup> Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), et qui visent notamment au dépôt, mi-2023, d'un dossier présentant les options techniques et de sûreté retenues, d'un niveau de maturité correspondant à un avant-projet sommaire, pour le stockage sur le site de la communauté de communes de Vendœuvre-Soulaines.

### EXPLOITATION DES INSTALLATIONS EXISTANTES DE L'ANDRA

L'ASN estime que les conditions d'exploitation des installations de l'Andra sont satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Elle note également la qualité des analyses de sûreté produites par l'Andra, et le fait que les réexamens périodiques des installations de stockage sont conduits de façon satisfaisante. Néanmoins, l'ASN relève que l'évaluation des impacts à long terme des substances radiologiques et chimiques des installations de stockage sur la faune et la flore doit être consolidée.

L'ASN considère enfin que les dispositions mises en œuvre par l'Andra concernant l'examen des demandes d'accords de conditionnement et des demandes d'agrément et d'acceptation en stockage de colis de déchets radioactifs sont satisfaisantes.

## Les appréciations de l'ASN – PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ –

### LE DOMAINE MÉDICAL

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2022 et d'une analyse faite sur la période 2018-2022 permettant de couvrir l'ensemble du parc des installations, que l'état de la radioprotection dans le domaine médical se maintient à un bon niveau, relativement comparable d'une année sur l'autre, avec toutefois des fragilités persistantes.

En médecine nucléaire et pour les pratiques interventionnelles radioguidées (PIR), des écarts persistent, au fil des années, s'agissant de la formation à la radioprotection des professionnels et de la coordination des mesures de prévention lors des coactivités, notamment lors de l'intervention de praticiens libéraux. En radiothérapie, l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constitue toujours le point faible des démarches de REX et les analyses de risque *a priori* demeurent insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du REX des événements survenus dans la profession. Dans le domaine des PIR et, plus particulièrement au bloc opératoire, la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception, ainsi que les démarches d'optimisation des doses reçues tant des travailleurs que des patients progressent trop lentement et la sensibilisation des utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants, tels que les chirurgiens, reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux et une appropriation des mesures de radioprotection.

Si les fondamentaux des démarches d'assurance de la qualité sont aujourd'hui acquis dans les services de radiothérapie, celles-ci se déploient encore progressivement dans les autres secteurs, en particulier concernant les exigences de déclaration interne des événements et de formalisation des modalités d'habilitation des professionnels aux postes de travail.

Les événements déclarés à l'ASN soulignent que la formation des professionnels, l'encadrement des prestations de maintenance, ainsi que la mise en œuvre des barrières techniques permettant de maîtriser l'utilisation des dispositifs médicaux, qui constituent le socle de la sécurité, sont des axes d'amélioration pour sécuriser les pratiques. L'ASN constate en outre une perte de mémoire des enseignements issus des déclarations d'événements anciens.

L'ASN poursuivra en 2023 ses inspections dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire, des PIR et de la scanographie, dans la continuité des contrôles opérés en 2022, avec une attention particulière portée aux points de fragilité identifiés en 2022, ainsi qu'à la mise en œuvre des obligations d'assurance de la qualité.

Au plan réglementaire, l'ASN poursuivra en 2023 les travaux de révision de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides. L'ASN continuera également à contribuer aux travaux réglementaires menés par le ministère chargé de la santé portant sur l'organisation de la physique médicale ainsi que sur le déploiement des audits cliniques, qui pourraient être un levier de progrès pertinent vis-à-vis de l'enjeu de justification des actes.

Enfin, l'ASN maintiendra son investissement sur les sujets liés à l'essor des nouvelles techniques et pratiques en lien avec les différents acteurs institutionnels du domaine de la santé, les sociétés savantes et en s'appuyant sur ses groupes d'experts, en particulier le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri), afin de promouvoir et faciliter des cadres de fonctionnement sûrs ainsi qu'une meilleure évaluation des effets radio-induits à long terme pour les actes à visée thérapeutique. Dans le cadre de la révision du 2<sup>e</sup> Plan national de maîtrise de doses liées à l'imagerie (2018-2022), l'ASN veillera à encourager toute action favorisant la mise en œuvre du principe de justification, l'accès aux techniques d'imagerie les moins irradiantes ainsi que le recueil et l'analyse automatisés des doses à des fins d'optimisation et de suivi des expositions liées à l'imagerie médicale de la population française.

**En radiothérapie**, les inspections conduites par l'ASN dans près d'un quart des services de radiothérapie en 2022, mises en perspective avec celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, confirment que les fondamentaux de la sécurité sont en place : organisation de la physique médicale, contrôles des équipements, formation à la radioprotection des patients, déploiement des démarches d'assurance de la qualité, recueil et analyse des événements. Toutefois, l'analyse sur la période 2018-2022 confirme que l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constitue toujours le point faible des démarches de REX et peine à se généraliser. Si les analyses de risque *a priori* sont insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du REX des événements, l'ASN note positivement le développement, sur une base volontaire, des pratiques d'audit par les pairs, en physique médicale, lors de l'installation de nouveaux équipements. L'ASN souligne que les rachats de centres constituent des situations de fortes perturbations génératrices de risques si l'impact sur l'activité de travail des professionnels n'est pas analysé et si ces changements ne sont pas préparés avec l'ensemble des équipes. Par ailleurs, l'ASN constate que la formalisation des modalités d'habilitation au poste de travail, obligatoire depuis août 2021, se déploie avec des disparités selon les catégories professionnelles. Enfin, la survenue d'événements, tels que des erreurs d'identification de patients, de contournage des organes à risque et/ou des organes cibles et à nouveau d'étalonnage, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques. En outre, l'ASN constate une perte de mémoire des enseignements issus des événements significatifs de radioprotection (ESR) passés et une diminution régulière des ESR déclarés à l'ASN depuis 2015. Si celle-ci est pour partie attribuable à une meilleure sécurisation des traitements, une baisse de la culture de déclaration des événements internes est perceptible avec des comptes-rendus d'événements significatifs moins nombreux et des analyses moins approfondies. Par ailleurs, la survenue de cyberattaques souligne les nouveaux enjeux auxquels les professionnels de la radiothérapie sont confrontés dans un contexte où la numérisation des données est croissante. Enfin, les nouvelles techniques et pratiques, toujours en constante évolution, ne font toujours pas l'objet d'une évaluation suffisante pour permettre une évaluation des effets radio-induits à long terme (radiothérapie adaptative, hypofractionnement, flash-thérapie, etc.).

**En curiethérapie**, les inspections réalisées en 2022 dans près d'un quart des services de curiethérapie, mises en perspective de celles réalisées la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, ne mettent pas en évidence de manquement aux règles de radioprotection. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont ainsi jugées satisfaisantes. L'effort de formation des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité doit être poursuivi, et renforcé pour certains centres. L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, qui sont pleinement entrées en vigueur en 2022, continuent de se déployer progressivement, en particulier s'agissant des mesures permettant d'empêcher l'accès non autorisé à ces sources. Toutefois, certains centres font face à des difficultés de mise en conformité lorsque cette dernière requiert la réalisation de travaux importants. Les événements déclarés en 2022 soulignent l'importance d'avoir un système d'enregistrement des événements actif pour repérer au plus tôt les dysfonctionnements, de formaliser, réaliser et enregistrer les contrôles de qualité des appareils en veillant, pour ces derniers, à se conformer aux standards professionnels et consignes du constructeur.

**En médecine nucléaire**, les inspections de 2022 mises en perspective de celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, mettent en évidence le fait que la radioprotection est correctement prise en compte dans la grande majorité des services, avec des améliorations observées pour les services inspectés ces deux dernières années, en particulier pour la radioprotection des patients. Néanmoins, des améliorations sont nécessaires dans trois domaines : la gestion des effluents, pour maîtriser les rejets dans les réseaux d'assainissement ; la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.) et la formation à la radioprotection des professionnels. De même, l'organisation de la physique médicale a été jugée insuffisante dans 20 % des services inspectés en 2022 notamment au regard des enjeux de radioprotection associés aux traitements thérapeutiques ; son amélioration constitue un axe de progrès dans un contexte de déploiement de nouvelles thérapies basées sur des médicaments radiopharmaceutiques innovants. L'investissement des services de médecine nucléaire dans le déploiement des systèmes de management de la qualité se poursuit et l'ASN note une progression dans la formalisation des modalités d'habilitation des professionnels au poste de travail. Si la culture de déclaration des événements indésirables est présente dans la majorité des services inspectés en 2022, elle doit encore être développée. Les événements déclarés révèlent à nouveau que le processus d'administration des médicaments doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques, en raison des conséquences potentiellement graves en cas d'erreur d'administration.

**Dans le domaine des PIR**, les inspections de l'année 2022, mises en perspective de celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble des installations considérées à enjeux sur le plan de la radioprotection, mettent évidence le fait que la radioprotection progresse peu d'une année sur l'autre, avec toujours une situation meilleure dans les salles interventionnelles que dans les blocs opératoires, et des fragilités persistantes. Ainsi, dans la majorité des établissements, la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception se met en place lentement alors que ces aménagements sont essentiels pour prévenir les risques professionnels. Si la désignation des personnes compétentes en radioprotection, la délimitation des zones réglementées, la réalisation des vérifications techniques et des contrôles qualité des dispositifs médicaux sont jugées satisfaisantes, des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés, tant pour la radioprotection des professionnels que celle des patients, avec des situations non satisfaisantes s'agissant de la formation à la radioprotection des travailleurs et des patients et de la coordination des mesures de prévention lors de coactivité, en particulier avec les praticiens libéraux. Si le recours aux physiciens médicaux et la formalisation des plans d'organisation de la physique médicale progressent, la mise en œuvre de la démarche d'optimisation doit encore s'améliorer, en particulier dans les blocs opératoires où l'analyse des doses est encore insuffisamment réalisée et des constats de protocoles inadaptés ou absents demeurent. En revanche, la culture du signalement se diffuse ces quatre dernières années, avec la mise en place des systèmes d'enregistrement des événements. La déclaration des ESR souligne que les opérations de maintenance, qui peuvent avoir des répercussions sur les doses délivrées, doivent être correctement encadrées et que la formation des praticiens à l'utilisation des dispositifs médicaux est essentielle pour la maîtrise des doses. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire.

**En scanographie**, le contrôle de l'ASN porte essentiellement sur le respect de la mise en œuvre des exigences de la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 s'agissant notamment de la formalisation du principe de justification, afin d'éviter des doses inutiles aux patients, ainsi que de l'habilitation des professionnels au poste de travail. Lors de ses inspections menées en 2022, l'ASN constate encore un déploiement inégal du système d'assurance de la qualité concernant la traçabilité de la justification des examens dans les centres, avec des pratiques satisfaisantes dans certains services et encore peu avancées dans d'autres. Des progrès sont également attendus s'agissant de la formalisation de l'habilitation au poste de travail des professionnels.

## LE DOMAINE INDUSTRIEL, VÉTÉRINAIRE ET DE LA RECHERCHE

**Les exploitants du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche se caractérisent par leur diversité: ils sont nombreux et exercent leurs activités dans des structures de tailles et de statuts très hétérogènes; ils utilisent par ailleurs des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications. En matière de radioprotection, l'appréciation portée par l'ASN sur ces exploitants reste dans une grande continuité par rapport aux années précédentes.**

Parmi les activités nucléaires dans le **secteur industriel, la radiographie industrielle** et, en particulier, la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle par l'ASN. L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à l'organisation de la radioprotection, à la formation et au suivi dosimétrique des travailleurs, au recours à des opérateurs disposant du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) requis et à la maintenance des appareils de gammagraphie. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. L'ASN estime, plus généralement, que les donneurs d'ordre devraient privilégier les prestations de radiographie industrielle dans des casemates et non sur chantier. Par ailleurs, à la différence des dernières années, lors des quelques situations où la source radioactive n'a pu être ramenée en position de sécurité dans le gammagraphe, des actions et manipulations inappropriées ou interdites ont été entreprises par les opérateurs dans une majorité des cas, sans toutefois générer une exposition des opérateurs ou de leurs mains au-delà des limites réglementaires. L'ASN estime que la réapparition de tels cas, restant certes peu nombreux, constitue un sujet de vigilance car des actions inappropriées peuvent conduire à des surexpositions significatives, comme le montre chaque année le retour d'expérience international.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel (**les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particules dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant**), l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise des sources (10 ans par défaut), l'information des acquéreurs sur les modalités futures de reprise des sources, ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques doivent encore progresser.

Les actions engagées depuis plusieurs années par les exploitants continuent d'améliorer la radioprotection au sein des **laboratoires de recherche**. Les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents restent les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche

ou les universités, y compris pour ce qui concerne la réalisation et la traçabilité des contrôles avant élimination, la reprise des sources radioactives scellées inutilisées « historiques » ou l'évacuation régulière des déchets radioactifs entreposés. Il apparaît nécessaire que les exploitants renforcent les dispositions organisationnelles visant à assurer le respect des prescriptions de leurs autorisations, notamment celle relative à l'activité maximale détenue, ou à mettre en œuvre l'ensemble des vérifications techniques requises par la réglementation et qu'ils anticipent les coûts liés à la prise en charge des sources ou déchets « historiques ».

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie.

Pour les pratiques liées aux grands animaux, tels que les chevaux, ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie constituent des points de vigilance.

Pour ce qui concerne la **protection des sources de rayonnements contre les actes de malveillance**, plus particulièrement lorsque des sources radioactives de haute activité ou des lots de sources équivalents sont mis en œuvre, les inspections menées par l'ASN montrent que les exploitants mettent progressivement en place les dispositions nécessaires au respect des exigences fixées par l'arrêté du 29 novembre 2019. Ainsi, la catégorisation des sources, étape indispensable pour identifier les exigences applicables et mettre en œuvre une approche proportionnée aux risques, a été réalisée pour la très grande majorité des établissements concernés. De même, la délivrance des autorisations nominatives d'accès aux sources progresse, même si elle reste encore à mettre en place dans près de la moitié des établissements. L'ASN estime donc que des progrès notables sont encore nécessaires, d'autant plus que, depuis mi-2022, sont devenues applicables les exigences relatives à la présence de dispositifs physiques visant à empêcher un accès non autorisé aux sources et offrant une résistance à l'effraction conforme à celle exigée par l'arrêté. L'ASN poursuivra en 2023 ses actions de sensibilisation et de contrôle des exploitants sur ces sujets.

## LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

**Le transport de substances radioactives (TSR) implique de nombreux acteurs, les transporteurs bien évidemment, mais également les expéditeurs, les concepteurs et fabricants de colis, etc. La grande majorité des transports est liée aux besoins de l'industrie non nucléaire, du secteur médical ou de la recherche.**

**En 2022, l'ASN estime que la sûreté des TSR est, comme dans les années précédentes, globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à rapporter aux 770 000 transports réalisés chaque année.**

Le nombre d'événements significatifs relatifs au TSR sur la voie publique (88 événements déclarés à l'ASN en 2022) est en légère augmentation par rapport à 2021, avec une augmentation du nombre d'événements classés au niveau 1 de l'échelle INES. Le nombre d'événements concernant des transports de produits radiopharmaceutiques a également sensiblement augmenté. Les événements consistent essentiellement en :

- des non-conformités matérielles affectant un colis (détérioration de l'emballage notamment) ou son arrimage au moyen de transport, qui conduisent à affaiblir la résistance du colis (qu'un accident survienne ou pas). Ces cas ne concernent pas les transports de combustibles usés ou de déchets hautement radioactifs et touchent essentiellement les transports liés aux activités nucléaires de proximité;
- des dépassements, le plus souvent faibles, des limites fixées par la réglementation pour les débits de dose ou la contamination d'un colis;
- des erreurs ou oublis d'étiquetage de colis, essentiellement pour des transports liés aux activités nucléaires de proximité;
- des erreurs de livraison de produits radiopharmaceutiques. Ces produits étant souvent similaires d'un service hospitalier à un autre, ils ont pu pour la plupart être utilisés sans incidence sur la prise en charge des patients.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés aux installations nucléaires de base et de recherche, l'ASN constate que les exploitants effectuent de nombreux contrôles et, de ce fait, détectent mieux d'éventuels écarts. Elle estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément des modèles de colis et aux dossiers de sûreté correspondants. En outre, si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce, il revient à l'expéditeur de vérifier qu'elle est appropriée et de surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité, ce qui n'est pas toujours le cas.

En ce qui concerne les transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le contenu et la mise en œuvre réelle du programme de radioprotection des travailleurs, le système de management de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place. Ainsi, les contrôles à mener avant l'expédition d'un colis doivent être améliorés. Par exemple, les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. Les systèmes de management de la qualité restent encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, devrait être améliorée.

Enfin, pour les transports effectués avec des colis ne nécessitant pas un agrément de l'ASN, des progrès continuent d'être constatés par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le Guide de l'ASN n° 7 (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.

# ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES

L'année 2022 a été marquée par la publication de textes importants intéressant notamment les lanceurs d'alerte, l'évaluation environnementale, la responsabilité civile nucléaire, la création d'une délégation de programme interministérielle au nouveau nucléaire, les déchets radioactifs, le radon et la radioprotection. Cette année a également vu se poursuivre les travaux de révision de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB »).

## Les actualités nationales

### LES LOIS ET LES ORDONNANCES

● **Loi organique n° 2022-400 du 21 mars 2022 visant à renforcer le rôle du Défenseur des droits en matière de signalement d'alerte et loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte**

Avant l'intervention de la loi dite « Sapin 2 » n° 2016-1691 du 9 décembre 2016, sept lois sectorielles comportaient des dispositifs de protection des lanceurs d'alerte notamment la loi dite « Blandin » n° 2013-316 du 16 avril 2013 « relative à l'indépendance de l'expertise en matière de santé et d'environnement et à la protection des lanceurs d'alerte<sup>(1)</sup> ».

Intégrant la préconisation d'une étude du Conseil d'État<sup>(2)</sup> sur l'adoption d'un socle commun, la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 « relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique<sup>(3)</sup> » comporte une définition commune du lanceur d'alerte et met en place une procédure d'alerte commune et graduée.

La loi organique n° 2022-400 du 21 mars 2022 et la loi n° 2022-401 et du même jour<sup>(4)</sup> viennent renforcer le régime de protection des lanceurs d'alerte<sup>(5)</sup> et transposent la directive (UE) 2019/1937

du 23 octobre 2019 qui définit un cadre commun pour cette protection<sup>(6)</sup>. Une définition plus large du lanceur d'alerte, une simplification des canaux de signalement, le renforcement du régime de protection des lanceurs d'alerte, un nouveau statut pour l'entourage du lanceur d'alerte et un élargissement des missions du Défenseur des droits en matière de signalement constituent les principaux apports de ces lois.

● **Ordonnance n° 2022-582 du 20 avril 2022 portant adaptation du droit français au règlement (UE) 2017/745 du Parlement européen et du Conseil du 5 avril 2017 relatif aux dispositifs médicaux**

La réglementation européenne concernant les dispositifs médicaux a été modifiée en 2017 avec le règlement européen (UE) 2017/745, adopté par le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne (UE).

Ce nouveau cadre réglementaire a pour objectif la prise en compte d'un certain nombre d'évolutions, basées sur l'expérience, afin d'assurer la sécurité due aux patients et les développements technologiques dans le secteur des dispositifs médicaux.

1. Loi n° 2013-316 du 16 avril 2013 initiale et en vigueur. Avant sa modification par la loi Sapin 2 de 2016, la loi Blandin comportait une définition sectorielle du lanceur d'alerte, dans le domaine de la santé publique et de l'environnement. Autres dispositions de la loi Blandin, toujours en vigueur: l'obligation de tenir un registre des alertes externes pour les organismes d'expertise ou de recherche dans le domaine de la santé ou de l'environnement parmi lesquels figure l'Institut de sûreté nucléaire et de radioprotection - IRSN (cf. décret n° 2014-1628 du 26 décembre 2014); la création d'une commission administrative: la Commission nationale de la déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement (cnDAspe).

2. Étude du Conseil d'État: Le droit d'alerte: signaler, traiter, protéger du 25 février 2016.

3. Loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 (version initiale).

4. Loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte et loi organique n° 2022-400 du 21 mars 2022 visant à renforcer le rôle du Défenseur des droits en matière de signalement d'alerte. Voir aussi les avis 404000 et 404001 du 4 novembre 2021 du Conseil d'État sur les propositions de loi.

5. Les insuffisances de la protection des lanceurs d'alerte mise en place par la loi Sapin 2 ont notamment été relevées dans le rapport parlementaire d'information de juillet 2021 sur l'évaluation de l'impact de la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 (rapport AN n° 4325).

6. Directive (UE) 2019/1937 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2019 sur la protection des personnes qui signalent des violations du droit de l'UE.

Le champ d'application de cette réglementation intègre la finalité médicale à la définition des dispositifs médicaux et en étend les nouvelles dispositions à certains produits sans finalité médicale pour lesquels les mêmes exigences de sécurité ont vocation à s'appliquer en raison de leur fonctionnement et de leur profil de risque.

Ce nouveau règlement organise notamment un meilleur encadrement des modalités de désignation et de surveillance des organismes notifiés, qui certifient la conformité des dispositifs médicaux, et pose un cadre plus exigeant en matière d'évaluation et d'investigations cliniques pour ces produits.

Il prévoit un accroissement des exigences générales en matière de sécurité et de performance, ainsi qu'un enrichissement de la documentation technique, la mise en œuvre d'une traçabilité et d'une identification des dispositifs médicaux.

Il contient également des dispositions sur l'actualisation des procédures d'évaluation de la conformité, une meilleure information du patient concernant les dispositifs implantables et les dispositifs médicaux les plus à risque par la remise au patient d'une carte d'implant ou la publication d'un résumé des caractéristiques de sécurité et des performances de ces produits.

Enfin, il organise la structuration et la formalisation de la coordination européenne par la mise en place d'un groupe de coordination des autorités compétentes.

L'ordonnance adapte le droit national à ces nouvelles règles, notamment celles applicables aux opérateurs, depuis l'évaluation clinique jusqu'à la surveillance de marché des dispositifs médicaux.

## LES DÉCRETS ET LES ARRÊTÉS

### ● [Décret n° 2022-114](#) du 1<sup>er</sup> février 2022 relatif aux conditions techniques de fonctionnement de l'activité de médecine nucléaire

Ce décret fixe les conditions techniques de fonctionnement des activités de médecine nucléaire, diagnostiques et thérapeutiques.

Il crée une sous-section 17 relative à la « médecine nucléaire » après la sous-section 16 de la section 1 du chapitre IV du titre II du livre I<sup>er</sup> de la sixième partie du code de la santé publique.

Cette nouvelle sous-section prévoit un certain nombre d'obligations pesant sur le détenteur d'une autorisation de médecine nucléaire de mention « B ». Ces dernières sont relatives à la délimitation d'une zone disposant de salles dédiées à l'administration des médicaments radiopharmaceutiques (MRP), à l'attente des patients après l'administration de MRP, aux examens réalisés après l'administration de MRP, aux locaux de préparation et de reconstitution de MRP, aux contrôles des MRP, à l'activité de marquages cellulaires des éléments figurés du sang par un ou des radionucléides, à l'entreposage des déchets solides contaminés et des effluents radioactifs.

D'autres dispositions de ce décret portent sur la détention de certains équipements, la formation initiale et continue adaptée en radiopharmacie et en radioprotection des personnels, des patients, du public et de l'environnement, mais également à la connexion d'un système d'archivage et de partage des images et d'analyse des doses.

Il prévoit, en outre, que le patient doit être informé des données dosimétriques le concernant.

Enfin, le titulaire de l'autorisation est soumis à l'obligation d'assurance de la qualité.

### ● [Décret n° 2022-422](#) du 25 mars 2022 relatif à l'évaluation environnementale des projets

Ce décret introduit une « clause-filet » dans la procédure d'évaluation environnementale pour les projets situés en deçà des seuils de la nomenclature des projets soumis à évaluation environnementale annexée à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : en cas de risques d'incidences notables sur l'environnement, ces projets doivent faire l'objet d'un examen au cas par cas.

La « clause-filet » ne concerne pas les projets de création, de modification substantielle ou de démantèlement d'installations nucléaires de base, lesquels figurent certes dans la nomenclature des projets soumis à évaluation environnementale, mais sans seuils.

En pratique, L'ASN, qui est l'autorité compétente chargée de l'examen au cas par cas des projets de modifications notables d'installations nucléaires de base (INB), doit vérifier que le projet répond bien aux principes suivants :

- la question du risque d'incidences négatives notables doit se poser à la réception de toute demande d'autorisation de modification notable d'INB, comme le prévoit le deuxième alinéa du II de l'article R. 122-2 du code de l'environnement ;
- dans les cas plus particuliers de création ou d'extension d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) dans le périmètre d'une INB, il convient de se poser la question du risque d'incidences négatives notables indépendamment du fait que le projet soit ou non en deçà des seuils figurant à la ligne concernant les ICPE de la nomenclature annexée à l'article R. 122-2 du code de l'environnement.

### ● [Décret n° 2022-689](#) du 26 avril 2022 relatif aux conditions d'implantation de l'activité de soins de traitement du cancer et [décret n° 2022-693](#) du 26 avril 2022 relatif aux conditions techniques de fonctionnement de l'activité de soins de traitement du cancer

Ces décrets fixent les conditions d'implantation pour les activités de soins de traitement du cancer (selon la modalité de l'activité concernée : chirurgie oncologique, radiothérapie externe, curiethérapie et traitements médicamenteux systémiques du cancer), les conditions de l'autorisation de l'activité et de son renouvellement, et les conditions techniques de fonctionnement pour l'activité de soins de traitement du cancer (comme l'organisation d'une discussion collégiale en réunion de concertation pluridisciplinaire sur les changements significatifs d'orientation thérapeutique, des dispositions spécifiques aux personnes mineures et aux jeunes adultes, l'établissement d'un plan de formation pluriannuel, ou encore des conditions spécifiques à la chirurgie oncologique, à la radiothérapie externe, la curiethérapie et aux traitements médicamenteux systémiques du cancer).

### ● [Décret n° 2022-907](#) du 20 juin 2022 relatif aux plans communal et intercommunal de sauvegarde et modifiant le code de la sécurité intérieure

Ce décret a pour objectif de définir les modalités prévues aux nouveaux articles [L. 731-3](#) et [L. 731-4](#) du code de la sécurité intérieure relatif au plan communal de sauvegarde (PCS) et au plan intercommunal de sauvegarde (PICS). Il s'agit de préciser les modalités de réalisation et de mise en œuvre de ces plans, afin d'assurer la gestion des crises à tous les échelons territoriaux.

Le PCS est un document d'organisation globale de gestion des situations de crise impactant la population selon leur nature, leur ampleur et leur évolution. Ce plan prépare et assure la réponse opérationnelle au profit de la protection et de la sauvegarde de la population.

Le PICS est un document d'organisation de la réponse opérationnelle à l'échelon intercommunal face aux situations de crise, au profit des communes impactées. Il organise la coordination et la solidarité intercommunale.

● **Décret n° 2022-1186 du 25 août 2022 portant application de l'article L. 597-4 du code de l'environnement relatif à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire et codifiant les dispositions applicables aux sites ne comportant que des installations présentant un risque réduit**

Ce décret prévoit, dans le chapitre VII du titre IX du livre V du code de l'environnement (partie réglementaire) intitulé « Dispositions applicables à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire », les caractéristiques des installations présentant un risque réduit en matière de responsabilité civile nucléaire.

Il prévoit également les conditions pour bénéficier d'un plafond réduit de responsabilité civile lorsque le site comporte uniquement des installations présentant un risque réduit au sens de ce décret et figure sur une liste établie par arrêté ministériel.

À titre transitoire, les sites listés comme présentant un risque réduit et ouvrant droit pour leurs exploitants à un montant de responsabilité réduit en application du [décret n° 2016-333 du 21 mars 2016](#) portant application de l'[article L. 597-28 du code de l'environnement](#) et relatif à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire à la date de publication du présent décret le demeurent sans que l'exploitant ait à déposer de nouvelle demande.

Enfin, il est applicable à la Nouvelle-Calédonie, la Polynésie française, Wallis-et-Futuna et aux Terres australes et antarctiques françaises.

● **Décret n° 2022-1165 du 20 août 2022 portant création et organisation de l'inspection générale de l'environnement et du développement durable**

Ce décret a été adopté conformément aux dispositions de l'article 17 du [décret n° 2022-335](#) du 9 mars 2022 relatif aux services d'inspection générale ou de contrôle et aux emplois au sein de ces services.

Il crée l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) en remplacement du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD).

Il définit l'organisation et les missions de l'IGEDD et précise les conditions et méthodes de travail visant à garantir l'indépendance et l'impartialité des travaux de ses membres.

● **Décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022 relatif aux procédures de recueil et de traitement des signalements émis par les lanceurs d'alerte et fixant la liste des autorités externes instituées par la loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte**

La loi organique n° 2022-400 du 21 mars 2022 visant à renforcer le rôle du Défenseur des droits en matière de signalement d'alerte et la loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte modifiant la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique dite « loi Sapin 2 » ont été adoptées afin de transposer la directive (UE) 2019/1937 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2019 sur la protection des personnes qui signalent des violations du droit de l'UE.

Les lanceurs d'alerte disposent de plusieurs possibilités : adresser leur signalement en interne ; envoyer le signalement à une autorité externe, listée par décret en Conseil d'État, au Défenseur des droits, à l'autorité judiciaire, à une entité européenne compétente.

Le décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022 prévoit les dispositions réglementaires permettant d'assurer, avec les lois ci-dessus, la transposition complète en droit interne de la directive mentionnée précédemment.

Il prévoit ainsi les dispositions relatives à la procédure interne de recueil et de traitement des signalements et la procédure externe de recueil et de traitement des signalements par les autorités compétentes désignées dans une liste annexée au décret.

Le texte est applicable en Polynésie française, dans les îles Wallis-et-Futuna et en Nouvelle-Calédonie, et s'applique également dans les collectivités d'outre-mer soumises au principe d'identité législative : Guadeloupe, Guyane, Martinique, La Réunion, Mayotte, Saint-Martin, Saint-Barthélemy et Saint-Pierre-et-Miquelon.

● **Décret n° 2022-1411 du 7 novembre 2022 instituant une délégation de programme interministérielle au nouveau nucléaire**

Ce décret crée une délégation de programme interministérielle au nouveau nucléaire placée auprès du Premier ministre.

Cette délégation assure la supervision de la réalisation de programmes industriels de construction de nouveaux réacteurs électronucléaires en France.

Elle effectue sa mission en lien avec les administrations centrales et les services à compétence nationale relevant des ministres chargés de l'énergie, de l'environnement, de la sûreté nucléaire, de l'industrie, de l'économie et du budget, ainsi qu'avec les préfets des territoires d'implantation des nouveaux réacteurs.

● **Décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs**

Ce décret fixe les prescriptions du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

Outre des dispositions générales sur ce plan, il contient des dispositions opposables aux détenteurs de matières et de déchets radioactifs sur la gestion des entreposages de matières et de déchets radioactifs, la gestion des matières radioactives, ainsi que la gestion à long terme des déchets radioactifs.

Ces dernières dispositions portent notamment sur la prescription de travaux par le PNGMDR ou par l'arrêté mentionné à l'article D. 542-74 du code de l'environnement, la tenue à jour de l'état de disponibilité des capacités d'entreposage des substances par catégorie de matières et de déchets et l'identification des besoins futurs, les moyens permettant de maintenir la mémoire des stockages historiques de déchets radioactifs, la transmission de l'actualisation des coûts de gestion des substances, l'information du ministre chargé de l'énergie sur l'impossibilité de respecter les échéances fixées, la communication au ministre chargé de l'énergie des informations relatives aux coûts des principaux grands projets déployés dans le cadre du PNGMDR.

● **Arrêté du 1<sup>er</sup> février 2022 fixant pour un site autorisé le nombre d'équipements de médecine nucléaire en application du II de l'article R. 6123-136 du code de la santé publique**

Le premier alinéa du II de l'article R. 6123-136 du code de la santé publique contient des dispositions relatives à l'autorisation d'activité de médecine nucléaire et au nombre maximal d'équipements de médecine nucléaire pour un site autorisé. Il renvoie la fixation de ce nombre à un arrêté du ministre chargé de la santé.

Le présent arrêté fixe donc le nombre maximal de ces équipements à trois (article 1<sup>er</sup>).

Le troisième alinéa du II de l'article R. 6123-136 du code de la santé publique prévoit que le ministre fixe un nombre plus élevé de ces équipements dans le cas où le volume des actes, la spécialisation de l'activité ou la situation territoriale le justifient.

Ce nombre est fixé par l'arrêté au triple du nombre fixé par l'article 1<sup>er</sup> (article 2).

En pratique, c'est le directeur général de l'agence régionale de santé compétente qui peut autoriser le titulaire à disposer d'un nombre d'équipements supérieur au nombre maximal autorisé.

- **Arrêté du 24 octobre 2022** relatif aux modalités et aux fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'une activité nucléaire

Cette arrêté définit les modalités et les fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'une activité nucléaire lorsque l'activité relève des régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration, mentionnés à l'article L. 1333-8 du code de la santé publique et qu'elle génère des effluents ou des déchets contaminés par des radionucléides ou susceptibles de l'être.

### Les installations nucléaires de base

- **Arrêté du 7 février 2012** fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit «arrêté INB»)

Les travaux de révision de cet arrêté se sont poursuivis en 2022.

## LES DÉCISIONS DE L'ASN

### Les équipements sous pression nucléaires

- **Décision n° 2021-DC-0713** de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du 23 septembre 2021 relative aux équipements sous pression nucléaires (ESPN), encadrant la réalisation de certains essais et analyses (homologuée par arrêté du 6 janvier 2022 portant homologation de la décision n° 2021-DC-0713 de l'ASN du 23 septembre 2021 relative aux ESPN, encadrant la réalisation de certains essais et analyses)

Cette décision fixe une liste d'essais et d'analyses chimiques qui doivent être réalisés par des laboratoires accrédités. La liste contient les essais et analyses complexes dont les résultats sont les plus importants dans la démonstration de la conformité d'un équipement, comme les essais de traction, de résilience ou encore la caractérisation de certaines espèces chimiques entrant dans la composition des éléments d'alliage ou pouvant être nocives pour les équipements. Pour chaque essai et analyse chimique, elle précise la date à partir de laquelle cet essai devra être réalisé par un laboratoire accrédité. La décision ne rend pas de norme d'application obligatoire. La liste des essais figurant dans la décision fait toutefois référence à des normes internationales. L'accréditation des laboratoires selon celles-ci permettront de satisfaire aux exigences de la décision. Il sera possible pour un laboratoire de demander l'accréditation selon toute norme équivalente.

- **Décision n° 2021-DC-0714** de l'ASN du 23 septembre 2021 relative à l'intégration au sein d'une INB de certains ESPN en cours d'évaluation de la conformité (homologuée par arrêté du 6 janvier 2022 portant homologation de la décision n° 2021-DC-0714 de l'ASN du 23 septembre 2021 relative à l'intégration au sein d'une INB de certains ESPN en cours d'évaluation de la conformité)

Cette décision précise le type d'équipements pouvant faire l'objet d'une opération d'intégration lorsque l'équipement est encore en cours d'évaluation de la conformité. Elle précise également les modalités de réalisation de l'évaluation de la conformité des équipements intégrés ainsi que des assemblages permanents d'intégration.

### Le radon

- **Décision n° 2022-DC-0743** de l'ASN du 13 octobre 2022 relative aux conditions d'agrément des organismes chargés des prestations mentionnées aux 1°, 2° et 3° du I de l'article R. 1333-36 du code de la santé publique (homologuée par arrêté du 23 décembre 2022 relatif à l'homologation de la décision n° 2022-DC-0743 de l'ASN du 13 octobre 2022 relative aux conditions d'agrément des organismes chargés des prestations mentionnées aux 1°, 2° et 3° du I de l'article R. 1333-36 du code de la santé publique)

Cette décision fixe, en application du II de l'article R. 1333-36 du code de la santé publique, les modalités de délivrance, de contrôle et de retrait de l'agrément, la liste détaillée des informations à joindre à la demande d'agrément, et les critères d'agrément des organismes.

Le processus d'agrément antérieur est conservé et reprend les dispositions existantes de la décision n° 2009-DC-0134 du 7 avril 2009 sur le dépôt des dossiers, leur instruction par l'ASN, la délivrance d'un agrément ou son refus d'agrément après avis d'une commission d'agrément.

Les exigences en matière de gestion de la qualité restent identiques : les organismes doivent réaliser les mesurages selon des méthodes normalisées mais n'ont pas l'obligation d'avoir une organisation sous assurance qualité.

En termes de nouveautés, cette décision définit deux niveaux d'agrément contre trois actuellement et actualise les dispositions réglementaires en intégrant la rédaction et les nouvelles références réglementaires du code de la santé publique issues du décret n°2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.

Enfin, une disposition transitoire permet de maintenir la validité des agréments actuels de niveau 1 option B et niveau 2 jusqu'à leur échéance.

- **Décision n° 2022-DC-0744** de l'ASN du 13 octobre 2022 relative aux objectifs, à la durée et au contenu des programmes de formation des personnes qui réalisent les mesurages de l'activité volumique en radon (homologuée par arrêté du 23 décembre 2022 relatif à l'homologation de la décision n° 2022-DC-0744 de l'ASN du 13 octobre 2022 relative aux objectifs, à la durée et au contenu des programmes de formation des personnes qui réalisent les mesurages de l'activité volumique en radon)

La décision actualise, en application du II de l'article R. 1333-36 du code de la santé publique, les dispositions de la décision n° 2009-DC-0136 de l'ASN du 7 avril 2009 de relative aux objectifs, à la durée et au contenu des programmes de formation des personnes qui réalisent les mesures d'activité volumique du radon.

Le contenu de la formation reprend celui du niveau 1 option A et du niveau 2 actuels, en limitant le champ à l'application des dispositions du code de la santé publique. La rédaction a été revue en matière d'objectifs pédagogiques et de compétences attendues, exprimées en matière de savoirs et de savoir-faire. La durée minimale de la formation du niveau 2 est portée à 14 heures au lieu d'un jour (un nombre d'heures a été fixé plutôt qu'un nombre de jours). Les « cas concrets » sont remplacés par « une mise en situation dans un bâtiment ».

Une disposition transitoire permet de maintenir la validité des attestations de compétence actuelles de niveau 1 option A et niveau 2.

● **Décision n° 2022-DC-0745** de l'ASN du 13 octobre 2022 relative à la transmission des résultats des mesurages de l'activité volumique en radon réalisés dans les établissements recevant du public (ERP) mentionnés à l'article D.1333-32 du code de la santé publique (*homologuée par arrêté du 21 décembre 2022 relatif à l'homologation de la décision n° 2022-DC-0745 de l'ASN du 13 octobre 2022 relative à la transmission des résultats des mesurages de l'activité volumique en radon réalisés dans les ERP mentionnés à l'article D. 1333-32 du code de la santé publique*)

L'article R. 1333-36 du code de la santé publique prévoit que l'IRSN et les organismes agréés transmettent à l'ASN les résultats des mesurages de l'activité volumique en radon réalisés par ces établissements et qu'une décision de l'ASN définit la nature des données et les modalités de leur transmission. Elles sont actuellement fixées par la décision n° 2015-DC-0507 de l'ASN du 9 avril 2015 relative aux règles techniques de transmission des résultats de mesure du radon réalisées par les organismes agréés et aux modalités d'accès à ces résultats.

La présente décision fixe les informations que les organismes radon devront renseigner dans la plateforme [demarches-simplifiees.fr](https://demarches-simplifiees.fr), qui remplace le système d'information en santé environnement des établissements recevant du public (SISE-ERP) mis en place par la Direction générale de la santé (DGS).

### Les déchets

● **Décision n° 2022-DC-0749** de l'ASN du 29 novembre 2022 modifiant la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB et la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base (*en attente d'homologation par arrêté du ministre chargé de la sûreté nucléaire*)

Tout déchet produit dans une INB, qu'il soit radioactif ou non, doit faire l'objet d'une gestion rigoureuse, adaptée à ses caractéristiques. À ce titre, la réglementation a imposé que la demande d'autorisation de mise en service d'une INB comporte une « étude sur la gestion des déchets », présentant et justifiant les modalités de gestion des déchets dans cette installation et les moyens de gestion associés, en vue de réduire la quantité et la nocivité des déchets produits.

Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire a modifié la réglementation. L'étude d'impact, transmise lors de la demande d'autorisation de création d'une INB et mise à jour aux grandes étapes de sa vie, doit désormais justifier l'optimisation de la gestion des déchets, notamment au regard des effets de l'installation sur l'environnement et la santé.

À cette occasion, l'étude sur la gestion des déchets a été supprimée en tant que document autoportant, son contenu étant intégré en grande partie à l'étude d'impact. Les éléments de l'étude non repris dans l'étude d'impact, et relatifs aux modalités opérationnelles de gestion des déchets, ont vocation à être repris dans les règles générales d'exploitation des INB.

Afin de prendre en compte ces évolutions réglementaires, la présente décision modifie :

- la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB ;
- la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des INB.

Les modifications apportées sont de plusieurs types :

- en premier lieu, elle répartit le contenu de l'étude sur la gestion des déchets entre l'étude d'impact, qui doit présenter les déchets produits dans l'INB et justifier la prise en compte effective des objectifs fixés par le code de l'environnement, tels que la hiérarchie des modes de gestion des déchets ou le respect des orientations des plans nationaux et régionaux sur la gestion des déchets, et les règles générales d'exploitation (RGE), qui comportent les dispositions liées à l'exploitation courante de l'INB et peuvent évoluer plus fréquemment ;
- en second lieu, elle renforce certaines exigences sur la gestion des déchets, afin d'assurer une meilleure maîtrise de la durée d'entreposage des déchets dans les installations, de garantir une réévaluation périodique de l'optimisation de la gestion des déchets et de permettre une meilleure articulation avec les différents plans de gestion des déchets, radioactifs ou conventionnels.

La décision prévoit enfin un meilleur encadrement des déchets provenant d'une zone à déchets conventionnels et présentant une contamination radioactive, ce qui constitue une situation anormale devant être gérée en tant que telle.

### Décisions prises en application du code de la santé publique

● **Décision n° 2022-DC-0747** de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant des règles que le responsable de l'activité nucléaire est tenu de faire vérifier en application de l'article R. 1333-172 du code de la santé publique et **n° 2022-DC-0748** de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant les conditions et les modalités d'agrément des organismes chargés des vérifications mentionnées à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique (*ces deux décisions sont en attente d'homologation par arrêté du ministre chargé de la radioprotection*)

La décision n° 2022-DC-0747 complète l'arrêté du 24 octobre 2022 relatif aux modalités et aux fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'activité nucléaire pris pour l'application du III de l'article R. 1333-172 du code de la santé publique, dans sa rédaction issue du décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Cette décision abroge, pour ce qui concerne les dispositions relatives au code de la santé publique, à sa date d'entrée en vigueur, la décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN du 4 février 2010 qui encadrait précédemment les contrôles techniques tant pour le code de la santé publique que pour le code du travail.

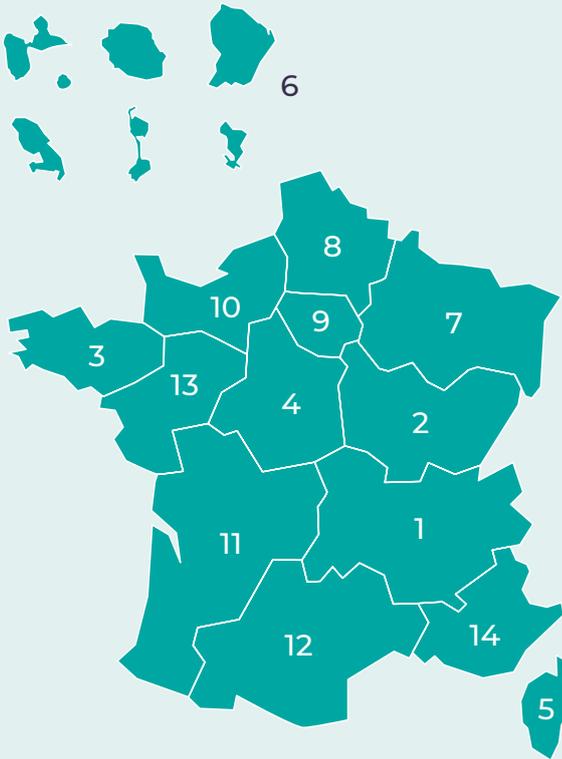
La décision n° 2022-DC-0748 répond à l'article R. 1333-174 du code de la santé publique qui appelle une décision de l'ASN pour les organismes agréés pour les vérifications dans le domaine de la radioprotection concernant la liste détaillée des informations à joindre à la demande d'agrément et de renouvellement d'agrément mentionnée au II de l'article R. 1333-172 et les modalités de délivrance, de renouvellement, de contrôle et de suspension des agréments.



# LE PANORAMA RÉGIONAL

de la sûreté nucléaire  
et de la radioprotection

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de 11 divisions territoriales lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les départements et régions d'outre-mer. Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative. Au 31 décembre 2022, les divisions territoriales de l'ASN comprennent 217 agents, dont 172 inspecteurs.



<b>1</b> Auvergne-Rhône-Alpes .....	p. 38
<b>2</b> Bourgogne-Franche-Comté .....	p. 48
<b>3</b> Bretagne .....	p. 49
<b>4</b> Centre-Val de Loire .....	p. 50
<b>5</b> Corse .....	p. 56
<b>6</b> Départements et régions d'outre-mer .....	p. 57
<b>7</b> Grand Est .....	p. 58
<b>8</b> Hauts-de-France .....	p. 62
<b>9</b> Île-de-France .....	p. 64
<b>10</b> Normandie .....	p. 72
<b>11</b> Nouvelle-Aquitaine .....	p. 83
<b>12</b> Occitanie .....	p. 86
<b>13</b> Pays de la Loire .....	p. 91
<b>14</b> Provence-Alpes-Côte d'Azur .....	p. 92

Les divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives et des activités nucléaires de proximité; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression (ESP), ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations. Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent, par exemple, aux réunions des commissions locales d'information (CLI) des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans les INB de chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.

**i IMPORTANT**

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8 et 9.



DOMAINE MÉDICAL > Chapitre **07**



DOMAINE RECHERCHE ET INDUSTRIE > Chapitre **08**



DOMAINE TRANSPORT > Chapitre **09**



# RÉGION

# Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

En 2022, l'ASN a réalisé 330 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 116 dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban, de Cruas-Meysses et du Tricastin, 91 dans les usines et les installations en démantèlement, 107 dans le nucléaire de proximité et 16 dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 19 journées d'inspection du travail, dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville.

En 2022, 36 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (**échelle INES**) ont été déclarés à l'ASN, dont 30 survenus dans les installations nucléaires de base (INB) et 6 dans le nucléaire de proximité.

Par ailleurs, un événement a été classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO (échelle spécifique pour les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'une procédure de radiothérapie).

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal. L'ASN a également mis en demeure un exploitant nucléaire et un responsable d'activité nucléaire de se conformer à la réglementation.

L'ASN a modifié temporairement les prescriptions encadrant les rejets thermiques des centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban et du Tricastin pendant les épisodes caniculaires de l'été 2022 (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## SITE DU BUGEY

Le site industriel du Bugey comprend diverses installations, dont la centrale nucléaire du Bugey, exploitée par EDF, sur le territoire de la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 km à l'est de Lyon. Elle est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques (MWe) chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89.

Le site comprend également un réacteur de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) et le Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Enfin, le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la [suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

## Centrale nucléaire du Bugey

### Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Bugey en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. En revanche, elle considère que les performances globales de la centrale nucléaire en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire se sont dégradées en 2022, dans un contexte industriel pourtant moins chargé que les années précédentes. L'ASN constate toujours des fragilités sur la mise en configuration des circuits, la gestion des essais périodiques, la planification et la réalisation des activités de maintenance et des essais de requalification, ainsi que sur la problématique des pièces de rechange. Malgré de premières améliorations, la gestion des situations d'urgence et la maîtrise des risques liés à l'incendie doivent être améliorées. Des progrès sont également attendus concernant le maintien en bon état de la première barrière constituée par les gaines de confinement du combustible. La gestion des modifications

liées aux quatrièmes visites décennales apparaît désormais comme globalement satisfaisante. Néanmoins, à la suite de la détection, en 2022, de dégradations d'un joint du dispositif de maintien à sec, installé lors des quatrièmes visites décennales des réacteurs, entre la piscine et le plan de joint de la cuve sur les réacteurs 2 et 4, l'ASN a mis en demeure EDF, le 3 août 2022, de se conformer aux dispositions applicables du rapport de sûreté des réacteurs 2, 4 et 5 lors du prochain arrêt pour renouvellement du combustible et au plus tard le 24 mars 2024. La phase de redémarrage du réacteur 5 à l'issue de sa quatrième visite décennale a également été marquée [par des aléas techniques et de nombreux événements significatifs pour la sûreté](#). Enfin, en matière d'exploitation des réacteurs, la surveillance en salle de commande et la gestion des compétences des équipes de conduite sont globalement satisfaisantes.

En matière de radioprotection, l'ASN a relevé positivement en inspection la mise en place des pôles de compétences en radioprotection. Toutefois, des fragilités persistent en matière de culture de radioprotection des intervenants, de propreté radiologique des installations et de confinement des chantiers à risque de dispersion de contamination. L'ASN attend des progrès sur la prévention de la contamination des voiries qui demeure un point en retrait sur le site.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la gestion des déchets se maintient à un niveau globalement satisfaisant. Malgré le renforcement de l'organisation observé en 2021 sur le traitement des écarts affectant les rétentions, certains écarts ont à nouveau été relevés en 2022. L'ASN attend un plan d'action ambitieux afin de retrouver de manière pérenne l'étanchéité des rétentions ultimes du site.

En matière de santé et de sécurité au travail, l'ASN considère que les résultats d'accidentologie du site demeurent satisfaisants. Les efforts doivent être maintenus pour améliorer la perception et la prévention des risques tant lors de la planification des interventions, que de leur réalisation et du repli des chantiers, notamment pour ce qui concerne les prestataires.

### Réacteur 1 en démantèlement

[Bugey 1](#) est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération, qui fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG « intégré », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

En mars 2016, compte tenu des difficultés techniques, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air », et non plus « sous eau » comme envisagé initialement. Par [décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020](#), à la suite de la modification de la stratégie de démantèlement d'EDF, l'ASN a prescrit à EDF d'achever, au plus tard en 2024, les opérations de démantèlement des bâtiments et équipements qui ne sont pas nécessaires au démantèlement du caisson du réacteur.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des centrales nucléaires exploitées par EDF :

- Bugey (4 réacteurs de 900 MWe),
- Cruas-Meysses (4 réacteurs de 900 MWe),
- Saint-Alban (2 réacteurs de 1300 MWe),
- Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe);

### les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère;

### les usines du « cycle du combustible nucléaire » exploitées par Orano sur la plateforme industrielle du Tricastin;

### la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) exploitée par EDF;

### le Réacteur à haut flux (RHF) exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble;

### l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF;

### le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire du Bugey, exploité par EDF;

### le réacteur Superphénix en démantèlement à Creys-Malville, exploité par EDF, ainsi que ses installations annexes;

### l'irradiateur Ionisos à Dagneux;

### la Station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance (STED) du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) à Grenoble, en attente de déclassement à la suite de son démantèlement;

### le centre de recherche international de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), situé à la frontière entre la Suisse et la France;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical:

- 23 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 23 services de médecine nucléaire,
- 121 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 157 scanners au sein de 115 établissements,
- environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7  
p. 210

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche:

- 1 synchrotron,
- environ 500 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques),
- 33 agences de radiologie industrielle,
- environ 600 utilisateurs d'équipements industriels,
- plus de 70 unités de recherche publiques ou privées;



Chapitre 8  
p. 242

### des activités liées au transport de substances radioactives;



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN:

- 3 organismes et 8 agences pour le contrôle de la radioprotection.

En 2020, le réacteur Bugey 1 a reçu l'autorisation de l'ASN de créer une nouvelle installation d'entreposage des effluents dont le chantier a débuté en 2022 et qui remplacera l'ancienne station, laquelle sera mise hors service, démantelée et assainie.

Après analyse du rapport des conclusions des réexamens périodiques des réacteurs UNGG, l'ASN a indiqué en décembre 2021 qu'elle n'a pas d'objection à la poursuite du démantèlement de ce réacteur. L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

## Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés

L'installation de [conditionnement](#) et d'[entreposage](#) de déchets activés (Iceda) constitue l'[INB 173](#) et a pour objet le conditionnement et l'entreposage de diverses catégories de [déchets radioactifs](#) sur le site du Bugey (Ain). Elle est conçue pour réceptionner, conditionner et entreposer :

- des déchets de graphite de faible activité à vie longue ([FA-VL](#)) issus de la [déconstruction](#) du réacteur de Bugey 1, destinés, après entreposage, à un stockage en faible profondeur dont le concept est encore à l'étude ;
- des déchets métalliques activés, de moyenne activité à vie longue ([MA-VL](#)), issus de l'exploitation des centrales en fonctionnement, par exemple des pièces ayant séjourné à proximité du cœur du réacteur, comme des [grappes de commande](#), destinés, après entreposage, à un stockage en couche géologique profonde ;
- certains déchets de faible ou moyenne activité à vie courte ([FMA-VC](#)), dits à « envoi différé », destinés au stockage en surface, mais nécessitant une décroissance radioactive de quelques années à quelques dizaines d'années avant leur acceptation au centre de stockage de l'Aube (CSA – INB 149), exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)).

L'ASN a autorisé, le 28 juillet 2020, la mise en service d'[Iceda](#) et encadré l'exploitation de l'installation par des prescriptions relatives au domaine de fonctionnement, aux durées maximales d'entreposage des déchets radioactifs, à la définition de

critères de déclenchement du plan d'urgence interne (PUI), au contenu du dossier de fin de démarrage qui a été remis le 24 mars 2022, au respect des hauteurs de qualification des colis de déchets et aux modalités de réception des crayons sources de Chooz A. Le premier colis de déchets activés a été réceptionné fin septembre 2020. Par courrier du 5 mai 2021, EDF a déposé, auprès de la ministre chargée de la sûreté nucléaire, une demande de modification du décret d'autorisation de création d'Iceda, en vue d'accueillir les déchets de démantèlement de Fessenheim, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

Sur le conditionnement des déchets, l'ASN a autorisé EDF à conditionner ses déchets en colis C1PGSP le 19 juillet 2021 par la [décision n° CODEP-DRC-2021-013808](#). L'ASN a cependant noté que des études complémentaires étaient encore en cours et a décidé, dans son autorisation, de limiter la puissance thermique dégagée par chaque colis et au sein de chaque hall d'entreposage et de borner au 31 décembre 2023 la validité de son accord de conditionnement. La prolongation de cet accord est conditionnée par la remise des études complémentaires susmentionnées au plus tard le 31 décembre 2022 et à l'accord de l'ASN à la suite de leur examen. Ces études ont été transmises à l'ASN le 19 décembre 2022 et sont en cours d'instruction par l'ASN.

Les inspections réalisées en 2022 sur l'installation ont mis en évidence des faiblesses dans l'organisation mise en place permettant d'assurer la gestion des déchets induits par le processus sur le site. Un plan d'action a été remis par EDF en décembre 2022 et fera l'objet d'un examen et d'un contrôle de l'ASN.

## Magasin interrégional

Situé au Bugey et exploité par EDF, le Magasin interrégional (MIR – [INB 102](#)) est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

Le MIR a présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2022, année de reprise de ses activités d'exploitation après la rénovation de différents matériels.

## Centrale nucléaire de Saint-Alban

La [centrale nucléaire de Saint-Alban](#), exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'[INB 119](#), le réacteur 2, l'[INB 120](#).

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban en matière de sûreté nucléaire se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale du parc.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que la centrale nucléaire de Saint-Alban maintient en 2022 ses bonnes performances. Les installations du site sont exploitées et maintenues de façon satisfaisante. L'ASN considère que le site doit poursuivre les actions engagées pour améliorer la prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains. En matière de maintenance, le réacteur 2 a été arrêté pour sa visite partielle et son rechargement en combustible. L'ASN considère qu'EDF a maîtrisé la qualité de réalisation des activités prévues et le respect des exigences de sûreté associées.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les résultats opérationnels ont été satisfaisants. Cependant, l'ASN attend encore un renforcement de la culture de radioprotection et de la rigueur du balisage des chantiers, des outillages et des déchets nucléaires.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN attend un traitement plus réactif des aléas techniques impactant les dispositifs de protection de l'environnement.

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN considère que les résultats du site sont relativement satisfaisants. Aucun accident grave ou relatif aux risques critiques n'a eu lieu. Cependant, plusieurs « presque accidents » en lien avec le risque électrique nécessitent une attention particulière.

## Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse

La [centrale nucléaire de Cruas-Meyssse](#), mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meyssse, est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. En revanche, elle considère que les performances globales de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN a relevé en 2022 une recrudescence d'écart et de non-qualités des activités de maintenance, lors des quatre arrêts de réacteurs réalisés en 2022 et considère que la qualité de réalisation des activités de maintenance n'est pas à l'attendu. Seul l'arrêt du réacteur 1 s'est déroulé de façon globalement satisfaisante. Par ailleurs, l'occurrence de plusieurs événements significatifs relatifs à des situations de non-conformités aux règles générales d'exploitation (RGE) montre que la rigueur d'exploitation doit également être améliorée. De plus, l'ASN a mis en évidence des lacunes lors de sa campagne d'inspection sur le thème de la gestion des compétences des équipes de conduite et a demandé à EDF de mettre en place des actions correctives.

L'ASN attend donc que le site renforce, en 2023, la rigueur de réalisation des activités d'exploitation et de maintenance avant la première quatrième visite décennale du site sur le réacteur 3 qui débutera en 2024.

En matière de radioprotection, l'année 2022 se situe dans la continuité des années précédentes, avec une exposition collective maîtrisée des intervenants, mais avec des difficultés à obtenir des niveaux satisfaisants de propreté radiologique lors des arrêts de réacteur et à maintenir le bon état des sas de confinement des zones de chantier. Ces situations conduisent encore à des événements de contamination d'intervenants, sans qu'elles ne dépassent les doses autorisées, ainsi qu'à des contaminations des voiries.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN relève que la gestion des déchets et des aires d'entreposage est désormais satisfaisante. Toutefois, des progrès sont attendus notamment concernant le confinement des effluents. L'ASN relève, comme en 2021, des lacunes dans la maîtrise du risque de dispersion et de prolifération des légionnelles au niveau du circuit tertiaire où des progrès sont attendus.

En matière de santé et de sécurité au travail, les résultats du site sont satisfaisants. L'accidentologie reste maîtrisée, des efforts restent cependant nécessaires sur la maîtrise du risque de chute de hauteur et lors de l'utilisation des engins de chantier et de levage. Un accident grave a eu lieu lors de l'utilisation d'une nacelle élévatrice.

## SITE DU TRICASTIN

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans les départements de la Drôme et du Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il est implanté sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse. Ce site regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du « cycle du combustible nucléaire » et, enfin, une base chaude opérationnelle qui assure les opérations de maintenance et d'entreposage.

## Centrale nucléaire du Tricastin

La [centrale nucléaire du Tricastin](#) est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun : les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87, les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur le parc nucléaire d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire se sont améliorées. Le site a progressé sur la maintenance des équipements et sur l'exploitation des installations. En 2022, les quatre réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin ont été arrêtés pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible. Le réacteur 3 a notamment fait l'objet de sa quatrième visite décennale et les modifications prévues pour le renforcement de la sûreté ont été intégrées de façon satisfaisante. Pour les quatre arrêts de réacteurs, l'ASN considère qu'EDF a maîtrisé la réalisation des activités prévues en respectant les exigences de sûreté associées. Des fragilités ont toutefois été constatées sur la maîtrise du risque incendie liées, en particulier, à la maintenance des moyens de lutte et deux événements significatifs déclarés sont liés à ce risque. L'ASN a toutefois relevé la survenue de plusieurs événements significatifs sur le dernier trimestre 2022 en lien avec la planification et la préparation des activités de maintenance, auxquels l'ASN restera attentive en 2023.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont en léger retrait par rapport à 2021. En effet, plusieurs événements significatifs dans ce domaine ont été déclarés et des défauts de maîtrise de la propreté radiologique des chantiers ont été relevés. De même, plusieurs détections de contaminations d'intervenants en sortie de site ont été déclarées en 2022. L'ASN relève toutefois des progrès en matière de dosimétrie des intervenants sur l'arrêt du réacteur 1, en fin d'année 2022.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN attend des améliorations des pratiques du site. Si la gestion des déchets se maintient à un niveau globalement satisfaisant, l'analyse d'événements significatifs pour l'environnement, dont l'événement de pollution des eaux souterraines par des effluents contenant du tritium survenu en décembre 2021 et le dépassement de la concentration limite réglementaire en hydrocarbures en sortie d'un déshuileur en octobre 2022, a montré que la maîtrise des entreposages d'effluents et de confinement liquide, ainsi que la maintenance des dispositifs de surveillance associés, devaient être améliorées.

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN considère que les résultats du site sont satisfaisants et stables par rapport à l'année précédente. L'accidentologie, notamment pendant les arrêts de réacteur, a été maîtrisée. Toutefois, l'ASN relève qu'un accident marquant a eu lieu cette année lors d'une intervention sur un moteur d'un système de ventilation.

## LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Les [installations du « cycle » du Tricastin](#) couvrent principalement les activités de l'amont du « cycle du combustible » et sont exploitées depuis fin 2018 par un exploitant unique, Orano Cycle, devenu Orano Chimie-Enrichissement au 1<sup>er</sup> janvier 2021 et dénommé Orano ci-après.

Le site comporte :

- l'**installation TU5** (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle  $UO_2(NO_3)_2$  issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium ( $U_3O_8$ );
- l'**usine W** (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d'hexafluorure d'uranium ( $UF_6$ ) appauvri en  $U_3O_8$ ;
- les **anciennes installations ex-Comurhex (INB 105) et l'usine Philippe Coste** (installation classée pour la protection de l'environnement – ICPE – dans le périmètre de l'INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium ( $UF_4$ ) en  $UF_6$ ;
- l'**ancienne usine Georges Besse I** (INB 93) d'enrichissement de l' $UF_6$  par diffusion gazeuse;
- l'**usine Georges Besse II** (INB 168) d'enrichissement de l' $UF_6$  par centrifugation;
- les **parcs uranifères** du Tricastin (INB 178, 179 et 180) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou  $UF_6$ ;
- les **ateliers de maintenance, de traitement des effluents liquides et de conditionnement de déchets** (IARU – INB 138);
- le **laboratoire Atlas** d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176);
- une **installation nucléaire de base secrète** (INBS), qui regroupe notamment des installations anciennes en démantèlement, des parcs d'entreposage de substances radioactives et une unité de traitement d'effluents liquides.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2022, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano du Tricastin est satisfaisant. En 2022, Orano a amélioré son organisation pour analyser la conformité des installations aux textes réglementaires et progressé dans le suivi des engagements pris envers l'ASN.

Le nouvel atelier de traitement de déchets Trident de l'INB 138 a poursuivi son démarrage progressif. La construction de la nouvelle installation d'entreposage d'uranium de retraitement, dénommée « FLEUR » (INB 180), s'est achevée et sa mise en service a été autorisée par la [décision n° 2023-DC-0750 de l'ASN du 3 janvier 2023](#). Enfin, l'ASN a poursuivi l'instruction de la demande d'autorisation de création (DAC) du futur atelier de maintenance des conteneurs (AMC2). Cette DAC a fait l'objet d'une enquête publique du 10 décembre 2021 au 12 janvier 2022. L'atelier AMC2 prendra le relais de l'atelier existant (AMC), qui devait s'arrêter en 2024. Orano n'a pas engagé le chantier de construction à l'issue de l'enquête publique compte tenu de difficultés contractuelles, ce qui va retarder la mise en service de l'atelier AMC2.

En 2022, l'ASN a mené une campagne d'inspections inopinées simultanées sur les INB 93, 105, 138, 155, 168, 178 et 179 portant sur la conduite des installations en situation normale dont l'objectif était de vérifier l'organisation d'Orano dans ce domaine. Au cours de ces inspections, les inspecteurs ont pu observer des relèves de quart, des opérateurs en salle de commande et lors des rondes ou consignations. Le bilan général de ces inspections est satisfaisant.

Afin de s'assurer de l'avancement du traitement du passif de substances radioactives diverses entreposées sur le site, l'ASN a demandé à Orano de lui présenter annuellement l'état d'avancement de son plan d'action relatif au traitement de ces substances. Certaines opérations prévues avec la Russie ont été suspendues et des alternatives doivent être recherchées.

Enfin, afin d'augmenter ses capacités d'enrichissement, Orano a initié en 2022 le projet d'extension de l'usine d'enrichissement Georges Besse II Nord qui fera l'objet de consultations du public dès 2023.

L'ASN veillera également en 2023 à ce qu'Orano dispose et engage toutes les ressources utiles dans les nouveaux projets de construction, que ce soit pour augmenter ses capacités de production mais aussi pour améliorer certaines fonctions supports comme le projet AMC2 ou le traitement du passif de substances radioactives entreposées sur le site.

## Usines Orano de chimie de l'uranium TU5 et W

L'**INB 155**, dénommée TU5, peut mettre en œuvre jusqu'à 2000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité de l' $UO_2(NO_3)_2$  issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en  $U_3O_8$  (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous une forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l' $UF_6$  appauvri, issu de l'usine d'enrichissement Georges Besse II, pour le stabiliser en  $U_3O_8$ .

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant. Bien que l'année 2022 ait été marquée par une baisse du nombre d'événements significatifs ou intéressants, l'ASN a été attentive au retour d'expérience (REX) de deux événements de contamination de l'enclume d'enfûtage de l'usine TU5. L'ASN sera vigilante en 2023 sur le maintien d'une bonne rigueur d'exploitation et examinera les conséquences sur l'usine W du projet d'augmentation de capacité de l'usine Georges Besse II Nord.

## Usines Orano de fluoration de l'uranium

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont été définitivement mises à l'arrêt en décembre 2017. Les installations arrêtées ont depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en phase de préparation au démantèlement.

Le démantèlement de l'INB 105 est autorisé par le [décret n° 2019-1368 du 16 décembre 2019](#). Les principaux enjeux associés sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, ainsi que d'exposition aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements.

Malgré une certaine stabilité d'exploitation en 2021, l'usine Philippe Coste, dont les installations sont classées Seveso seuil haut et remplacent celles de l'INB 105 (ex-Comurhex), a rencontré divers problèmes techniques en 2022. L'ASN considère néanmoins que cette usine est exploitée avec un niveau de sûreté satisfaisant.

Pour les installations mises à l'arrêt, si les opérations de démantèlement ont effectivement commencé, l'ASN attend de l'exploitant qu'il se mobilise plus fortement pour assurer le reconditionnement, dans les délais impartis, des colis contenant des substances radioactives et dangereuses entreposés sur les aires 61 et 79.

## Usine d'enrichissement Georges Besse I

Constituant l'**INB 93**, l'installation d'enrichissement de l'uranium Georges Besse I (Eurodif) était principalement composée d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise "en air" d'Eurodif » (opération « Prisme »), qui consistaient à effectuer des opérations de rinçage répétées des circuits de diffusion gazeuse avec du trifluorure de chlore ( $ClF_3$ ), une substance toxique et dangereuse. Ces opérations ont permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion et sont désormais terminées.

L'exploitant a déposé sa demande de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation en mars 2015. Le décret prescrivant à Orano de procéder aux opérations de démantèlement de l'usine Georges Besse I a été publié le [5 février 2020](#).

Les enjeux du démantèlement concernent notamment le volume important de déchets de très faible activité (TFA) produits, dont 160 000 tonnes de déchets métalliques qui font l'objet d'études spécifiques. En 2022, l'ASN a contrôlé diverses opérations de préparation au démantèlement comme le déplacement de matériels lourds, le regroupement d'aires à déchets ou des essais de découpe de matériels obsolètes en vue de qualifier les options des outils prévus pour la découpe des diffuseurs. Désormais, le principal risque résiduel de l'INB 93 est lié aux conteneurs d' $UF_6$  des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. Ces parcs devraient être rattachés à court terme aux parcs uranifères du Tricastin (INB 178).

## Usine d'enrichissement Georges Besse II

Constituant l'**INB 168**, l'usine Georges Besse II est la nouvelle installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt d'Eurodif. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2022 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés. L'ASN considère que l'exploitant suit bien ses engagements envers l'ASN.

En raison de la détérioration des voies de roulement des portiques de manutention sur Georges Besse II Nord, ces derniers sont rendus indisponibles depuis octobre 2020. Le parc tampon de l'usine Nord a été entièrement vidangé, afin de sécuriser cette zone. L'ASN a poursuivi en 2022 le contrôle des actions de l'exploitant afin de diminuer les rejets de fluide frigorigène dans l'atmosphère, et considère que l'exploitant a maintenu ses efforts pour maîtriser ce type de rejets.

Enfin, Orano a engagé en 2022 le projet d'extension de l'usine d'enrichissement Georges Besse II Nord en vue d'augmenter ses capacités de production par l'ajout de modules de centrifugation. Ce projet fera l'objet de consultations du public dès 2023.

### Ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets

Constituant l'[INB 138](#), l'installation d'assainissement et de récupération de l'uranium (IARU) assure le traitement d'effluents liquides et de déchets, ainsi que des opérations de maintenance pour diverses INB.

L'ASN considère que les efforts réalisés par l'exploitant pour améliorer le niveau de sûreté opérationnelle et la rigueur d'exploitation en 2022 doivent être poursuivis. L'ASN a vérifié en 2022 le respect des nombreux engagements pris en 2021 envers l'ASN sur la thématique de l'incendie et du traitement des déchets, et souligne la bonne avancée des actions à réaliser. Pour autant, une vigilance sur le matériel de lutte contre l'incendie est à maintenir. L'ASN a mené une inspection dédiée aux activités de traitement de surfaces qui a permis de vérifier la bonne tenue des engagements pris par l'exploitant à la suite d'une inspection en 2021.

Le [décret n° 2019-113 du 19 février 2019](#) a autorisé la modification substantielle de l'INB, pour créer notamment un atelier de traitement des déchets du site dénommé « Trident » qui a poursuivi son démarrage en 2022.

L'instruction technique de la mise à jour des décisions de rejets pour l'INB 138 a été menée en 2021, avec une consultation du public du 15 novembre au 6 décembre 2021. Ces décisions sont entrées en vigueur en juillet 2022.

L'ASN veillera en 2023 à la poursuite des actions menées par l'exploitant pour renforcer la rigueur d'exploitation. L'ASN examinera aussi la prise en compte des conclusions du réexamen périodique, dont la prévention du risque d'incendie et la mise à niveau de certains entreposages qui nécessitera la construction d'un nouveau bâtiment dénommé « 57L ».

### Parcs uranifères du Tricastin, P35 et FLEUR

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, les Parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)) ont été créés. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. Dans la continuité de ce processus de déclassement, l'installation « P35 » ([INB 179](#)) a ensuite été créée. Elle regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. Un entreposage complémentaire, dénommé « FLEUR », dont la DAC a fait l'objet d'une enquête publique du 2 novembre au 3 décembre 2020, a été autorisé par décret du 18 mars 2022. La mise en service de cette nouvelle INB 180 a été autorisée par la [décision n° 2023-DC-0750 de l'ASN du 3 janvier 2023](#).

Les INB 178 et 179 ont présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2022. L'ASN relève que le plan d'action de l'exploitant relatif au réexamen périodique des parcs d'entreposage est très bien suivi. L'ASN a contrôlé en 2022 la fin de la construction des deux premiers bâtiments d'entreposage supplémentaires liés au projet FLEUR. Concernant le bâtiment de gestion de crise et ses équipements, le référentiel de sûreté a été approuvé par l'ASN.

### Base chaude opérationnelle du Tricastin

La Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) constitue l'[INB 157](#). Elle est exploitée par EDF et avait pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT en juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance sont désormais réalisées dans sa base de maintenance de Saint-Dizier.

La dernière activité d'exploitation a consisté à terminer la découpe des tubes guides de grappe usagés des REP exploités par EDF. La demande d'autorisation de démantèlement est en cours d'instruction. L'enquête publique s'est déroulée du 15 février au 17 mars 2022. L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est globalement satisfaisant. En 2023, l'ASN sera attentive au respect du référentiel applicable pour mener les opérations préparatoires au démantèlement actuellement en cours jusqu'à 2024, dans l'attente du décret de démantèlement.

## SITE DE ROMANS-SUR-ISÈRE

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite l'INB 63-U, dénommée « Usine de fabrication de combustibles nucléaires » issue de la réunion de deux anciennes INB, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (ex-INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP (ex-INB 98).

### Usines Framatome de fabrication de combustibles nucléaires

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' $UF_6$  en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) »,

sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, appelée « [Cerca](#) ».

L'usine « Cerca » comprend notamment le bâtiment F2, qui accueille la « zone uranium », où sont élaborés des noyaux de poudre compactée placés dans des cadres et plaques en aluminium. L'exploitant a entrepris de remplacer cette zone uranium par une nouvelle zone uranium, dite « NZU », afin notamment d'améliorer le confinement des locaux, du procédé, et la prévention des risques en cas de séisme extrême. Les travaux de construction de la NZU ont débuté fin 2017. Ces nouveaux bâtiments doivent accueillir les activités actuelles de la zone uranium du bâtiment F2. En 2022, la construction de la NZU s'est poursuivie, notamment avec la fabrication et la mise en place des nouveaux équipements ainsi que les premiers essais d'exploitation. La mise à jour du rapport de sûreté ainsi que les nouvelles RGE liées à la NZU remises au premier semestre 2021 ont fait l'objet de demandes complémentaires de la part de l'ASN. Concernant l'avancement du projet NZU, en raison de problèmes techniques et des conséquences de la pandémie de Covid-19, Framatome a sollicité une mise en service partielle de la NZU (concernant uniquement les locaux d'entreposage de matière), permettant d'effectuer des transferts de matières entre les bâtiments MA2, F2 et NZU qui a donné lieu à une autorisation de l'ASN en octobre 2022.

Une demande de modification de l'arrêté du 22 juin 2000 encadrant les prélèvements d'eaux, les rejets et la surveillance de l'environnement du site nucléaire de Romans-sur-Isère a également été déposée auprès de l'ASN en juillet 2020. Cette demande fait suite à plusieurs évolutions dont l'augmentation de capacité de production de FBFC, l'arrêt de certaines activités, la prise en compte des modifications apportées aux

installations de traitement des effluents liquides, le passage d'un rejet des effluents liquides en continu à un rejet par cuves. Ce dossier a donné lieu à [deux décisions de l'ASN](#) qui sont entrées en vigueur en décembre 2022 : la première fixant les limites de rejet dans l'environnement, et une seconde fixant des prescriptions relatives aux modalités de rejet d'effluents, de prélèvement et de consommation d'eau et de surveillance de l'environnement. Sur le fond, ces nouvelles décisions renforcent l'encadrement des rejets par l'amélioration du suivi environnemental, l'encadrement des rejets gazeux chimiques et par une baisse des précédentes valeurs limites de rejet à l'exception du fluor et du chrome hexavalent, l'absence d'effet significatif sur le milieu ayant été démontrée.

Une demande de modification substantielle de FBFC, déposée en décembre 2020, vise à permettre l'augmentation de la production de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi. Elle est en cours d'instruction par l'ASN.

En 2022, les événements significatifs relatifs à la maîtrise du risque de criticité déclarés au niveau 1 de l'échelle INES par Framatome sont en diminution. Cependant, un départ de feu, le 21 septembre 2022, en cellule SE9 de la « zone uranium » a conduit au déclenchement du PUI : l'ensemble de la production de Cerca a été impacté ; d'importants travaux de nettoyage et des vérifications des installations ont dû être menés avant le redémarrage des équipements. La gestion de l'événement a permis le maintien de l'ensemble des lignes de défense et n'a pas eu d'impact sur la population et l'environnement. Cet événement a été classé au niveau 0 de l'échelle INES.

Le bilan des inspections réalisées à Romans-sur-Isère en 2022 est globalement satisfaisant. En 2023, l'ASN sera attentive à la poursuite des essais de qualification pour la mise en service définitive de la NZU, ainsi que la mise en œuvre du nouveau plan de surveillance de l'environnement prescrit par les décisions relatives aux prélèvements et à la consommation d'eau, aux rejets d'effluents et à la surveillance de l'environnement de l'INB 63-U.

## LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

### Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un RHF neutronique de 58 mégawatts thermiques (MWth), à eau lourde, qui produit des faisceaux de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.

Le RHF constitue l'[INB 67](#) et accueille sur son périmètre le laboratoire de recherche internationale en biologie (*European Molecular Biology Laboratory* – EMBL). Cette INB, qui emploie environ 500 personnes, occupe une surface de 12 hectares, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

Au travers de ses activités de contrôle en 2022, l'ASN considère que la sûreté du RHF est gérée de façon satisfaisante. L'année 2022 a été consacrée à d'importants travaux de jouvence et de renforcement de la sûreté de l'installation.

En 2022, l'ILL a poursuivi l'avancement du plan d'action établi lors de son troisième réexamen périodique et enrichi par les engagements pris à la suite de l'expertise associée à ce réexamen. La [décision n° 2022-DC-0738 de l'ASN](#) validant les conclusions de ce réexamen et encadrant la poursuite de l'exploitation du RHF a été signée le 28 juillet 2022.

Les principaux chantiers du grand arrêt, qui devait durer quatorze mois, ont porté sur le remplacement d'équipements technologiques constitutifs de la cuve du réacteur, le renforcement de la prise d'air extérieur du bâtiment réacteur et la pose d'ancrages sur le dôme de l'enceinte en vue de futures opérations de rénovation du pont polaire principal.

Sur ce dernier chantier, un aléa s'est produit durant la réalisation des perçages sur le dôme de l'enceinte. L'ILL a mené des investigations sur le béton de l'enceinte avant de poser les ancrages. L'ASN examine les justifications apportées par l'ILL.

En début d'année, plus de la moitié de l'inventaire radioactif de l'ancienne installation de détritiation a été transférée dans le bâtiment réacteur dans l'attente de son traitement définitif pour lequel l'ILL a déposé en fin d'année une demande d'autorisation de modification du fonctionnement de l'installation.

L'ILL a également déposé en juillet 2022 un dossier de « porter à connaissance » visant à établir de nouvelles prescriptions techniques de rejets et de surveillance de l'environnement.

L'ASN portera en 2023 une attention particulière aux conditions de redémarrage après un arrêt de 16 mois et à l'aléa du dôme de l'enceinte. L'ASN sera vigilante à la préparation des prochains sujets à enjeux pour l'ILL notamment des opérations de pré-assainissement de l'ancienne installation de détritiation et de rénovation du pont polaire. Enfin, la révision des prescriptions encadrant les rejets sera poursuivie en 2023.

## Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'**INB 68**, utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

## LES SITES EN DÉMANTÈLEMENT

### Réacteur Superphénix et atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides Superphénix (**INB 91**), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles (APEC – **INB 141**). L'APEC est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

EDF a remis les rapports de conclusion des réexamens périodiques de sûreté pour l'INB 141 et pour l'INB 91. [L'ASN a rendu publiques ses conclusions](#) concernant le réexamen périodique de Superphénix le 28 juillet 2021 et a validé la poursuite des opérations de démantèlement.

Au vu des conclusions du réexamen périodique de l'APEC, l'ASN a encadré la poursuite de son fonctionnement par la [décision du 17 mars 2022](#) fixant des prescriptions relatives à la maîtrise des risques liés au séisme, les situations accidentelles hors dimensionnement, l'évacuation du combustible et des déchets entreposés en piscine, les opérations de manutention et la gestion des blocs sodés.

L'installation a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2022.

L'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre le travail de fond visant une meilleure définition des équipements importants pour la protection des intérêts dans l'installation et une déclinaison plus rigoureuse de leurs exigences définies dans les modes opératoires de contrôles et essais périodiques.

Une autorisation pour la reprise de boues de la piscine DI (exploitée jusqu'en novembre 1996) a été délivrée par l'ASN en 2021. Cette opération s'est déroulée en juillet 2022 et a donné lieu à une inspection sur la surveillance des prestataires dont les conclusions étaient satisfaisantes.

## Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une [convention internationale](#) entre la France, la Suisse et l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (**CERN**) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) – organisme suisse de contrôle de la radioprotection – contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Deux visites conjointes des autorités suisse et française ont eu lieu en 2022, sur le thème de la gestion du centre interne de traitement de déchets et la surveillance des intervenants extérieurs. Ces visites ont mis en évidence des pratiques satisfaisantes.

L'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et de fonctionnement de l'APEC est globalement satisfaisante. L'ASN a autorisé en 2018 l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance.

En 2022, le grand bouchon tournant a été découpé en trois morceaux entreposés sur des plateformes d'accueil spécifiques localisées sur la dalle et la cuve a été recouverte par une structure de confinement pour assurer son étanchéité en attendant son démantèlement.

En 2019, EDF a mis en évidence une pollution historique des sols aux hydrocarbures dans un périmètre proche d'un ancien bassin tampon. Un plan de gestion des sols est en cours d'instruction par l'ASN.

En 2022, l'ASN considère que l'organisation et les dispositions mises en œuvre par l'exploitant permettent une bonne tenue des installations et un bon suivi des différents engagements pris envers l'ASN.

## Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et Station de traitement des effluents et des déchets solides – Centre du CEA

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclassement. Le déclassement du réacteur [Siloette](#) a été prononcé en 2007, celui du réacteur [Mélusine](#) en 2011, celui du réacteur [Siloé](#) en janvier 2015 et celui du [LAMA](#) en août 2017.

Les dernières INB du site (INB 36 et 79) sont la Station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance ([STED](#)). L'ensemble des bâtiments a été déconstruit, conformément à leur décret de démantèlement.

Concernant l'assainissement des sols de la STED, du point de vue radiologique et chimique, l'ensemble des opérations techniquement réalisables à un coût raisonnablement acceptable a été exécuté. Compte tenu de la présence d'un marquage résiduel chimique et radiologique, l'exploitant a déposé, après un premier refus par l'ASN en 2019, un nouveau dossier de déclassement en juin 2021, qui est en cours d'instruction par l'ASN. Ce déclassement est soumis à l'instauration de servitudes d'utilité publique. Un arrêté de servitude d'utilité publique a été pris par le préfet de l'Isère en décembre 2022.



# RÉGION Bourgogne-Franche-Comté

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région Bourgogne-Franche-Comté.

En 2022, l'ASN a réalisé 58 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté concernant le nucléaire de proximité, dont 20 dans le secteur médical, 22 dans les secteurs industriel, de la recherche ou vétérinaire, 8 concernant l'exposition au radon, 1 pour la surveillance d'organismes ou de laboratoires agréés et 7 spécifiques au transport de substances radioactives.

En 2022, un événement significatif a été classé au niveau 2 sur l'échelle INES à la suite de l'irradiation accidentelle d'un travailleur en radiographie industrielle.

Les usines de fabrication de Framatome situées en Bourgogne-Franche-Comté ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10. En 2022, l'ASN a réalisé en Bourgogne-Franche-Comté 3 inspections de fabricants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) dans ces usines, ainsi que 3 inspections d'organismes habilités pour le contrôle d'ESPN.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 8 services de radiothérapie externe,
- 4 services de curiethérapie,
- 14 services de médecine nucléaire, dont 3 pratiquent la radiothérapie interne vectorisée,
- 35 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 56 scanners à visée diagnostique,
- environ 800 appareils de radiologie médicale,
- environ 2000 appareils de radiologie dentaire ;

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 250 cabinets vétérinaires, dont 5 disposent d'un scanner,
- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 30 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle,
- 1 irradiateur industriel par source radioactive,
- 1 scanner dédié à la recherche,
- 2 accélérateurs, dont 1 pour la production de médicaments destinés à l'imagerie médicale et 1 pour l'irradiation industrielle ;

### ■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### ■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 6 organismes pour la mesure du radon,
- 1 laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



# RÉGION Bretagne

La division de Nantes contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 4 départements de la région Bretagne. La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement.

En 2022, l'ASN a réalisé 29 inspections, dont 3 de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, 2 pour la surveillance d'organismes agréés et 24 dans le nucléaire de proximité (13 dans le secteur médical,

11 dans les secteurs industriel, vétérinaire ou de la recherche).

En 2022, un événement significatif a été classé au niveau 1 sur l'échelle INES.

## La centrale nucléaire de Brennilis

La centrale nucléaire de Brennilis est située dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommée « EL4-D », cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire (70 MWe), modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone, arrêtée définitivement en 1985.

Le décret n° 2011-886 du 27 juillet 2011 a autorisé les opérations de démantèlement de la centrale, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. En juillet 2018, EDF a déposé un dossier de demande concernant le démantèlement complet de ses installations, qui a fait l'objet d'une enquête publique du 15 novembre 2021 au 3 janvier 2022. L'ASN relève l'implication d'EDF dans le déroulement de l'enquête publique sur le dossier de démantèlement de Brennilis et, plus généralement, ses efforts de transparence et de communication.

En 2022, l'ASN a poursuivi l'instruction du décret de démantèlement complet de la centrale de Brennilis et a engagé la révision des décisions encadrant les prélèvements et les rejets.

Au cours de cette même année, EDF a notamment continué ses travaux préparatoires au démantèlement complet :

- dans l'enceinte du réacteur, la poursuite des opérations de retrait de l'amiante dans les endroits accessibles et le début des aménagements du génie civil pour agrandir des accès existants ou démolir des casemates ;
- hors de l'enceinte du réacteur, l'achèvement des opérations de réfection des voiries du site (retraits des rails et traverses de voies ferrées, réfection de la chaussée).

EDF a également passé les marchés pour engager les études d'exécution de certaines opérations de démantèlement complet (comme celui des circuits périphériques) et rédiger les cahiers des charges pour la remise à niveau des fonctions supports indispensables au démantèlement complet (ponts de manutention, ventilation dans l'enceinte du réacteur, etc.).

De manière plus générale, l'ASN note que les jalons de planning pour la première partie de l'année 2022 ont été respectés.

Les incendies de juillet et août 2022 dans les Monts d'Arrée n'ont pas eu de conséquences sur le chantier. Néanmoins, les opérations de démantèlement ont été arrêtées dans l'enceinte du réacteur le 19 juillet en raison de l'orientation des fumées

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ▪ l'installation nucléaire de base :

- la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement ;

### ▪ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 10 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 9 services de médecine nucléaire,
- 38 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 63 scanners diagnostics,
- environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7  
p. 210

### ▪ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 23 sociétés de radiologie industrielle, dont 4 en gammagraphie,
- 25 unités de recherche,
- environ 400 utilisateurs d'équipements industriels ;



Chapitre 8  
p. 242

### ▪ des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### ▪ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 10 établissements pour la mesure du radon,
- 3 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

vers la centrale, avec une reprise des activités le 20 juillet. Il n'y a pas eu d'arrêt des opérations lors de l'incendie du 6 août.

L'ASN considère que l'organisation pour la préparation du démantèlement complet de la centrale ainsi que celle pour la radioprotection sont satisfaisantes. Néanmoins, EDF doit veiller à la rigueur dans la rédaction des observations ou commentaires au niveau des gammes de contrôles périodiques et finaliser la mise à jour du référentiel documentaire en matière de radioprotection et de gestion des compétences. L'ASN portera une attention particulière, à compter de 2023, au traitement définitif par EDF des infiltrations d'eau dans les installations.



# RÉGION Centre-Val de Loire

La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région Centre-Val de Loire.

En 2022, l'ASN a réalisé 152 inspections dans la région Centre-Val de Loire, dont 118 des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux, 26 dans le nucléaire de proximité, 6 sur le thème du transport de substances radioactives et 2 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a assuré par ailleurs 51 journées d'inspection du travail dans les quatre centrales nucléaires. Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé deux procès-verbaux.

En 2022, 21 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

## Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire

La centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, le Loiret, la Nièvre et l'Yonne) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1300 MWe, mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les INB 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire, de l'environnement et de la radioprotection.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, dans le domaine de la conduite des installations, l'ASN considère que la rigueur en salle de commande, bien qu'en léger retrait par rapport à 2021, reste adaptée. Un événement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES a cependant été déclaré à la suite de la réalisation de maintenances de combustible dans le non-respect des règles générales d'exploitation (RGE) et des progrès sont attendus dans la gestion des configurations des circuits et des organes (lignages, consignations, condamnations administratives). Une inspection sera menée sur cette thématique en 2023. La gestion du risque incendie est quant à elle considérée comme stable, des actions correctives ont été réalisées en 2022 et se poursuivent pour traiter les anomalies relevées par EDF dans la gestion de la sectorisation incendie.

Concernant la maintenance des installations, les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire se sont améliorées. L'année 2022 a été marquée par deux arrêts de réacteurs (une visite périodique et un arrêt pour simple rechargement) dont la gestion globale est considérée comme satisfaisante.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire sont stables. Elle souligne la propreté radiologique des locaux et une bonne maîtrise globale des différents sujets.

En matière de protection de l'environnement, la gestion des effluents et la surveillance des rejets en conditions normales d'exploitation sont jugées satisfaisantes par l'ASN. Elle relève que des actions sont en cours pour corriger les écarts identifiés début 2022 sur la gestion des déchets. L'année 2022 a été marquée par une forte hausse du nombre de dépassements des seuils de colonisation en légionelles (plus d'une dizaine). Les mesures compensatoires mises en œuvre par EDF n'ont pas suffi à revenir rapidement à une situation normale et maîtrisée en l'absence d'une station de traitement à la monochloramine dont la mise en service est prévue pour fin 2024. L'instruction et les consultations sur le dossier de modification des décisions environnementales encadrant les rejets du site se sont poursuivies en 2022.

Concernant l'inspection du travail, l'ASN a concentré son action sur le suivi des accidents et « presque accidents » au niveau de la région Centre-Val de Loire. En l'absence d'accident grave en 2022 sur la centrale de Belleville-sur-Loire, des sujets transverses ont fait l'objet d'investigations (droit de grève, pôle de compétence en radioprotection). Comme en 2021, certains de ces contrôles ont été menés de manière conjointe entre l'inspection du travail et le contrôle de la sûreté.

## Centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

La [centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly](#) se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Gien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de [l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima \(Japon\)](#). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sont très en retrait par rapport à la moyenne nationale. Les performances en matière d'environnement rejoignent quant à elles globalement l'appréciation générale portée sur EDF.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, les performances dans le domaine de la conduite normale se sont nettement dégradées en 2022, avec un nombre d'événements significatifs déclarés au cours de l'année (dont une dizaine de niveau 1 sur l'échelle INES) parmi les plus élevés des centrales d'EDF. Les causes identifiées sont des défaillances organisationnelles en lien avec des insuffisances documentaires et de communication entre les équipes de conduite, ainsi que la maîtrise insuffisante des RGE (notamment lors de la survenue de difficultés matérielles). La gestion des essais périodiques est également apparue très en retrait en 2022. Compte tenu de ces éléments, le directeur d'unité est venu présenter à l'ASN le plan de rigueur « conduite » qui a été mis en place dès mai 2022 et l'ASN mènera en 2023 diverses inspections visant à vérifier la déclinaison de ce plan d'action et à juger de son efficacité. La gestion du risque incendie par le site demeure également en retrait et doit rester une priorité d'action du site en 2023.

Concernant la maintenance des installations, les performances du site sont jugées en retrait par rapport à la moyenne nationale, dans un contexte industriel marqué par la deuxième des quatrièmes visites décennales des réacteurs du site. L'année 2022 a été marquée par la survenue de plusieurs indisponibilités d'équipements ayant nécessité des replis de réacteur et traduisant un problème de fiabilité de ces matériels. L'ASN attend également du site des améliorations sur la qualité de la documentation opérationnelle utilisée pour la réalisation des activités de maintenance et sur les modalités de requalification suite à intervention.

Dans le domaine de la radioprotection, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly se sont légèrement améliorées en 2022, mais demeurent insuffisantes. La propreté radiologique des installations, ainsi que la gestion des régimes de travail radiologique doivent notamment être améliorées pour rejoindre l'appréciation générale portée sur EDF. L'ASN souligne cependant l'efficacité du plan d'action mis en œuvre par le site à la suite de nombreux événements significatifs « transport » survenus en 2021 en raison de problématiques de contamination surfacique des remorques et wagons.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe),
- le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées,
- le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional (MIR) de combustible neuf;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 8 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 32 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 38 scanners,
- environ 2700 appareils de radiologie médicale et dentaire;

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- 10 sociétés de radiographie industrielle,
- environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche;

### des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En matière de protection de l'environnement, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly se sont améliorées en 2022, notamment concernant la gestion du risque microbiologique. Si aucun dépassement des limites de rejets pour les effluents gazeux et liquides n'a été constaté en 2022, la gestion du confinement des substances dangereuses doit cependant être améliorée. Par ailleurs, en 2022, des décisions environnementales encadrant les rejets du site ont été modifiées pour permettre la mise en œuvre d'un nouveau traitement contre la prolifération des organismes pathogènes au niveau des réacteurs 2 et 4.

Enfin, en matière d'inspection du travail, à la suite des actions menées en 2021 et 2022, la gestion du risque électrique restera une priorité en 2023. Des inspections ont par ailleurs été menées sur des thèmes divers, tels que la gestion des pôles de compétence en radioprotection et les activités et chantiers se déroulant pendant un arrêt de réacteur.

## SITE DE CHINON

Le [site de Chinon](#), situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs d'une puissance de 900 MWe en fonctionnement, mis en service en 1982-1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986-1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière UNGG, dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'AMI, en cours de démantèlement et dont les activités d'expertise ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le Lidec, et le MIR.

### Centrale nucléaire de Chinon

#### Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Des progrès ont été constatés en 2022, notamment en matière de sûreté. Cependant, les résultats dans le domaine de la radioprotection doivent être consolidés.

En matière de sûreté, l'ASN observe que les performances dans le domaine de la conduite normale sont en progrès. La situation en conduite « incidentelle et accidentelle » est satisfaisante même si des améliorations sont attendues pour la traçabilité de la formation des agents et pour les supports documentaires des situations d'urgence. Par ailleurs, une attention particulière est à porter sur les contrôles relatifs au circuit primaire principal et sur la mise en place des mesures post-Fukushima.

Concernant la maintenance des installations, les performances du site sont stables à un niveau satisfaisant. Des améliorations sont néanmoins attendues pour fiabiliser les documents supports des opérations de maintenance. L'année 2022 a été marquée par un arrêt lié à la problématique de corrosion sous contrainte du réacteur 3, sur lequel les différentes inspections réalisées n'ont pas mis en évidence d'écart majeurs.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de radioprotection restent assez satisfaisantes. La propreté radiologique des chantiers inspectés n'a pas appelé de remarque particulière. Cependant, des progrès sont attendus dans le domaine du balisage des tirs radio, ainsi que pour l'application effective des mesures de prévention retenues en matière de radioprotection et pour l'utilisation des régimes de travail radiologique.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière d'environnement sont en progrès. Les valeurs limites de rejet fixées pour les effluents gazeux et liquides sont respectées. Cependant, la surveillance des prestataires pour les chantiers éphémères doit être améliorée afin que les prescriptions

en lien avec la protection de l'environnement soient respectées. Par ailleurs, la gestion du confinement liquide peut encore être améliorée.

Au titre de l'inspection du travail, l'année 2022 a été marquée par deux enquêtes menées à la suite d'un accident, dont l'une a nécessité de nombreuses investigations menées en collaboration avec la gendarmerie de Chinon. Par ailleurs, l'ASN a maintenu, sur Chinon comme sur toute la région Centre-Val de Loire, ses inspections conjointes entre l'inspection du travail et la contrôle de la sûreté afin de profiter des synergies existantes. Cela a notamment été le cas pour une inspection sur le pôle de compétence en radioprotection, qui a mis en évidence quelques écarts mineurs ne remettant pas en cause l'organisation retenue par la centrale.

#### Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur, et étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du [11 octobre 1982](#) et du [7 février 1991](#). Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en musée – le [musée de l'Atome](#) – depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abritait jusqu'à la fin de l'année 2022 le [GIE Intra](#) (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées). Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#), avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air » et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier (voir chapitre 13). Dans ce contexte, l'ASN a analysé les rapports de conclusions du réexamen périodique, remis par EDF et portant sur les six réacteurs UNGG, complétés à la suite de demande de l'ASN. Au terme de son analyse, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation des INB 133 (réacteur Chinon A1), 153 (réacteur Chinon A2) et 161 (réacteur Chinon A3). Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des dossiers de démantèlement de ces réacteurs, déposés par EDF fin 2022, que les opérations de démantèlement seront réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

Concernant le réacteur Chinon A2, EDF a poursuivi les opérations préparatoires au démantèlement se situant hors du caisson du réacteur, notamment en ce qui concerne l'évacuation des viroles des locaux des échangeurs et a continué les investigations dans le caisson. EDF a également poursuivi le démantèlement des échangeurs de Chinon A3. Après l'achèvement du chantier de démantèlement du local Échangeurs Sud et l'évacuation de toutes les bouteilles au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires), le chantier de démantèlement du local Échangeurs Nord a commencé avec la dépose en juin 2022 des premières bouteilles.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est satisfaisant. Les contrôles menés en 2022 ont notamment permis de constater l'utilisation d'outils informatiques performants en ce qui concerne la conduite des chantiers ainsi que la gestion documentaire. Sur ce sujet, il convient cependant de noter la déclaration de deux événements significatifs en lien avec le manque de suivi de modifications matérielles et documentaires survenues en 2017 et en 1993. Les procédures mises en œuvre actuellement contiennent des dispositions afin d'éviter le renouvellement de tels écarts. Des améliorations sont attendues concernant le suivi des contrôles périodiques des équipements de la centrale nucléaire dont la structure déconstruction de Chinon a la responsabilité.

## LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

### Magasin interrégional de combustible neuf

Le MIR de Chinon, mis en service en 1978, est une installation d'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF. Elle constitue l'[INB 99](#). Avec le MIR du Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages de combustible.

L'exploitation de l'installation est revenue à la normale depuis la reprise, en 2020, de la réception et de l'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans une configuration où l'installation a été équipée d'un nouveau pont de manutention en 2019 et dans le cadre d'un référentiel actualisé autorisé par l'ASN. Lors de son inspection en 2022, l'ASN a constaté un niveau de sûreté globalement satisfaisant, notamment une bonne tenue des locaux et la disponibilité des dossiers de réception et d'expédition des assemblages combustible.

## LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN DÉMANTÈLEMENT

### Atelier des matériaux irradiés

L'AMI, déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation ([INB 94](#)), dont le fonctionnement a cessé, est en démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examens et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des REP.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Centre d'expertise et d'inspection dans les domaines de la réalisation et de l'exploitation – Ceidre (Lidex).

Le [décret n° 2020-499 de démantèlement de l'AMI a été publié le 30 avril 2020](#) et les nouvelles RGE ont été approuvées par l'ASN en avril 2021, permettant ainsi l'entrée en application du décret. L'ASN a également soumis à son accord l'engagement de plusieurs opérations de démantèlement à venir. À la suite de la mise à jour de la décision encadrant les limites de rejets de l'installation en juillet 2022, une nouvelle chaîne de surveillance des rejets a été mise en service et des opérations de démantèlement ont commencé qui comprennent des découpes d'équipement et des interventions dans plusieurs ateliers.

Les déchets magnésiens historiques, provenant des expertises réalisées sur certaines pièces et nécessitant des opérations d'inertage<sup>(1)</sup> pour répondre aux critères de stockage de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) ont été conditionnés et recharacterisés en 2021. Les résultats de cette caractérisation sont différents de ce qui était envisagé, ce qui impose une demande de dérogation auprès de l'Andra pour leur prise en charge. Le chantier d'évacuation a donc été interrompu dans l'attente de l'aboutissement de cette procédure. La reprise des travaux est attendue d'ici la fin de l'année 2023. Enfin, EDF a déposé début février 2021 une demande d'autorisation de démantèlement des circuits d'effluents liquides hautement actifs, dont le dossier est en cours d'instruction. EDF ayant fait part de difficultés techniques et contractuelles à partir d'avril 2022, ces opérations initialement prévues à partir de 2023 devront être replanifiées.

Au travers des contrôles réalisés lors de ces inspections, l'ASN estime que le management de la sûreté appliqué à l'AMI est satisfaisant, en particulier, en ce qui concerne la mise en œuvre des nouvelles RGE approuvées suite au passage au démantèlement. Les modalités de la surveillance des intervenants extérieurs mises en œuvre sont globalement satisfaisantes et une vigilance est attendue sur la poursuite des opérations lancées visant à traiter des produits chimiques historiques.

1. L'inertage est une procédure qui consiste à remplacer une atmosphère réactive (oxydante, inflammable, explosive) par un gaz inerte comme l'azote, le CO<sub>2</sub> ou l'argon.

## SITE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

Le [site de Saint-Laurent-des-Eaux](#), situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher, en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement, mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'INB 100. Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

### Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

#### Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux en matière de protection de l'environnement se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de sûreté et de radioprotection rejoignent l'appréciation générale sur ces thématiques.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances du site sur l'année 2022 se sont améliorées. Les évolutions du plan de management de la sûreté ont permis de retrouver un niveau de performance satisfaisant. L'inspection de revue réalisée par l'ASN en juin 2022 a confirmé cette amélioration. Ces éléments sont toutefois à mettre en parallèle avec la réalisation d'un seul arrêt pour rechargement du combustible (type arrêt pour simple rechargement) en 2022 contre deux habituellement. Des marges de progrès persistent dans la rigueur de pilotage (surveillance en salle de commande, sortie d'un domaine d'exploitation), la configuration des circuits et l'application des pratiques de fiabilisation. Ce redressement sera à confirmer en 2023 avec la réalisation de deux arrêts pour rechargement, dont la quatrième visite décennale du réacteur 2.

En ce qui concerne la maintenance, la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux apparaît en amélioration en 2022 au regard de 2021 et à un niveau jugé assez satisfaisant. Peu d'événements significatifs ont pour origine un défaut de maintenance. Là encore, ces éléments sont à mettre en parallèle de la réalisation d'un seul arrêt pour rechargement en 2022. Il est à noter qu'un événement significatif a de nouveau été déclaré en 2022 à la suite d'erreurs lors d'opérations de contrôle des dispositifs anti-battelement, qui permettent de limiter les déplacements du circuit primaire en cas de forte sollicitation, par exemple un séisme, ce qui montre que le sujet n'est toujours pas maîtrisé.

De manière générale, la gestion de la radioprotection par la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux répond aux attentes de l'ASN. Les performances du site sont considérées stables par rapport à 2021. La mise en place du pôle de compétences en radioprotection en 2022 est apparue globalement satisfaisante.

L'organisation du site pour répondre aux exigences réglementaires dans le domaine de l'environnement est jugée performante, notamment au vu des quantités d'effluents rejetées. L'utilisation des rétentions pour entreposer des équipements reste à surveiller et la maîtrise des fiches cadrant les conditions de rejet à consolider.

Concernant l'inspection du travail, l'ASN a concentré son action sur le suivi des accidents et « presque accidents » au niveau de la région Centre-Val de Loire. Dans ce contexte, et en l'absence d'accident grave nécessitant des investigations particulières sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux, seuls des sujets transverses ont fait l'objet de vérification (post Fukushima, pôle de compétence en radioprotection, inspection réactive). Comme en 2021, ces derniers contrôles ont été menés de manière conjointe entre l'inspection du travail et le contrôle de la sûreté. Pour 2023, et à la suite des actions menées en 2021 et 2022, la gestion du risque électrique restera une priorité pour l'inspection du travail de l'ASN.

#### Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une INB qui comprend deux réacteurs UNGG « intégrés », les [réacteurs A1 et A2](#). Ces réacteurs de première génération, qui fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur et étaient refroidis au gaz. Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#).

À l'issue de l'analyse des rapports de conclusions du réexamen périodique portant sur l'ensemble des réacteurs UNGG, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation de l'INB 46 (réacteurs Saint-Laurent A1 et A2). Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des nouveaux dossiers de démantèlement de ces réacteurs, qui ont été déposés par EDF fin 2022 pour exposer la nouvelle stratégie de démantèlement « en air », que les opérations de démantèlement sont réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

En 2022, EDF a poursuivi la réalisation des chantiers de démantèlement et notamment le chantier de démantèlement hors caisson (Saint-Laurent A2) et la décontamination de la piscine (Saint-Laurent A1). L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. L'ASN a constaté, lors de ses inspections, une bonne tenue générale des locaux et des chantiers. De plus, l'organisation mise en place afin de respecter les engagements pris à la suite d'inspections et d'événements significatifs est satisfaisante. Il en est de même en ce qui concerne la surveillance des intervenants extérieurs et la mise en place des pôles de compétence radioprotection. Même si le suivi en service des équipements sous pression est correctement réalisé, des améliorations sont attendues pour assurer notamment la bonne prise en compte des spécificités de certains équipements.

## Silos de Saint-Laurent-des-Eaux

L'[installation](#), autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#), est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.

L'exploitation de cette installation se limite à des mesures de surveillance et d'entretien : contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, du suivi de l'état du génie civil.

Dans le cadre du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé en 2016 sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite sans attendre la disponibilité d'un stockage définitif pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux.

La déclaration d'arrêt définitif de l'installation a été transmise par EDF en mars 2022. EDF a déposé, fin 2022, le dossier de démantèlement des silos, intégrant les opérations de désilage pour la reprise et le reconditionnement des déchets de graphite et la création de la future installation d'entreposage des colis de déchets de graphite. Selon les hypothèses actuelles, le désilage devrait débuter au début des années 2030.



# COLLECTIVITÉ de Corse

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de Corse.

En 2022, l'ASN a réalisé 2 inspections en Corse, une dans le domaine médical et

une sur le thème de la gestion du risque d'exposition au radon.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical:



Chapitre 7  
p. 210

- 2 services de radiothérapie externe,
- 2 services de médecine nucléaire,
- 8 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 8 scanners,
- environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire;

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche:



Chapitre 8  
p. 242

- environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic,
- environ 40 établissements industriels et de recherche dont 2 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle;

### ■ des activités liées au transport de substances radioactives;



Chapitre 9  
p. 272

### ■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN:

- 3 organismes pour la mesure du radon.



# DÉPARTEMENTS ET RÉGIONS d'outre-mer

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements et régions d'outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte), ainsi que dans certaines collectivités d'outre-mer. Elle intervient en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

En 2022, dans les départements, régions ou collectivités d'outre-mer, 24 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire

de proximité. Quatre campagnes d'inspection sur place ont été réalisées par l'ASN.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 4 services de radiothérapie externe,
- 1 service de curiethérapie,
- 3 services de médecine nucléaire,
- 23 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 30 établissements détenant au moins 1 scanner,
- environ 100 cabinets de radiologie médicale,
- environ 1 000 appareils de radiologie dentaire ;

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- plus de 70 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
- 3 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- 1 cyclotron ;

### ■ des activités liées au transport de substances radioactives.



Chapitre 9  
p. 272



# RÉGION Grand Est

**Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la région Grand Est.**

En 2022, l'ASN a mené 164 inspections dans la région Grand Est, dont 75 dans les centrales nucléaires en exploitation, 19 dans les installations de stockage de déchets radioactifs et sur les sites des centrales nucléaires de Fessenheim et de Chooz A en démantèlement, 67 dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 concernant le transport de substances radioactives et 1 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 17 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2022, 7 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 3 événements significatifs ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES (1 dans le domaine industriel et 2 dans le domaine médical) et 1 événement significatif concernant un patient a été classé au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO.

## Centrale nucléaire de Cattenom

La centrale nucléaire de Cattenom est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Elle comprend quatre REP d'une puissance unitaire de 1300MWe mis en service entre 1986 et 1991. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 124, 125, 126 et 137.

L'ASN considère que les performances de la centrale de Cattenom en matière de sûreté et de radioprotection rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. En matière de protection de l'environnement, la centrale nucléaire de Cattenom est jugée en retrait par rapport à la moyenne du parc. L'année 2022 a constitué une année particulière pour le site en raison des arrêts longs de trois des quatre réacteurs dans le cadre du phénomène de corrosion sous contrainte des circuits d'injection de sécurité.

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances confirment l'amélioration notée depuis 2020. Les inspections ont montré une bonne maîtrise des équipes de conduite et des progrès à la suite des constats faits lors de l'inspection de revue de 2021. Cependant, certains sujets demeurent, en particulier des défauts de surveillance par les équipes de conduite constatés sur plusieurs événements significatifs.

En matière de maintenance, l'année 2022 a été marquée par des arrêts de réacteurs prolongés – deux visites partielles et un arrêt fortuit spécifique – à cause des investigations relatives à la problématique de corrosion sous contrainte des circuits

d'injection de sécurité constatée sur une partie des centrales nucléaires d'EDF. La durée prolongée des arrêts et l'absence de remise en service des réacteurs concernés n'ont pas permis d'évaluer la qualité des activités de maintenance dans le détail. Néanmoins, l'ASN note positivement la surveillance mise en œuvre sur les opérations nouvelles liées à la problématique de corrosion sous contrainte (contrôles ultrasons, soudages).

Comme les années précédentes, l'ASN constate que le processus de gestion des événements est globalement bien maîtrisé, et mobilise efficacement les acteurs du site jusqu'au niveau de la direction.

Dans le domaine de la prévention du risque d'incendie, l'ASN a constaté une amélioration du site sur plusieurs sujets, notamment la gestion des charges calorifiques et la sectorisation. En outre, des tournées hebdomadaires ont été mises en place et s'avèrent efficaces. Néanmoins, quelques constats ponctuels révèlent que ces améliorations restent à consolider et que des efforts doivent encore être fournis sur cette thématique.

La gestion de crise du site a été mise en œuvre dans le cadre d'un exercice national, ainsi que dans deux situations réelles (rejets générant des irisations en Moselle, détection d'un rejet d'ammoniac dans l'air). L'organisation et le grément liés à ces événements se sont bien déroulés. Néanmoins, le manque de maîtrise par l'exploitant de l'installation de production de monochloramine a généré des difficultés dans la gestion de l'événement lié à la détection d'un rejet d'ammoniac.

En matière de protection de l'environnement, le site reste marqué par des fragilités, certains événements mettant en évidence une maîtrise perfectible d'installations spécifiques et des activités relatives aux rejets et à la surveillance de l'environnement. La maîtrise du risque de prolifération de micro-organismes dans les tours aéroréfrigérantes nécessite toujours des traitements biocides renforcés, qui ont des conséquences sur les rejets aqueux.

Enfin, le site a connu une amélioration dans le domaine de la radioprotection en 2022 sur plusieurs thématiques : gestion des sources, accès aux zones contrôlées rouges, maîtrise des tirs radiographiques, nombre d'événements significatifs. Les pôles de compétence en radioprotection ont été mis en place et correctement grésés, même si un travail d'animation et d'appropriation de la démarche reste à développer. Néanmoins, des défaillances persistent, notamment dans la maîtrise des accès et du balisage des zones orange et de la dispersion de la contamination. Enfin, en matière de sécurité au travail, la conformité des installations électriques est à améliorer.

## Centrale nucléaire de Chooz

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, sur le territoire de la commune de Chooz, à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué de la [centrale nucléaire des Ardennes](#), dite « Chooz A », comprenant le réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le [décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007](#), et la [centrale nucléaire de Chooz B](#), comprenant deux réacteurs d'une puissance de 1450 MWe chacun (INB 139 et 144), mis en service en 2001.

### Réacteurs B1 et B2 en exploitation

En matière de sûreté nucléaire, dans la mesure où les réacteurs n'ont pas fonctionné en 2022 en raison des opérations de réparation des tuyauteries présentant des fissures de corrosion sous contrainte, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chooz B ne peuvent être comparées à celles des autres centrales nucléaires.

L'ASN considère par ailleurs que les performances en matière de radioprotection et d'environnement de la centrale nucléaire de Chooz B rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, même si l'activité réduite découlant de l'arrêt des réacteurs ne permet pas de dégager de tendance par rapport à l'appréciation portée en 2021, l'ASN considère que le niveau de sûreté est resté satisfaisant. Elle note néanmoins que la documentation opérationnelle et l'organisation du service chargé de la conduite des réacteurs peuvent encore être améliorées pour limiter les sources d'erreur. Une vigilance particulière doit en outre être portée au processus de consignation des matériels, qui a été à l'origine de plusieurs événements significatifs.

En matière de maintenance, l'ASN souligne la gestion satisfaisante du volume exceptionnel d'activité engendré par le cumul des opérations de contrôle réalisées au titre des arrêts pour maintenance intervenus sur les deux réacteurs et des activités engendrées par le phénomène de corrosion sous contrainte.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Chooz A (1 réacteur de 305 MWe, en démantèlement),
- la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1450 MWe),
- la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe, à l'arrêt définitif),
- la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), implanté à Soulaives-Dhuys dans l'Aube (CSA) ;

### le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue ;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 21 services de médecine nucléaire,
- 97 scanners,
- 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 2100 établissements de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7  
p. 210

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 277 activités industrielles et vétérinaires relevant du régime d'autorisation,
- 24 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 47 laboratoires de recherche, principalement implantés dans les universités de la région ;



Chapitre 8  
p. 242

### des activités liées au transport de substances radioactives.



Chapitre 9  
p. 272

En matière de radioprotection, le bilan annuel est satisfaisant pour ce qui concerne le respect des objectifs de dosimétrie collective. Des manques de maîtrise de la propreté radiologique de certains chantiers ont cependant été à l'origine de nombreuses contaminations, notamment vestimentaires, au début des opérations de maintenance programmées sur le réacteur 2. L'ASN a noté la mise en œuvre, par l'exploitant, d'actions correctives immédiates ; elle l'invite à maintenir une vigilance particulière sur ce sujet. L'exploitant devra également stimuler la rigueur dans les comportements individuels des intervenants et être attentif à la gestion des tirs radiologiques, qui a montré quelques fragilités.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation du site est globalement satisfaisante, dans la continuité de l'année précédente.

Les contrôles au titre de l'inspection du travail n'ont pas mis en évidence de constats majeurs. Les sujets traités sont pris avec sérieux par l'employeur, avec la volonté de les faire progresser.

### Réacteur A en démantèlement

En 2022, les travaux de traitement des déchets, faisant suite au démantèlement des équipements à l'intérieur de la cuve, ont été entrepris. L'opération de vidange de la piscine du bâtiment réacteur, en vue du démantèlement de la cuve, n'a pas pu être entreprise, en raison du retard pris dans l'installation d'un évaporateur destiné à traiter l'eau de la piscine avant rejet. La mise en service de cet évaporateur est prévue début 2023.

Les travaux de démantèlement de l'ensemble des matériels encore présents dans les casemates de la caverne dite « auxiliaire » se sont poursuivis. Ces travaux sont réalisés principalement par télé-opération à l'aide d'un bras robotisé.

Les travaux de démantèlement des matériels de la station de traitement des effluents non nécessaires au traitement des eaux des drains de rochers ou planchers se sont également poursuivis.

En matière de radioprotection, la prévention de la contamination des agents aux particules alpha constitue l'enjeu principal des phases de déconstruction des installations. Dans ce domaine, l'ASN considère que l'exploitant a progressé, avec la mise en place d'une surveillance médicale adaptée pour détecter plus rapidement les cas de contamination, lesquels sont restés à un niveau faible.

Les contrôles au titre de l'inspection du travail sur les thèmes « coordination des chantiers » et « consignation et vérification des installations électriques » n'ont pas mis en évidence de constats majeurs. Des progrès ont notamment été constatés en matière de coordination des chantiers. Le bilan de ces inspections est satisfaisant et les échanges avec le site constructifs.

D'une manière générale, l'ASN considère que l'exploitant progresse sur les différents domaines inspectés et note un renfort des équipes qui permet d'impulser une dynamique de progrès.

### Centrale nucléaire de Fessenheim

La [centrale nucléaire de Fessenheim](#) comprend deux REP, d'une puissance unitaire de 900 MWe. Elle est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Les deux réacteurs, mis en service en 1977 et arrêtés définitivement en 2020, sont en période de préparation au démantèlement.

L'ASN considère que le site a su maintenir un sérieux et une dynamique robuste dans le suivi de l'exploitation des installations, malgré un niveau d'activités d'exploitation et de maintenance significativement différent. Néanmoins, une meilleure adaptation des pratiques historiques du site au contexte évolutif permettrait d'obtenir une meilleure qualité d'exploitation et de réalisation des activités.

L'année 2022 a été principalement occupée par la poursuite des activités préparatoires au démantèlement, telles que la préparation, l'installation et la mise en œuvre du chantier de décontamination sur le réacteur 1, l'installation de nouvelles capacités de stockage de résines, le retrait de nombreux déchets et la poursuite du traitement et de l'évacuation du

bore. L'opération de décontamination des circuits primaires s'est avérée beaucoup plus complexe qu'anticipé par EDF, et a conduit à des retards dans sa mise en œuvre.

Des jalons importants ont été atteints, comme la finalisation de l'évacuation du combustible. Plusieurs chantiers importants sont appelés à se poursuivre en 2023, avec notamment la mise en œuvre de la décontamination du circuit primaire du second réacteur, et la création, dans la salle des machines, de l'installation de gestion des déchets produits par le démantèlement.

En matière de radioprotection, l'année 2022 est marquée par une baisse du nombre de déclarations d'événements par rapport aux années précédentes et d'une confirmation de l'amélioration de la prévention de la contamination des voiries du site. Néanmoins, quelques éléments persistent en lien avec la culture en radioprotection de certains intervenants (alarmes de dépassement de dose, balisage radioprotection) et la gestion des sources et les actions d'évacuation associées n'ont pas été jugées satisfaisantes.

### Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

La [centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine](#), exploitée par EDF dans le département de l'Aube, sur le territoire de la commune de Nogent-sur-Seine, à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 129, le réacteur 2 constitue l'INB 130.

L'ASN considère que les performances du site de Nogent-sur-Seine dans le domaine de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN estime que les résultats sont dans l'ensemble corrects hormis en matière de mise en configuration des circuits et de consignation des matériels, opérations qui ont été à l'origine d'une part importante des événements significatifs impliquant la conduite des réacteurs. Des progrès sont attendus dans ce domaine.

L'exploitant devra également poursuivre ses efforts pour maintenir un effectif suffisant de la filière indépendante de sûreté.

Les opérations de maintenance se sont quant à elles déroulées de manière globalement satisfaisante lors de l'arrêt du réacteur 1.

Concernant la radioprotection des travailleurs, l'ASN constate une meilleure gestion de la propreté radiologique des chantiers et une réduction du nombre d'expositions internes des intervenants. Des défauts de culture de radioprotection ou de rigueur des intervenants, particulièrement au niveau des conditions d'accès en zone réglementée, ont cependant encore été relevés à plusieurs reprises. Une vigilance particulière de l'exploitant doit être maintenue sur ce sujet, de même que sur celui de la gestion des tirs radiologiques, qui a montré quelques fragilités.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation de l'exploitant est satisfaisante. Néanmoins, l'état de certaines installations, notamment au niveau de l'injection d'acide sulfurique dans le circuit secondaire, doit faire l'objet d'une priorité d'action de la part de l'exploitant.

Les contrôles mis en œuvre au titre de l'inspection du travail ont mis en évidence des non-conformités sur des équipements de travail, notamment vis-à-vis de la prévention du risque de chute ou d'électrisation.

---

## Centre de stockage de l'Aube

Autorisé par le décret du 4 septembre 1989 et mis en service en janvier 1992, le CSA a pris le relais du Centre de stockage de la Manche (CSM) qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son retour d'expérience (REX). Cette installation, implantée à Soulaines-Dhuys, présente une capacité de stockage d'un million de mètres cubes (m<sup>3</sup>) de déchets FMA-VC. Elle constitue l'[INB 149](#). Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m<sup>3</sup>, soit par compactage de fûts de 200 litres.

À la fin de l'année 2022, le volume des déchets stockés était d'environ 371 500 m<sup>3</sup>, soit 37 % de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 dans le rapport de

conclusion du réexamen périodique du CSA, la saturation de la capacité de l'installation pourrait intervenir à l'horizon 2062, au lieu de 2042 comme initialement prévu. Ceci s'explique par une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison, mais aussi par une optimisation de la gestion des déchets *via* le compactage de certains colis.

L'ASN considère que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Les inspections menées en 2022 ont notamment permis de constater une organisation adaptée en matière de radioprotection et de gestion de crise, ainsi que le respect des échéances associées aux engagements pris dans le cadre du deuxième réexamen périodique de l'installation.

---

## Projet de centre de stockage en couche géologique profonde

L'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure se sont poursuivis en 2022 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années précédentes.

Par ailleurs, sur la base des travaux conduits depuis l'examen par l'ASN, en 2017, du dossier d'options de sûreté du projet Cigéo, l'Andra a déposé le 16 janvier 2023, auprès de la ministre en charge de la sûreté nucléaire, le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de ce centre de stockage en couche géologique profonde (voir chapitre 14 du présent rapport).



# RÉGION Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Hauts-de-France.

En 2022, l'ASN a réalisé 124 inspections dans la région Hauts-de-France, dont 33 à la centrale nucléaire de Gravelines, 82 dans le nucléaire de proximité, et 9 dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 14 journées d'inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2022, 12 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines dont 3 en matière de radioprotection.

Dans le nucléaire de proximité, 3 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. En radiothérapie, 2 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO.

## Centrale nucléaire de Gravelines

La [centrale nucléaire de Gravelines](#), exploitée par EDF, est située dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, entre Calais et Dunkerque. Cette centrale nucléaire est constituée de six REP (900 MWe) d'une puissance totale de 5400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines sont en retrait en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Les performances en matière de protection de l'environnement rejoignent quant à elles l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Les performances en matière de sûreté nucléaire ne se sont pas améliorées en 2022, notamment en matière de rigueur d'intervention. Le plan rigueur mis en place par l'exploitant a commencé à porter ses fruits, notamment dans la conduite des installations, mais quelques pratiques ou comportements inadaptés subsistent dans d'autres métiers. Le site doit donc poursuivre ses efforts afin de fédérer l'ensemble des acteurs. L'ASN a réalisé un point d'étape des actions mises en place par l'exploitant, à la fin du premier semestre 2022, au travers d'une inspection renforcée sur le thème du management de la sûreté, pilotée par l'inspecteur en chef de l'ASN, qui n'a pas remis en cause la pertinence du plan rigueur engagé.



Le 5 juillet 2022, le président de l'ASN est venu à la rencontre des agents et des prestataires de la centrale nucléaire de Gravelines, afin de recueillir leur premier retour d'expérience sur les effets du « plan rigueur » mis en place par le site pour améliorer ses performances en matière de sûreté. La veille, il avait rencontré les membres de la commission locale d'information (CLI) de Gravelines.

L'année 2022 a été marquée par un nombre d'événements significatifs déclarés à l'ASN plus important que celui des années précédentes et supérieur à la moyenne des réacteurs d'EDF, même si le nombre d'événements classés au niveau 1 est resté stable. L'application d'un nouveau référentiel de sûreté lié aux quatrièmes visites décennales ou le volume important de modifications déployées (près de 500) en explique certains. Cette tendance haussière ne traduit pas nécessairement une dégradation des conditions d'exploitation mais peut également refléter une meilleure performance de détection des écarts ou une meilleure écoute de la filière indépendante de sûreté, interne au site.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2022 a, de nouveau, été marquée par des prolongations importantes des durées d'arrêt pour maintenance et renouvellement en combustible des réacteurs, malgré un allègement du programme de maintenance mis en œuvre fin 2022 afin de limiter la période d'indisponibilité du dernier réacteur. Trois réacteurs étaient à l'arrêt simultanément, de début juillet à mi-septembre, occasionnant une sollicitation inhabituelle des services au cœur de l'été. Ce surcroît d'activité s'ajoutait à un programme industriel déjà très chargé avec, notamment, la quatrième visite décennale du réacteur 3, la fin des opérations de remplacement des générateurs de vapeur du réacteur 6 et celle du chantier de la protection périphérique contre les inondations externes, mis en œuvre dans le cadre du retour d'expérience (REX) de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon).

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Gravelines a amélioré sa réponse, en matière de maintenance, face aux enjeux présentés par les équipements utilisant du gaz isolant à effet de serre (SF<sub>6</sub>) et qu'elle doit poursuivre ses efforts sur les installations de traitement des effluents radioactifs produits par l'exploitation des réacteurs. Un contrôle renforcé sera mené en 2023.

Sur le plan de la radioprotection, se basant sur un contrôle renforcé mené en 2022 et sur le suivi réalisé tout au long de l'année, l'ASN considère que la situation reste dégradée et que le site ne parvient toujours pas à rétablir un niveau satisfaisant, malgré la mise en place de mesures préventives en 2021. Les efforts engagés doivent être développés afin de retrouver rapidement et durablement des performances satisfaisantes en matière de radioprotection des travailleurs en 2023.

Les actions réalisées en 2022 au titre de l'inspection du travail se sont réparties entre des contrôles menés sur les chantiers de maintenance, notamment au cours des arrêts de réacteurs,

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ▪ une installation nucléaire de base :

- la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF;

### ▪ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 30 services de médecine nucléaire,
- 92 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 129 scanners,
- environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7  
p. 210

### ▪ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- environ 600 établissements industriels et de recherche, dont 29 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 6 accélérateurs de particules dont un destiné à contrôler des trains de fret et 2 cyclotrons, 38 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région et 11 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



Chapitre 8  
p. 242

### ▪ des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### ▪ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 agences d'organismes pour le contrôle de la radioprotection.

et des contrôles particuliers axés sur des thématiques telles que le levage, les risques électriques ou encore le temps de travail. Des rencontres régulières ont été organisées avec la direction, des membres du comité social et économique et des représentants du personnel. Le nombre d'accidents du travail demeure à un niveau élevé en 2022 malgré les mesures déployées par l'exploitant. Le non-respect de certaines règles vitales, induit par des comportements individuels ou des organisations de travail, ainsi que des manques de maîtrise de consignations d'équipements ont été observés à plusieurs reprises. L'inspection du travail portera une vigilance particulière sur ces sujets lors de ses prochains contrôles.



# RÉGION Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région Île-de-France. La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les INB de cette région.

En 2022, l'ASN a réalisé 313 inspections dans la région Île-de-France, dont 107 dans le domaine de la sûreté nucléaire, 149 dans le domaine du nucléaire de proximité, 27 sur le thème du transport de substances radioactives et 30 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

Dix événements significatifs ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES dans le domaine du nucléaire de proximité, 3 dans le domaine des installations nucléaires de base et 6 dans le domaine du transport de substances radioactives.

## SITE CEA DE SACLAY

Depuis 2017, le centre CEA Paris-Saclay rassemble des activités menées sur plusieurs sites géographiques proches de Paris, notamment les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses.

Le centre CEA Paris-Saclay, dont le site principal a une superficie de 125 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6 000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Sept INB sont implantées sur ce site.

À proximité sont également implantées une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), institut de formation, et deux entreprises à vocation industrielle : Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

### LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

#### Réacteurs Osiris et Isis

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance autorisée de 70 mégawatts thermiques (MWth), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

Sa maquette critique, le réacteur Isis, d'une puissance de 700 kilowatts thermiques (kWth), servait essentiellement à des activités de formation. Ces deux réacteurs, autorisés par le décret du 8 juin 1965, composent l'INB 40.

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le réacteur Isis a été définitivement mis à l'arrêt en mars 2019. Le dossier de démantèlement de l'ensemble de l'installation, déposé en octobre 2018, a fait l'objet de compléments à la demande de l'ASN, qui détaillent davantage les opérations prévues à chaque étape du démantèlement et justifient plus précisément l'état initial envisagé au début du démantèlement et les résultats de l'étude d'impact. Fin 2021, le CEA a annoncé une évolution profonde de la stratégie de démantèlement de l'INB 40 avec le report de la mise en service des équipements réalisant des opérations de traitement et de conditionnement de déchets irradiants. Dans le cadre de l'instruction, des informations sont attendues quant au nouveau scénario de démantèlement, notamment pour ce qui concerne la gestion des déchets irradiants.

Depuis l'arrêt des réacteurs Osiris et Isis et dans l'attente du démantèlement de l'installation, les opérations d'évacuation de matières radioactives et dangereuses et celles de préparation du démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état de l'installation. En particulier, les derniers combustibles irradiés entreposés dans l'installation ont été évacués au second semestre 2021.

Les inspections ont mis en évidence une organisation robuste pour la réalisation du réexamen et le pilotage du plan d'action associé. Des améliorations sont toutefois attendues en ce qui concerne l'examen de conformité à la réglementation et au référentiel technique de l'installation. Le sujet du confinement statique et dynamique est correctement appréhendé. Une vigilance particulière est cependant nécessaire concernant l'état de conservation d'une gaine de ventilation.

En ce qui concerne la prévention des pollutions et nuisances, des améliorations sont attendues concernant la tenue à jour de l'inventaire des substances dangereuses et des compléments sont attendus concernant la consommation d'eau de l'installation. Le suivi des engagements pris auprès de l'ASN et des écarts est réalisé de manière satisfaisante.

Deux événements significatifs déclarés en 2022 sont liés à des problématiques de vieillissement de matériels, sujet important pour l'installation compte tenu des durées prévisionnelles des opérations de démantèlement.

La maîtrise par l'exploitant des opérations de préparation du démantèlement, la bonne gestion des déchets et le suivi du vieillissement des installations feront partie des thèmes auxquels l'ASN sera vigilante en 2023.

## Réacteur Orphée

Le réacteur Orphée ([INB 101](#)), réacteur source de neutrons, était un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le [décret du 8 mars 1978](#) et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il servait à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur permettait l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux, ainsi que la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le réacteur Orphée, à la suite de son arrêt définitif fin 2019, est en phase d'opérations préparatoires au démantèlement. L'exploitant a déposé en mars 2020 son dossier de démantèlement. Les derniers combustibles irradiés du réacteur Orphée ont été évacués en 2020, ce qui a conduit à une forte réduction des risques de l'installation. La poursuite des opérations de préparation au démantèlement et le scénario de démantèlement de l'installation font actuellement l'objet de discussions à la suite de la repriorisation des opérations de démantèlement par le CEA et de ses conséquences sur la mise à jour de la stratégie de démantèlement de l'INB 101.

L'ASN considère, sur la base des inspections et du suivi de l'installation réalisés en 2022, que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est satisfaisant dans l'ensemble. Cependant, quelques points de vigilance tels que l'identification des activités importantes pour la sûreté et de leur contrôle technique et la formalisation et le suivi des dossiers de qualification des éléments importants pour la sûreté, sont nécessaires. Les événements significatifs montrent qu'une vigilance doit être portée au suivi des contrôles et essais périodiques, ainsi qu'au suivi de l'efficacité des filtres de très haute efficacité. Des améliorations sont attendues quant au respect des règles d'entreposage de certains matériels potentiellement activés ou colis TFA.

À la suite de l'arrêt du réacteur, la phase de préparation des opérations de démantèlement fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN, notamment l'adaptation de l'organisation et des compétences de ses personnels pour gérer des activités nouvelles, en maintenant le niveau de sûreté de l'installation et en maîtrisant les plannings d'activités.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :

- le site CEA de Saclay du centre CEA Paris-Saclay,
- l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay,
- le site CEA de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :



Chapitre 7  
p. 210

- 26 services de radiothérapie externe,
- 12 services de curiethérapie,
- 41 services de médecine nucléaire *in vivo* et 13 services de médecine nucléaire *in vitro* (biologie médicale),
- 149 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- plus de 200 établissements détenant au moins 1 scanner,
- environ 850 cabinets de radiologie médicale,
- environ 8 000 appareils de radiologie dentaire;

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche contrôlées par la division de Paris :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 650 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
- 8 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- environ 100 autorisations relatives à des activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées;

### des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 4 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

## Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés

Le Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés (LECI) a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'INB le 8 janvier 1968 par le CEA. Une [extension a été autorisée en 2000](#). Le LECI ([INB 50](#)) constitue un outil d'expertise pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du « cycle du combustible », mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la [décision du 30 novembre 2016](#) (modifiée le 26 juin 2017), la poursuite de fonctionnement de l'installation par des prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'amélioration que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les délais. L'exploitant a en particulier demandé un report d'échéances concernant l'évacuation des substances

radioactives dont l'utilisation ne peut pas être justifiée et la mise en place des éventuelles dispositions permettant d'assurer l'atteinte et le maintien d'un état sûr de l'INB en cas d'incendie dans les zones attenantes aux zones nucléaires. Le démantèlement de Célimène (ancienne cellule destinée à l'examen des combustibles du réacteur EL3) est également concerné par cette demande. L'ASN reste donc dans l'attente de la transmission d'un plan d'action robuste de la part du CEA.

À partir de la fin 2022, l'INB 72 ne prendra plus en charge les déchets irradiants du site CEA de Saclay. Aussi, le CEA a lancé un nouveau projet, intitulé « Gestion des déchets irradiants du LECI » (GDILE), afin de traiter, conditionner et évacuer les déchets irradiants (existants et futurs) sans saturer les capacités d'entreposage du LECI.

Deux événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés en 2022. Ils concernaient la présence d'échantillons historiques de combustibles non autorisés par le référentiel et l'absence ou le mauvais positionnement de freins de secours sur un pont roulant et deux unités de levage. Ces déclarations viennent de la découverte de non-conformités datant de plusieurs années et l'installation a entamé des actions correctives en matière de recherche d'exutoires compatibles pour les échantillons non-conformes et de remise à niveau des équipements de manutention en fonction des conclusions de l'examen de conformité de ces matériels, afin de revenir à une situation acceptable. L'ASN sera particulièrement vigilante quant au suivi et à la mise en œuvre de ces actions.

Les inspections menées sur le LECI pour l'année 2022 concluent à un management de la sûreté satisfaisant de l'installation mais des améliorations sont attendues en matière de gestion des déchets TFA et de suivi des contrôles techniques des activités importantes pour la protection des intérêts protégés (AIP). De plus, l'ASN constate un accroissement des délais de réponse aux lettres de suite et de transmission des comptes-rendus d'événements significatifs.

## Irradiateur Poséidon

L'installation Poséidon ([INB 77](#)), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet de réaliser des études et des présentations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical. Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

L'ASN a encadré, par la [décision n° CODEP-CLG-2019-048416 du président de l'ASN du 22 novembre 2019](#), la poursuite de fonctionnement de l'installation à la suite de son réexamen périodique. Les points majeurs d'amélioration sont notamment la tenue du bâtiment aux aléas sismiques et climatiques (neige et vent notamment), ainsi que le suivi du vieillissement de la piscine de Poséidon.

L'ASN considère que l'installation est exploitée de façon satisfaisante et dans un objectif d'amélioration continue de la sûreté. En effet, l'ASN a constaté que l'exploitant apporte des réponses adéquates et dans les échéances fixées aux engagements qui le concernent et qui sont issus du réexamen précédent (engagements de l'exploitant, prescriptions techniques ou demandes de l'ASN). Le suivi des contrôles et essais périodiques est correctement réalisé malgré une panne d'accélérateur en 2022 qui a retardé le contrôle périodique, sans conséquence cependant sur la sûreté de l'installation. Concernant la gestion des sources radioactives, l'exploitant s'est engagé auprès de l'ASN à mener une réflexion sur l'amélioration du contrôle des sources de plus de dix ans faisant l'objet d'une demande de prolongation de la durée de vie. Enfin, les travaux menés par l'exploitant, afin notamment de déterminer l'origine d'une augmentation de l'activité en tritium observée en 2021 dans l'eau de la piscine de Poséidon, lui ont permis d'identifier la cause de ce phénomène et de mettre en œuvre les actions correctives adéquates.

## LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES ET DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le CEA exploite des installations de natures diverses: des laboratoires liés aux recherches sur le « cycle du combustible » et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

### Zone de gestion de déchets solides radioactifs

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (INB 72) a été autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#). Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques, etc.) en attente d'évacuation.

Compte tenu de « l'inventaire dispersable »<sup>(1)</sup> actuellement présent dans l'installation, l'INB 72 fait partie des priorités de la stratégie de démantèlement du CEA qui a été examinée par l'ASN, laquelle s'est prononcée en mai 2019 sur ces priorités (voir chapitre 13).

Les engagements pris dans le cadre du précédent réexamen de 2009 visaient à garantir un niveau de sûreté acceptable de l'installation pour les dix années à venir. Ils concernaient en particulier l'évacuation de la plus grande partie de « l'inventaire dispersable » de l'installation et l'arrêt de la réception de nouveaux déchets du centre de Saclay, afin de concentrer les moyens de l'installation sur la reprise et le conditionnement des déchets anciens (RCD) et le démantèlement. Ces engagements n'ont pas été tenus.

1. Partie de l'inventaire des radionucléides d'une installation nucléaire qui regroupe les radionucléides susceptibles d'être dispersés dans l'installation lors d'un incident ou d'un accident, voire, pour une fraction d'entre eux, d'être rejetés dans l'environnement.

En 2017, étant donné les retards dans les opérations de désentreposage, le CEA a demandé un report de plusieurs années des échéances, prescrites dans la [décision n° 2010-DC-0194 de l'ASN du 22 juillet 2010](#), pour le désentreposage des combustibles irradiés et l'évacuation des déchets entreposés dans la zone dite « des 40 puits ». En 2020, le CEA a demandé un nouveau report au 31 décembre 2030 pour l'évacuation des déchets entreposés dans cette zone des 40 puits, qui a été validé par la [décision n° CODEP-CLG-2022-05822 du président de l'ASN du 2 février 2022](#).

Afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay, le CEA a demandé en 2017 une modification de la date d'arrêt définitif de l'installation, reportée à la première des deux échéances suivantes: la date de prise d'effet du décret de démantèlement ou la date du 31 décembre 2022. Le CEA a demandé également des aménagements pour la prise en charge de certains déchets jusqu'en 2025.

Après analyse du rapport de réexamen de l'INB 72 transmis fin 2017, instruit conjointement avec le dossier de démantèlement, l'ASN a encadré, par la [décision n° CODEP-CLG-2022-005822 du président de l'ASN du 2 février 2022](#), les conditions de poursuite d'exploitation de l'installation. Le [décret n°2022-1107 du 2 août 2022](#) prescrivant au CEA de procéder aux opérations de démantèlement de l'INB 72 a été publié au *Journal Officiel*. Celui-ci rentrera en application à la date à laquelle l'ASN approuvera la révision des règles générales d'exploitation (RGE) et, au plus tard, un an après la publication de ce décret.

L'ASN estime que la sûreté de l'installation est satisfaisante, tout en constatant de nombreux retards dans la réalisation des opérations de désentreposage de combustibles ou de déchets. L'ASN note toutefois positivement l'évacuation de plusieurs étuis de combustibles présents en piscine dans un bâtiment, ce qui contribue à la réduction progressive de son « inventaire dispersable ».

En 2022, l'ASN a examiné les avancées des opérations concernant le désentreposage de la piscine ainsi que d'un emballage de transport de crayons de combustibles. Des retards sont constatés à la suite d'aléas techniques et de fourniture de colis de transport de crayons de combustibles. Cependant, l'INB met en œuvre les actions correctives afin de pallier les difficultés rencontrées par l'organisation et les actions mises en œuvre par le CEA pour évacuer les combustibles irradiés du massif 108 et de la piscine. Malgré les retards constatés, l'ASN souligne la capacité d'adaptation du CEA aux différents aléas rencontrés. Cependant, il est attendu une élaboration plus rigoureuse des plans d'action pour s'assurer du respect des échéances annoncées. L'ASN rappelle que les projets contribuant à la diminution de « l'inventaire dispersable » au sein des installations constituent des priorités pour la sûreté.

Par ailleurs, l'ASN a constaté lors de ses inspections un bon état général de l'installation. Toutefois l'ASN attend des améliorations concernant la replanification des actions correctives initiées par des actions de surveillance.

## Zone de gestion des effluents liquides

La [zone de gestion des effluents liquides](#) constitue l'INB 35. Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par [décret du 8 janvier 2004](#), le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée « Stella », ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment, afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Andra.

L'installation d'évaporation utilisée pour traiter les effluents radioactifs est à l'arrêt depuis 2019, en raison d'anomalies techniques sur un équipement. La remise en service de celui-ci nécessite l'élaboration d'un dossier spécifique d'analyse de sûreté dont l'ASN attend la transmission. À ce jour, l'installation n'est plus en capacité de remplir ses différentes fonctions (évaporation des effluents, cimentation des concentrats, reprise des effluents des producteurs de Saclay).

Le procédé de cimentation, utilisé pour traiter les concentrats présents dans l'installation, a toutefois été arrêté provisoirement par le CEA en juin 2021. Cette décision du CEA fait suite à la production de deux colis actifs non-conformes à l'approbation de conditionnement 12H obtenue de l'Andra en 2018. La mise en service du procédé avait été autorisée par l'ASN en 2020. Malgré les travaux restant à mener, le CEA envisage une reprise de la cimentation dans les prochains mois.

Par ailleurs, le CEA a suspendu, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB, en raison d'investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité (local 97). La majorité des effluents radioactifs de faible et moyenne activité produits par les producteurs du site de Saclay est désormais orientée vers la Station de traitement des effluents liquides (STEL) de Marcoule.

Cette situation, qui interroge sur la possibilité de reprendre, dans les prochaines années, la gestion des effluents liquides dans l'INB, fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN dans le cadre des échanges avec le CEA sur sa stratégie de gestion des effluents. L'ASN attend un investissement important de la part du CEA pour rendre l'installation opérationnelle afin, en priorité, de pouvoir reprendre et conditionner dans des délais adaptés les effluents historiques qui y sont entreposés.

Plusieurs autres sujets structurants pour l'INB sont actuellement en cours de discussion ou d'instruction. Il s'agit notamment de la vidange des cuves contenant des effluents organiques au niveau de la fosse 99, opération autorisée pour l'une d'entre elles en 2022 et qui reste un enjeu de premier plan en matière d'assainissement; la stratégie d'assainissement des cuves MA 500; ainsi que la finalisation de la vidange de la cuve MA 507.

Les inspections réalisées en 2022 ont permis de mettre en évidence une organisation et des outils satisfaisants pour suivre les engagements pris envers l'ASN. Lors des inspections inopinées, les inspecteurs ont constaté un bon état général de l'installation et des locaux, ainsi qu'une bonne réactivité des équipes. La thématique du confinement statique et dynamique est suivie de manière satisfaisante par l'exploitant.

Enfin, les opérations de caractérisation d'effluents organiques « historiques » entreposés dans l'installation ont démarré et doivent désormais se poursuivre.

En revanche, des améliorations sont attendues dans la gestion des déchets, notamment en ce qui concerne la présence de déchets anciens non identifiés ou à reconditionner, la gestion des durées d'entreposage ou encore le respect des conditions d'exploitation des zones d'entreposage. Un suivi plus rigoureux des produits chimiques est également nécessaire. Enfin, l'ASN constate que les actions issues du réexamen de 2007 ne sont pas toutes finalisées à ce jour.

## LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 18 et 49) définitivement arrêtées et trois INB (INB 35, 40 et 72) en fonctionnement, comportant des parties ayant cessé leur activité et dans lesquelles des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées. Elles concernent également deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – EL2 et EL3 – qui étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets FA-VL. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies par le CEA (voir chapitre 13).

### Réacteur Ulysse

Ulysse était le premier réacteur universitaire français. L'installation, qui constituait l'**INB 18**, a été arrêtée définitivement en février 2007. Le [décret de démantèlement](#) de l'INB a été publié le 21 août 2014 et prévoyait une durée de démantèlement de cinq ans.

Le 8 août 2019, le CEA a annoncé la fin des opérations de démantèlement prévues dans le décret de démantèlement, avec la réalisation de l'assainissement final.

Le CEA a transmis à l'ASN un dossier de demande de déclassement en février 2021. Après instruction, l'ASN a déclassé le réacteur Ulysse en juin 2022 et l'INB 18 a ainsi été supprimée de la liste des INB (voir chapitre 13).

### Laboratoire de haute activité

Le LHA comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'**INB 49**. À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement, autorisés par [décret du 18 septembre 2008](#), seuls deux laboratoires en exploitation aujourd'hui devraient subsister à terme sous le régime ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le décret autorisant le démantèlement du LHA. La découverte, en 2017, de pollution dans certaines « cours intercellules » l'a également conduit à faire évoluer les opérations à réaliser. Des investigations sur l'état radiologique des sols ont été menées sur la période 2019-2021. Un dossier de modification du décret de démantèlement a été déposé par l'exploitant en décembre 2021. La justification du délai nécessaire pour achever les opérations de démantèlement autorisées par le décret du 18 septembre 2008 sera examinée dans le cadre de l'instruction actuellement en cours.

L'année 2022 a été principalement marquée par la réalisation d'opérations préalables à la reprise du démantèlement. La contractualisation de plusieurs marchés a par ailleurs été réalisée afin de relancer, à partir de 2023, les opérations d'assainissement et de démantèlement, interrompues depuis fin 2018.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement est globalement satisfaisant. Les inspections ont mis en évidence le respect des engagements pris par l'exploitant de l'installation envers l'ASN, le bon état des locaux et des équipements de ventilation. La réalisation d'inspections inopinées a également mis en évidence une bonne réactivité de la part de l'exploitant. En revanche, les inspections ont révélé des fragilités dans la gestion des déchets, avec la nécessité de reconditionner un volume important de colis de déchets non-conformes. La gestion des déchets TFA de l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi, doit également être améliorée pour permettre de diminuer rapidement le volume de déchets entreposés dans les locaux. La surveillance des prestataires doit être renforcée lors des chantiers pour s'assurer du respect des dispositions prévues par le référentiel de l'installation.

Un événement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré par l'installation au cours de l'année 2022, en raison d'un défaut de culture de sûreté de la part des intervenants en charge du remplacement du système de détection incendie. Cet événement fait suite à la remontée tardive de défauts sur les asservissements de la détection incendie d'une partie de l'installation.

L'ASN reste vigilante sur la gestion des zones de déchets TFA de l'**INB 49**, notamment en raison des travaux de démantèlement à venir qui engendreront une production de déchets supplémentaires. Aussi, l'adéquation des zones d'entreposage de déchets existantes avec les futurs besoins apparaît être un enjeu pour le déroulement des opérations de démantèlement selon le planning envisagé.

L'ASN contrôlera en inspection les conditions de reprise des travaux de démantèlement de la chaîne blindée TOTEM, attendue au cours de l'année 2023, en lien avec la découverte fin 2022 d'un état initial de la chaîne blindée non-conforme à l'attendu.

## Appréciation du site CEA de Saclay

L'ASN considère que les INB du site CEA de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes dans l'ensemble et constate la poursuite, au cours de l'année 2022, d'opérations visant à réduire l'inventaire radiologique entreposé dans les INB, en particulier à la suite de plusieurs évacuations réalisées dans l'INB 72.

Comme en 2021, les opérations de démantèlement et de reprise et conditionnement des déchets (RCD) ont continué à prendre du retard en 2022. L'ASN considère que l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées et que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement. La plupart des INB du site CEA de Saclay sont concernées, directement ou indirectement, par des opérations de démantèlement ou de préparation au démantèlement. Il convient cependant de noter que le réacteur Ulysse (ex-INB 18) a été déclassé au cours de l'année 2022. L'ASN attend donc que le CEA poursuive ses efforts pour rendre plus robustes ses plannings de mise en œuvre des opérations. Plusieurs dossiers sont actuellement en cours de rédaction ou d'instruction pour préciser les plannings de démantèlement des installations pour les prochaines décennies. L'ASN maintiendra une vigilance particulière sur le contrôle de l'avancement des projets de démantèlement et de RCD, dans l'objectif de s'assurer de la maîtrise des calendriers.

En 2021, une teneur anormalement élevée en tritium avait été découverte dans la nappe des sables de Fontainebleau, au droit d'un nouveau piézomètre implanté sur le site. Les études menées au cours de

l'année 2022 par le CEA ont permis de progresser dans la connaissance de l'origine de cette pollution et sur son évolution dans le temps, sur la base de modélisations. L'implantation de nouveaux piézomètres au cours de l'année 2023 permettra de vérifier les hypothèses retenues et de mieux connaître l'étendue du panache de pollution.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), l'ASN avait prescrit la réalisation sur le site de Saclay de nouveaux moyens pour la gestion de crise résistant à des conditions extrêmes. Après mise en demeure de l'ASN en septembre 2019, le CEA a transmis en décembre 2019 son dossier présentant et justifiant le dimensionnement de ses futurs bâtiments de gestion de crise. À la suite de la découverte de défauts de ferrailage du génie civil, le chantier a cependant été interrompu en milieu d'année 2021, ce qui n'a pas permis au CEA de respecter son engagement de mise en service des locaux avant la fin de l'année 2021. La réception de nouveaux locaux de crise est désormais envisagée en 2024.

Concernant l'organisation et les moyens de crise, une mise à jour du plan d'urgence interne transmise par le CEA fin 2021 a fait l'objet d'échanges au cours de l'année 2022 pour préciser les dispositions retenues. En 2023, l'ASN examinera la gestion de crise et la mise en œuvre des exercices avec, en particulier, des mises en situation actives impliquant la participation de la formation locale de sécurité du site.

À la suite d'une réorganisation survenue début 2021 dans la gestion des déchets TFA produits sur le site CEA de Saclay, engendrant quelques difficultés ponctuelles au sein des INB, l'ASN a mené une inspection spécifique portant sur six INB du site afin de faire un état des lieux. Les contrôles réalisés ont fait apparaître

que les INB sont désormais en capacité de gérer le conditionnement et l'évacuation en direct de ces déchets. Certaines d'entre elles étudient des nouvelles dispositions à mettre en œuvre afin de répondre à leurs futurs besoins. Une vigilance particulière est toutefois de rigueur concernant la gestion des durées d'entreposage des déchets et la qualité des inventaires de déchets dans les INB. La tenue à jour des inventaires de substances dangereuses doit également être améliorée. Même si la stratégie de gestion des effluents liquides radioactifs des producteurs du site de Saclay a fait l'objet d'une étude spécifique du CEA à la demande de l'ASN, afin notamment d'examiner la possibilité d'un traitement au sein de l'INB 35, l'organisation mise en œuvre pour la gestion des effluents radioactifs, traités depuis plusieurs années sur le site de Marcoule, est apparue adaptée.

En matière de transports de substances radioactives, l'inspection réalisée par l'ASN a montré que le suivi de ces activités était satisfaisant avec une organisation mise en place pour réaliser ces transports permettant une gestion adaptée aux enjeux de sûreté.

Enfin, l'ASN a réalisé une inspection sur le site CEA de Saclay dans le cadre de l'instruction du dossier relatif à la mise en place des pôles de compétence radioprotection au sein du centre CEA Paris-Saclay. Elle a permis de faire le point sur l'important travail réalisé de la part des équipes du CEA, d'examiner les modalités de prise en compte des exigences réglementaires et ainsi, de faire compléter ou préciser le dossier sur certains points. Une inspection sur ce thème a également été réalisée sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses. La mise en place des pôles de compétence en radioprotection constitue un point positif.

## Usine de production de radioéléments artificiels de CIS bio international

L'UPRA constitue l'**INB 29**. Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition de *Mallinckrodt Nuclear Medicine LCC*, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France et Pays-Bas).

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. L'INB 29 avait également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle. L'évacuation de ces sources, entreposées dans l'installation, est bien avancée. Le groupe a par ailleurs décidé d'arrêter fin 2019 ses productions à base d'iode-131 sur le site de Saclay, ce qui a significativement réduit les conséquences des situations accidentelles sur le site.

Si CIS bio international a su se mobiliser en 2022 dans le cadre de l'instruction en cours de son réexamen, l'exploitant a également mis en œuvre des opérations améliorant significativement la sûreté. Ainsi, de nouvelles évacuations de sources scellées usagées de haute activité entreposées dans l'installation ont été réalisées, réduisant encore le terme source présent. Les travaux menés afin d'améliorer la gestion des effluents liquides, à la suite d'écart constatés ces dernières années, se sont poursuivis et ont fait l'objet de contrôles en inspection par l'ASN.

Malgré la stabilité de l'organisation interne et une meilleure gestion des compétences, qui ont constitué des facteurs favorables contribuant à l'amélioration de la sûreté observée les trois années précédentes, l'ASN a constaté en 2022 que CIS bio international rencontrait des difficultés à mener certaines activités dans des délais maîtrisés et dans des conditions de réalisation conformes aux référentiels de sûreté. Ce constat concerne aussi bien des projets en cours, l'exploitation courante des installations, le traitement de réponses à des lettres de suite d'inspections ou l'examen approfondi d'événements significatifs survenus sur l'installation.

Les inspections de l'ASN ont permis de constater, en 2022 comme l'année passée, que la gestion des contrôles périodiques des ESP doit être améliorée rapidement. Ce sujet a fait l'objet de demandes d'actions correctives prioritaires de la part de l'ASN.

Le suivi des formations relatives à l'organisation de crise reste aussi un axe d'amélioration. Des écarts ont également été constatés par l'ASN concernant la radioprotection des travailleurs, par exemple la signalisation du risque radiologique, ainsi que la gestion des effluents liquides, notamment les eaux d'extinction incendie. L'organisation de CIS bio international est toujours efficiente pour gérer les flux de transports, importants et divers, des contenus des colis, même si des améliorations sont attendues dans l'assurance qualité et la gestion documentaire associées.

Le nombre d'événements significatifs est en augmentation en 2022. Même si ces événements relèvent de thématiques différentes, les défaillances organisationnelles ou humaines sont prépondérantes. Aussi, le respect des règles de conduite et de fonctionnement, la gestion des alarmes, la réalisation des maintenances et la prise en compte du REX restent fragiles. La transmission des comptes-rendus d'événements est majoritairement réalisée hors délai, mais la qualité rédactionnelle de ces documents et des analyses produites est à souligner. L'ASN note par ailleurs sur ce sujet une amélioration dans la détection des événements significatifs.

En 2022, l'ASN constate ainsi que des marges de progrès demeurent dans plusieurs domaines notamment pour ce qui concerne le respect des échéances associées aux engagements pris par l'exploitant.

En conclusion, l'ASN constate en 2022, malgré des efforts de CIS bio international, une stagnation dans la démarche d'amélioration de la sûreté de l'installation engagée les années précédentes. Ce constat ne remet pas en cause, à ce stade, la poursuite des activités de CIS bio international. Cependant, la transversalité du fonctionnement de l'organisation, le respect du référentiel de l'installation et la maîtrise des plannings sont des axes sur lesquels CIS bio international doit faire particulièrement porter ses efforts. Les manquements liés à la rigueur d'exploitation et à la culture de sûreté constatés en 2022 doivent faire l'objet d'actions spécifiques, en veillant en particulier à en maîtriser les délais de réalisation.

## SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le [site de Fontenay-aux-Roses](#) poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses, composante du centre CEA Paris-Saclay depuis 2017, est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur

l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans les années 1980-1990. L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et entreposage de déchets radioactifs anciens provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN, qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies (voir chapitre 13).

Le démantèlement du site de Fontenay-aux-Roses contient des opérations prioritaires car il présente des enjeux particuliers liés, d'une part, à la quantité de déchets radioactifs présents dans ces installations; d'autre part, à la contamination radiologique des sols sous une partie d'un bâtiment de l'INB 165. Par ailleurs, le centre de Fontenay-aux-Roses, situé en zone urbaine dense, est engagé dans un processus global de dénucléarisation.

## Installation Procédé et installation Support

Le démantèlement des deux installations Procédé et Support, qui constituent respectivement l'INB 165 et l'INB 166, a été autorisé par [deux décrets du 30 juin 2006](#). La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN qu'en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un

des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement devait être prolongée et que le plan de démantèlement serait modifié. Le CEA a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers de demande de modification des décrets de démantèlement n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis en 2018 la nouvelle version de ces dossiers. Ces dossiers ont fait l'objet de compléments sur la période 2019-2022, portant notamment sur les opérations de démantèlement prévues et leur échéancier. Le CEA envisage une fin de démantèlement des INB au-delà de 2040, voire de 2050 pour l'INB 165. Ces deux projets de modification des décrets de démantèlement font l'objet d'une instruction. Les nouveaux décrets fixeront les caractéristiques du démantèlement, notamment leur délai de réalisation.

### Appréciation du site CEA de Fontenay-aux-Roses

L'exploitant doit maintenir les efforts qu'il met en œuvre pour assurer la sûreté d'exploitation de ses installations. Celle-ci est jugée acceptable même si des axes d'amélioration ont été identifiés sur certains sujets techniques.

Au regard des inspections réalisées en 2022, le processus de gestion des modifications notables des installations est apparu correctement mis en œuvre, même si des axes de progrès ont été identifiés. La gestion des transports de substances radioactives et la constitution des pôles de compétence en radioprotection sont des points positifs à souligner.

Les points de vigilance identifiés en 2022 l'ont pour la plupart déjà été en 2021. Ils concernent en particulier la maîtrise du risque lié à la foudre sur le site et la maîtrise du risque incendie pour l'INB 165. Une vigilance est également nécessaire sur la gestion des déchets, en particulier dans un bâtiment de l'INB 166. Des actions spécifiques de l'ASN sont en cours sur ces sujets (demandes d'action prioritaire, examen de dossier ou inspection programmée sur le thème en 2023).

Concernant la gestion du risque incendie, notamment sur l'INB 165, les travaux de remise en conformité programmés ou en cours doivent être une priorité. Les travaux restant à réaliser de remise en conformité de portes coupe-feu, l'indisponibilité prolongée du système d'extinction incendie des chaînes blindées, ainsi que la déclaration d'un événement significatif lié au dysfonctionnement de clapets coupe-feu démontrent que des actions correctives adaptées doivent être mises en place rapidement pour retrouver le niveau de sûreté attendu dans l'INB 165. Les engagements formulés sur ces sujets par l'exploitant sont suivis régulièrement par l'ASN.

À la suite d'événements significatifs déclarés en 2022, la gestion des contrôles et essais périodiques, et notamment le respect des périodicités mentionnées dans les RGE, nécessitent la mise en œuvre d'actions correctives. L'exploitant doit également être vigilant sur les modalités d'accès en zone délimitée des travailleurs.

En 2023, l'ASN examinera la gestion de crise et la mise en œuvre des exercices avec en particulier des mises en

situation actives impliquant la participation de la formation locale de sécurité du site.

D'une manière générale, l'ASN convient que le CEA rencontre des difficultés techniques réelles pour assurer la reprise des déchets anciens actuellement entreposés dans ses installations, mais elle souligne à nouveau le retard pris dans la réalisation des études et la programmation de ces projets. Comme l'année précédente, le CEA a présenté en 2022 à l'ASN ses prévisions quant à l'articulation des études et travaux projetés sur le site afin de diminuer « l'inventaire dispersable » au sein des installations. La nouvelle organisation mise en œuvre depuis septembre 2020 pour la réalisation des réexamens périodiques et des travaux sur les dossiers de démantèlement des installations apparaît robuste, mais doit continuer à faire ses preuves. L'ASN attend du CEA qu'il poursuive la mise en place d'actions fortes pour maîtriser et fiabiliser les délais associés à ces projets, en particulier ceux annoncés concernant la remise des études préparatoires aux chantiers de démantèlement.



# RÉGION Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Normandie.

En 2022, l'ASN a réalisé 208 inspections en Normandie, dont 67 dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 15 sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 65 sur des installations du « cycle du combustible », de recherche ou en démantèlement, 53 dans le nucléaire de proximité et 8 dans le domaine du transport de substances radioactives.

En outre, 31 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

En 2022, 16 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

## Centrale nucléaire de Flamanville

La [centrale nucléaire de Flamanville](#), exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur le territoire de la commune de Flamanville, à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'INB 108, le réacteur 2 l'INB 109.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

### Surveillance renforcée à Flamanville

En septembre 2019, l'ASN a décidé de placer sous surveillance renforcée la centrale nucléaire de Flamanville à la suite des difficultés rencontrées par EDF lors des deux arrêts pour visite décennale débutés courant 2018. Cette surveillance renforcée s'est traduite par un nombre accru d'inspections de l'ASN, de l'ordre d'une trentaine par an, et des échanges réguliers avec l'exploitant sur l'avancement et l'efficacité de son plan d'amélioration des pratiques. À l'issue du déploiement de son plan d'action, l'exploitant a sollicité fin 2021 auprès de l'ASN la sortie du dispositif de surveillance renforcée.

En 2022, l'ASN a mené deux inspections renforcées, qui lui ont permis de constater la bonne application des principes et règles de sûreté nucléaire par le personnel d'EDF et des entreprises prestataires, le bon état général des installations, ainsi que l'amélioration de la maîtrise de la radioprotection sur les chantiers à enjeux. Au vu de l'amélioration de l'état des installations et des pratiques de sûreté, l'ASN a décidé, en juillet 2022, de lever la surveillance renforcée sur la centrale nucléaire de Flamanville. L'ASN a demandé à l'exploitant de continuer à maintenir un niveau d'exigence élevé pour consolider les améliorations constatées.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN a constaté que le plan d'action mis en œuvre dans le cadre de la surveillance renforcée a été efficace notamment en matière de remise à niveau des installations et de prise en compte des principes fondamentaux de sûreté par les agents et les prestataires. Les difficultés rencontrées par l'exploitant dans la gestion du centre de crise local en début d'année l'ont conduit à mettre en œuvre un plan d'action, dont les résultats seront suivis par l'ASN en 2023. Il est également attendu des efforts sur la complétude et la qualité des dossiers remis à l'ASN.

Concernant la conduite et l'exploitation des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site sont en amélioration. Le plan d'action du service conduite a amené un changement des pratiques des équipes qui a notamment permis un redémarrage maîtrisé du réacteur 2 à la suite de son arrêt pour maintenance et rechargement de février à novembre 2022. Il convient à présent de maintenir et pérenniser dans le temps ces évolutions, notamment dans le cadre du redémarrage du réacteur 1 début 2023.

Concernant les opérations de maintenance, l'exploitant a mis à profit l'arrêt des deux réacteurs pour remettre en conformité différents matériels importants pour la sûreté. Sur le réacteur 1, cela s'est traduit par le remplacement des quatre générateurs de vapeur. Dans le cadre des contrôles concernant la détection de fissures de la corrosion sous contrainte sur les réacteurs de Penly 1 et Civaux 1 fin 2021, l'exploitant a réalisé sur le réacteur 2 des prélèvements de tuyauteries en vue de réaliser des expertises, et a également procédé à leur remplacement. D'une manière générale, l'ASN considère que ces opérations de maintenance ont été réalisées de manière maîtrisée par l'exploitant. L'ASN restera néanmoins vigilante en 2023 sur la traçabilité des actions réalisées dans le cadre de la gestion des aléas et la surveillance par l'exploitant des chantiers. Par ailleurs, des améliorations sont également attendues dans la robustesse du processus de gestion des contrôles périodiques des équipements sous pression qui a démontré à plusieurs reprises des fragilités.

Les performances du site en matière de radioprotection se sont améliorées en 2022. L'ASN observe des progrès en matière d'organisation de la radioprotection et constate que le processus d'identification et de déclaration des événements significatifs pour la radioprotection est efficace. Des améliorations sont néanmoins encore attendues dans la préparation des activités à fort enjeu de radioprotection par les intervenants, y compris les entreprises prestataires, et dans la maîtrise de la propreté radiologique des installations.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN observe une situation en progrès, le site ayant notamment amélioré son organisation. L'ASN souligne les actions engagées dans le cadre du plan d'action visant l'évacuation des coques de déchets historiques et constate une bonne tenue des installations et une gestion maîtrisée des produits chimiques dangereux. Des progrès sont néanmoins attendus concernant le réseau d'eau pluviale, et notamment sur la maîtrise des rejets et le suivi des travaux de rénovation. Ces sujets feront l'objet d'une attention particulière en 2023.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que l'exploitant doit s'améliorer sur plusieurs sujets. En particulier, des écarts ont été constatés en ce qui concerne la vérification des installations électriques ou la sécurisation de certains espaces vis-à-vis du risque de chute de hauteur.

## Centrale nucléaire de Paluel

La [centrale nucléaire de Paluel](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Paluel, à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

La centrale nucléaire dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima (Japon). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement du site de Paluel rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, les performances de la centrale de Paluel ont été satisfaisantes malgré quelques fragilités. Dans le domaine de la conduite des réacteurs, le déploiement d'un plan d'action visant à maîtriser les activités à risque d'arrêt automatique du réacteur s'est accompagné de performances satisfaisantes. Toutefois, la maîtrise de pilotage des transitoires sensibles, et ce notamment durant les phases d'arrêt et redémarrage, présente des marges de progrès. Par ailleurs, plusieurs événements significatifs pour la sûreté déclarés trouvent leur origine dans un défaut de préparation de l'activité ou des imperfections dans la documentation opérationnelle. L'ASN considère que des actions en matière de

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base :

- les centrales nucléaires, exploitées par EDF, de Flamanville (2 réacteurs de 1300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3,
- l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano de La Hague,
- le centre de stockage de la Manche (CSM) de l'Andra,
- le grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil) à Caen;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 8 services de radiothérapie externe (27 appareils),
- 1 service de protonthérapie,
- 3 services de curiethérapie,
- 12 services de médecine nucléaire,
- 50 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 70 scanners,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire;

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 5 accélérateurs de particules, dont 1 cyclotron,
- 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- 5 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic, 1 centre de recherche équine et 1 centre hospitalier équin;

### des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 9 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement,
- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

qualité de la documentation opérationnelle, de préparation et de réalisation des activités doivent être engagées.

Sur le plan de la maintenance, l'ASN considère que les performances du site restent toujours en retrait en 2022. Lors des arrêts pour maintenance, plusieurs inspections ont notamment mis en exergue des écarts sur la surveillance des activités et de certains chantiers. Ce fut notamment le cas dans le cadre de l'arrêt pour visite partielle et rechargement du réacteur 4 qui a été marqué par l'identification lors d'un contrôle télévisuel d'une fissure sur la tige d'un mécanisme de commande de grappe, fissure qui n'avait pas été identifiée lors des précédents arrêts. Par ailleurs, l'analyse de plusieurs événements significatifs relatifs à la sûreté a mis en évidence un manque de préparation et une insuffisance dans les analyses des risques préalablement à la réalisation des activités.

Des améliorations sont donc attendues d'une part, sur une préparation plus rigoureuse des interventions, et d'autre part sur la bonne appropriation des activités par les intervenants en amont de leur réalisation.

Concernant la radioprotection, l'ASN relève une stabilité dans les performances du site par rapport à 2021. Les arrêts pour maintenance réalisés au cours de l'année 2022 ont tous eu une dosimétrie inférieure à leur prévisionnel initial. Les inspections menées ont permis de constater une bonne tenue des chantiers et d'une manière générale une gestion satisfaisante du risque de contamination. Néanmoins, des améliorations sont attendues sur le respect des procédures de prise en charge des personnes contaminées et dans le suivi des contaminations décidées dans le cadre de comité de préparation des activités à fort enjeux radiologiques. L'ASN note qu'en 2022, un intervenant a intégré une dose à la peau supérieure au quart de la limite réglementaire ; cet incident a conduit à la déclaration d'un événement relatif à la radioprotection de niveau 1. L'ASN sera attentive au déploiement du plan d'action identifié à la suite de l'analyse des causes profondes de cet événement.

## Centrale nucléaire de Penly

La [centrale nucléaire de Penly](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Penly, à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que la rigueur d'exploitation est en progrès malgré quelques fragilités persistantes. L'ASN estime qu'une vigilance particulière doit être portée sur la qualité de préparation des interventions, en particulier lors de la réalisation des essais périodiques. Par ailleurs, certains événements significatifs pour la sûreté déclarés font encore apparaître des lacunes dans la formation des agents, ainsi que dans la surveillance des installations lors de la gestion des phases transitoires d'exploitation. L'ASN sera particulièrement vigilante sur ces points en 2023, notamment lors des opérations de redémarrage des deux réacteurs.

En ce qui concerne la maintenance, l'exploitant a détecté en fin d'année 2021 sur le réacteur 1 au cours de l'arrêt pour visite décennale, des fissures liées à de la corrosion sous contrainte sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire. Cela a conduit à un programme de contrôles et d'expertises, ainsi qu'à des réparations d'ampleur tout au long de l'année 2022. Concernant l'arrêt pour visite partielle du réacteur 2, les opérations de maintenance ont été globalement maîtrisées et se poursuivront en 2023 à la suite également de la découverte de fissures. Lors des travaux sur les deux réacteurs, l'ASN a constaté des lacunes répétées concernant la surveillance des prestataires, à la fois dans la partie documentaire et dans le contrôle des gestes des intervenants. Une plus grande rigueur est attendue sur ce sujet. Par ailleurs, même si l'ASN constate une baisse du nombre d'événements

En matière de protection de l'environnement, l'ASN relève des performances stables et considère que l'organisation définie pour la protection de l'environnement est satisfaisante, et que les équipements nécessaires au contrôle des rejets dans l'environnement sont correctement entretenus. Sur le plan des rejets atmosphériques de gaz à effet de serre, l'ASN constate une diminution des rejets de SF<sub>6</sub> mais une augmentation significative des rejets de fluides frigorigènes. Des améliorations sont attendues sur ce dernier point par l'ASN.

En matière d'inspection du travail, l'ASN constate que les exigences de sécurité sont connues et respectées par les intervenants mais que les améliorations constatées doivent être poursuivies. Les contrôles réalisés par l'ASN ont également mis en évidence des écarts concernant les vérifications des ponts de manutention ou encore la gestion des plans d'évacuation incendie dans certaines parties de l'installation. L'ASN sera attentive aux actions de remédiation engagées pour éviter le renouvellement de telles situations.

significatifs liés à la détection de non-qualités de maintenance, elle considère que l'analyse des conséquences sur la sûreté des écarts détectés doit être approfondie.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que des insuffisances persistent concernant la maîtrise du risque de contamination et la culture de radioprotection en période d'arrêt de réacteur, notamment pour le déploiement et le maintien des mesures visant la limitation de l'exposition des travailleurs sur les chantiers. Des améliorations sont également attendues en matière d'organisation, notamment dans le cadre de la mise en place du pôle de compétences en radioprotection.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Penly a obtenu des résultats satisfaisants en matière de surveillance et de gestion des déchets et relève une amélioration des dispositions prises pour la maîtrise des rejets de gaz appauvrissant la couche d'ozone. Néanmoins, des progrès sont attendus dans la gestion des risques non radiologiques. Si l'ASN a pu observer, dans le cadre d'un exercice lors d'une inspection, une organisation réactive et pertinente des équipes de la centrale pour la gestion d'une situation de crise non radiologique, la documentation opérationnelle disponible pour les équipes nécessite d'être précisée afin d'y intégrer certains risques non pris en compte aujourd'hui.

### Inspection de revue à Penly

Pendant une semaine en novembre 2022, l'ASN a mené une inspection de revue de la centrale nucléaire de Penly, au cours de laquelle ont été abordés des thèmes tels que le management de la sûreté, la conduite, la maintenance, le traitement des écarts et la modification des installations. Cette inspection, qui a mobilisé plus d'une dizaine d'inspecteurs de l'ASN, a permis de constater une organisation et une exploitation du site globalement performantes.

En matière d'inspection du travail, l'ASN constate que les exigences de sécurité sont globalement connues et respectées par les intervenants. Cependant, les contrôles ont ponctuellement mis en évidence des écarts concernant la prévention

des risques vitaux (tels que la prévention du risque d'anoxie, d'électrisation) et ceux liés aux opérations de levage. L'ASN sera ainsi attentive aux actions engagées pour renforcer les mesures de prévention de ces risques.

## Chantier de construction du réacteur EPR – Flamanville 3

Après délivrance du [décret d'autorisation de création n° 2007-534 du 10 avril 2007](#) et du permis de construire, le [réacteur EPR de Flamanville 3](#) est en construction depuis septembre 2007.

De manière globale, l'ASN relève qu'un travail important reste à mener en 2023 en vue de la mise en service du réacteur. En effet, outre les actions qui se poursuivent dans le cadre de l'inspection du dossier de mise en service, EDF devra notamment s'assurer de l'achèvement de l'installation afin de démontrer sa conformité et de la suffisance de sa préparation à l'exploitation du réacteur.

En 2022, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications des équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires à l'exploitation. EDF a également poursuivi l'analyse et la résorption d'écarts, notamment ceux affectant les soudures des circuits secondaires principaux (CSP), trois piquages du circuit primaire principal, ainsi que le retrait de colle ayant un effet colmatant sur les filtres du système d'injection de sécurité dans les locaux concernés. L'ASN estime, au travers des contrôles qu'elle a pu effectuer, que le traitement par EDF de ces écarts est approprié. En particulier, sur les soudures des CSP, elle considère que les différents intervenants ont mis en œuvre une organisation et une surveillance des activités qui permettent d'apporter une confiance dans l'atteinte d'un haut niveau de qualité de réalisation de ces soudures, ce qui permet ainsi de se conformer aux exigences du référentiel d'exclusion de rupture. L'ASN poursuivra son contrôle de ces activités en 2023, ainsi que de la bonne préparation et réalisation des épreuves hydrauliques de ces circuits.

Dans le cadre des travaux sur les CSP, de nombreux systèmes, structures et composants ont été placés en arrêt. Après un examen de la doctrine de conservation définie par EDF, l'ASN a mené en 2021 et 2022 plusieurs inspections visant à contrôler sa mise en œuvre qui s'avère globalement satisfaisante. EDF devra rester vigilante sur la phase de sortie de conservation et sur la mise en œuvre de moyens adaptés au délai entre cette sortie de conservation et la mise en service du réacteur.

Outre les principaux écarts en cours de résorption identifiés ci-dessus, l'ASN a constaté en 2022 que de nombreuses

activités restaient à réaliser pour la finalisation de l'aménagement des installations (notamment le traitement des autres écarts, certains essais de démarrage, plusieurs modifications de matériels, ainsi que des activités de finition). En ce sens, l'ASN a demandé à EDF de lui présenter un avancement périodique de l'achèvement des installations et a initié une campagne de contrôle. L'ASN a relevé la mise en place d'une organisation dédiée par EDF et la mise en œuvre d'actions correctives appropriées en réponse à ses demandes. Néanmoins, elle a attiré la vigilance d'EDF sur le fait qu'un travail important restait à mener préalablement à la mise en service du réacteur afin d'apporter la démonstration de la conformité de l'installation au dossier de mise en service. Par ailleurs, l'ASN a poursuivi le contrôle de la revue de la qualité des matériels qui avait été demandée en 2018 du fait de lacunes importantes constatées dans la surveillance exercée par EDF sur ses prestataires. Elle s'est assurée en 2022 de l'établissement d'un programme de contrôles complémentaires et de sa mise en œuvre et examinera le bilan de ces actions et les principales conclusions qu'EDF en tirera.

En parallèle de l'achèvement de l'installation, EDF prépare la future exploitation du réacteur avec des équipes dédiées que ce soit en matière de définition et de mise en œuvre des organisations, de gestion des compétences mais aussi d'élaboration et d'appropriation des moyens documentaires et matériels nécessaires à l'exploitation. Le contrôle effectué par l'ASN a permis de constater la définition et la mise en œuvre des organisations sur les différentes thématiques mais a mis en exergue un travail important restant à mener préalablement à la mise en service du réacteur. L'ASN poursuivra son contrôle sur le sujet en 2023 au travers d'inspections dédiées et notamment d'une inspection de revue.

L'ASN assure également les missions d'inspection du travail sur le chantier du réacteur EPR de Flamanville. En 2022, outre le contrôle du respect par les entreprises intervenant sur le chantier des dispositions relatives au droit du travail, l'ASN a notamment contrôlé la conformité des installations en matière d'évacuation et de risques d'incendie. L'ASN considère que l'organisation de la sécurité est globalement adaptée au regard de la réglementation et permettra un transfert des installations au futur exploitant dans de bonnes conditions.

## Centre de stockage de la Manche

Mis en service en 1969, le CSM fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m<sup>3</sup> de colis de déchets y sont stockés. Les derniers colis de déchets ont été pris en charge par ce centre en juillet 1994. Le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage

en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance.

L'instruction du dossier d'orientations de réexamen périodique avait abouti à des demandes particulières de l'ASN fin 2017, portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne, le dispositif mémoriel et la mise à jour de l'étude d'impact.

Dans ce cadre, l'ASN instruit actuellement le rapport de réexamen périodique du CSM transmis par l'Andra en 2019. L'inspection de réexamen périodique a permis de relever que le processus de réexamen a été conduit de façon globalement satisfaisante par l'exploitant. Toutefois, des points de vigilance concernent le changement de géo-membrane en cas de perte d'intégrité, la formalisation du contrôle de second niveau et le plan d'action (actualisation et niveau de précision). Une réunion du Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) relatif au réexamen périodique du CSM s'est tenue le 1<sup>er</sup> février 2022, qui a souligné que les engagements pris par l'exploitant permettent d'envisager une poursuite du fonctionnement pour les dix ans suivant le dépôt du dossier.

En 2022, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations du CSM est satisfaisante en matière de sûreté, de radioprotection et de surveillance de l'environnement. L'exploitant a notamment mis en œuvre des actions d'amélioration de la surveillance des intervenants extérieurs. Il devra toutefois poursuivre l'appropriation des exigences associées à la création des pôles de compétence en radioprotection et consolider la maîtrise opérationnelle des conduites à tenir prévues pour la gestion des situations susceptibles de conduire l'installation hors du domaine d'exploitation.

## Grand accélérateur national d'ions lourds

Le groupement d'intérêt économique Ganil a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen ([INB 113](#)). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue dans des salles d'expérience des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur Terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet SPIRAL2, dont la [mise en service a été autorisée par l'ASN en 2019](#).

Un nouveau projet est en cours de réalisation sur le site avec l'installation « Désintégration, Excitation et Stockage d'Ions Radioactifs », dite « DESIR ». Le projet DESIR aura pour fonction première la création de nouveaux espaces d'expérimentation

sur la base de faisceaux d'ions radioactifs issus des installations SPIRAL1 et S3 (aire expérimentale de l'installation SPIRAL2 phase 1). Ce projet s'accompagne d'une modification du périmètre de l'INB. Dans le cadre de l'instruction technique menée en lien avec l'IRSN, l'ASN souligne la réactivité avec laquelle le Ganil a apporté les compléments demandés. Au regard du dossier et des éléments complémentaires fournis, l'ASN a informé la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR), en novembre 2022, que le dossier déposé par le Ganil était suffisamment robuste pour que l'instruction puisse se poursuivre, et notamment le lancement des consultations prévues par la réglementation.

En ce qui concerne les installations existantes, au titre de l'année 2022, l'ASN considère que l'exploitant a su mettre en œuvre une organisation satisfaisante en matière de sûreté nucléaire. Cependant, des améliorations en matière de délais et d'exhaustivité sont attendues lors de la transcription documentaire des nouvelles exigences réglementaires, afin d'éviter des retards tels ceux constatés lors de la formalisation et la mise en œuvre de la nouvelle réglementation en matière de radioprotection.

## SITE DE LA HAGUE

L'[établissement Orano de La Hague](#) est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

### LES USINES DE RETRAITEMENT ORANO RECYCLAGE DE LA HAGUE EN FONCTIONNEMENT

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Recyclage La Hague.

La mise en service des différents ateliers des usines de traitement des combustibles et conditionnement des déchets UP3-A ([INB 116](#)) et UP2-800 ([INB 117](#)) et de la Station de traitement des effluents STE3 ([INB 118](#)) s'est déroulée

de 1986 (réception et entreposage des assemblages de combustibles usés) à 2002 (Atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages de combustible avant irradiation (passage en réacteur), et limitent la capacité totale des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN [n° 2022-DC-724](#) et [n° 2022-DC-0725](#) du 16 juin 2022.

### Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière.

## Les installations de La Hague

### LES INSTALLATIONS ARRÊTÉES, EN DÉMANTÈLEMENT

#### INB 80 - Atelier haute activité oxyde (HAO) :

- HAO/Nord : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés,
- HAO/Sud : atelier de cisailage et de dissolution des éléments combustibles usés;

#### INB 33 - Usine UP2-400, première unité de retraitement :

- HA/DE : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission,
- HAPF/SPF (1 à 3) : atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission,
- MAU : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle,
- MAPu : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- LCC : laboratoire central de contrôle qualité des produits,
- ACR : atelier de conditionnement des résines;

#### INB 38 - Installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier AT1, installation prototype en cours de démantèlement;

#### INB 47 - Atelier ELAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement.

### LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

#### INB 116 - Usine UP3-A :

- T0 : atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés,
- Piscines D et E : piscines d'entreposage des éléments combustibles usés,
- T1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues,
- T2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission,
- T3/T5 : ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle,
- T4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium,

- T7 : atelier de vitrification des produits de fission,
- BSI : atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- BC : salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé,
- ACC : atelier de compactage des coques et embouts,
- AD2 : atelier de conditionnement des déchets technologiques,
- ADT : aire de transit des déchets,
- EDS : entreposage de déchets solides,
- E/D EDS : atelier de désentreposage/entreposage de déchets solides,
- ECC : ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés,
- E/EV Sud-Est : atelier d'entreposage des résidus vitrifiés,
- E/EV/LH et E/EV/LH 2 : extensions de l'entreposage des résidus vitrifiés;

#### INB 117 - Usine UP2-800 :

- NPH : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine,
- Piscine C : piscine d'entreposage des éléments combustibles usés,
- R1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP : atelier de redissolution du plutonium),
- R2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD : unité centralisée de traitement des déchets alpha),
- SPF (4, 5, 6) : ateliers d'entreposage des produits de fission,
- R4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- BST1 : atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- R7 : atelier de vitrification des produits de fission,
- AML - AMEC : ateliers de réception et d'entretien des emballages;

#### INB 118 - Installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés :

- E/D EB : entreposage/désentreposage des déchets alpha,
- MDS/B : minéralisation des déchets de solvant.

On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustible usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit « à sec » en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

Ils sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique, afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide

puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée, afin d'en extraire l'uranium et le plutonium et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle ( $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ). Il est destiné à être converti, dans l'installation TU5 du site du Tricastin, en un composé solide ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Le plutonium est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX (Mélange d'Oxydes) dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

## Faits marquants de l'année 2022

### Évaporateurs concentrateurs de produits de fission

Au sein des ateliers R2 et T2, six évaporateurs sont utilisés afin de concentrer les solutions de produits de fission, avant que celles-ci ne soient traitées par vitrification. À l'issue de mesures d'épaisseur des parois de ces équipements menées dans le cadre des réexamens périodiques des installations à partir de 2012, il a été constaté une corrosion plus avancée que prévue à la conception. L'ASN a donc décidé d'encadrer réglementairement la poursuite du fonctionnement de ces équipements afin que la surveillance de ces évaporateurs soit renforcée et que des moyens supplémentaires permettant de limiter les conséquences d'une éventuelle fuite ou rupture soient installés. Dans le cadre de cette surveillance particulière, des mesures d'épaisseurs réalisées sur l'évaporateur 4120.23 de l'atelier T2 en septembre 2021 avaient montré que le critère opérationnel d'arrêt de l'évaporateur était atteint, ce qui avait conduit Orano à ne pas redémarrer cet équipement.

Pour remplacer ces évaporateurs, Orano construit de nouveaux ateliers, dénommés « Nouvelles Concentrations de Produits de Fission » (NCPF) comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet, particulièrement complexe, a nécessité plusieurs autorisations. Il a fait l'objet de deux décisions de l'ASN en 2021, portant sur le raccordement actif du procédé des trois évaporateurs de NCPF T2, d'une part, et des trois évaporateurs de NCPF R2, d'autre part.

En ce qui concerne le projet NCPF T2, l'atelier T2 a été mis à l'arrêt depuis le début du mois de septembre 2022 afin de procéder aux opérations de raccordement des nouveaux évaporateurs aux installations existantes et de poursuivre les essais préalables à la mise en service qui est prévue en avril 2023. L'ASN a effectué deux inspections relatives aux essais conduits par l'exploitant en 2022 et poursuivra ses opérations de contrôles spécifiques en 2023.

Le projet NCPF R2 est décalé d'environ une année par rapport à NCPF T2,

ainsi, les premiers essais ont été engagés en fin d'année 2022. Les opérations de raccordement des nouveaux évaporateurs aux installations existantes sont prévues à partir de l'automne 2023 pour une mise en service au 1<sup>er</sup> semestre 2024.

### Entreposages de matières plutonifères

L'établissement Orano de La Hague fait face depuis la fin de l'année 2021 à un phénomène de saturation des capacités d'entreposage de ces matières, en lien avec les difficultés de fonctionnement rencontrées par l'établissement Melox. Cette problématique a donné lieu à une audition d'Orano par le collège de l'ASN le 28 septembre 2021 et a également été examinée lors de [l'audition conjointe d'Orano et d'EDF](#) relative à l'équilibre du « cycle du combustible nucléaire » le 10 février 2022.

Pour faire face à cette saturation, Orano a déposé plusieurs demandes d'autorisation de modifications notables visant à augmenter ses capacités d'entreposage de matières plutonifères :

- une première demande a été déposée en septembre 2021 afin d'augmenter les capacités d'entreposage de matières plutonifères au sein de l'atelier BST1. Celle-ci a donné lieu à une autorisation de l'ASN en avril 2022;
- une seconde demande a été déposée en mai 2022 afin d'augmenter les capacités d'entreposage de ces matières au sein de l'atelier R4. Ce dossier est actuellement en cours d'instruction par l'ASN, avec l'appui technique de l'IRSN.

Orano envisage de déposer d'autres demandes de même nature si les difficultés de saturation d'entreposage persistent.

### Révision des décisions encadrant les rejets de l'établissement

L'ASN a adopté le 16 juin 2022 [deux décisions](#) encadrant les modalités de prélèvement, de consommation d'eau et de rejet dans l'environnement et les limites de rejet d'effluents de l'établissement de La Hague.

Ces décisions mettent à jour, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023, les décisions prises en 2015 et applicables jusqu'à présent. Conformément à la réglementation, la décision modifiant les limites applicables aux rejets d'effluents de l'installation a été homologuée par arrêté ministériel publié au *Journal Officiel* du 7 décembre 2022.

Les décisions adoptées par l'ASN prennent en compte certaines demandes de l'exploitant portant notamment sur la modification de la valeur maximale mensuelle de l'activité volumique des gaz rares, dont le krypton-85, mesurée au niveau des stations réglementaires de surveillance de l'environnement, ainsi que l'encadrement des limites et modalités de contrôle des rejets en mer de onze substances chimiques, détectées par l'exploitant en faible quantité dans les rejets dans le cadre d'une démarche d'évaluation de la conformité réglementaire. D'autres demandes de l'exploitant, présentant des enjeux moindres, ont également été retenues dès lors qu'elles étaient justifiées au vu des enjeux environnementaux et compatibles avec les dispositions réglementaires applicables, par exemple concernant les modalités de gestion des eaux de drainage de certains ateliers, les conditions d'analyses d'effluents et la fréquence de transmission des études réglementaires déterminant les possibilités de réduire les rejets radiologiques et chimiques. Enfin, certaines demandes, liées à un assouplissement des prescriptions relatives aux prélèvements d'eau, à la surveillance du milieu marin ou aux conditions de rejets des effluents, ont été rejetées.

Ces décisions entérinent le principe d'une diminution significative des limites des rejets en mer autorisés pour certaines substances radiologiques et chimiques, compte tenu du REX et de l'amélioration des pratiques et techniques mises en œuvre pour la gestion des effluents. Elles imposent également des dispositions complémentaires de surveillance de l'environnement, d'évaluation de l'impact radiologique sur les populations et de contrôle des effluents.

### Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, les opérations de retraitement décrites au paragraphe précédent mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides, ainsi que des déchets solides.

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au centre de stockage de l'Aube (CSA) ou entreposés sur le site Orano Recyclage de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et les CSD-C).

Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé « système EXPER », a été approuvé par [arrêté du 2 octobre 2008](#) du ministre chargé de l'énergie.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Cet émissaire, comme les autres émissaires du site, sont soumis à des limites de rejet. Les autres effluents sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (matrice solide de verre ou de bitume).

### LES OPÉRATIONS DE MISE À L'ARRÊT DÉFINITIF ET DÉMANTÈLEMENT DE CERTAINES INSTALLATIONS

L'ancienne usine de traitement des combustibles irradiés UP2-400 ([INB 33](#)) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2004.

L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400 : l'[INB 38](#) (qui regroupe la Station de traitement des effluents et des déchets solides n° 2 – STE2 – et l'atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde n° 1 – AT1), l'[INB 47](#) (atelier de fabrication de sources radioactives – ELAN IIB) et l'[INB 80](#) (atelier « haute activité oxyde » – HAO).

Orano a transmis en avril 2018 deux demandes d'autorisation de démantèlement partiel des INB 33 et 38. Les reports demandés par l'exploitant conduisent à des échéances de fin de démantèlement en 2046 et 2043, au lieu de la date de 2035 actuellement prescrite pour les deux INB. À la suite des compléments apportés au dossier par Orano concernant, d'une part, la suppression des interactions en cas de séisme entre l'atelier MAPu et l'atelier BST1; d'autre part, le mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale, l'enquête publique s'est déroulée du 20 octobre au 20 novembre 2020. À l'issue de celle-ci, la commission d'enquête a émis un avis favorable. L'ASN a ensuite émis en juillet 2022 un avis sur les projets de décrets. Les décrets [n°2022-1480](#) et [n°2022-1481](#) en date du 28 novembre 2022 ont été publiés au *Journal Officiel* du 29 novembre 2022.

L'ASN note que les reports d'échéances demandés sont significatifs et dus en grande partie aux retards pris dans la RCD. De ce fait, l'ASN poursuivra en 2023 sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets.

### LES OPÉRATIONS DE REPRIS ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 a été entreposée en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont complexes et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces entreposages.

#### Reprise et conditionnement des boues de STE2

La station STE2 d'UP2-400 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de [STE2](#) sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents; elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier [STE3](#). À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées.

Le scénario concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 présenté en 2010 était découpé en trois étapes:

- reprise des boues entreposées dans des silos de STE2 (INB 38);
- transfert et traitement, initialement envisagé par séchage et compactage, dans STE3 (INB 118);
- conditionnement des pastilles obtenues en colis « C5 », en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015. Le décret d'autorisation de création de STE3 a été modifié par [décret du 29 janvier 2016](#), afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Fin 2017, Orano Cycle a cependant informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pouvait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Orano a proposé un scénario alternatif par centrifugation et a transmis en août 2019 un dossier d'options de sûreté (DOS), qui repose cependant sur des hypothèses encore trop peu étayées. Une inspection réalisée fin 2019 a confirmé que le projet n'était pas suffisamment mûr pour que l'ASN puisse donner un avis sur ce DOS.

En 2022, dans le cadre des échanges techniques menés entre Orano, l'ASN et l'IRSN, Orano s'est engagé sur une nouvelle feuille de route pour ce projet. Ainsi, Orano a abandonné le scénario de centrifugation et s'est engagé à mener en parallèle de nouvelles études visant d'une part à approfondir les solutions de traitement et de conditionnement des boues et d'autre part à mettre en place un entreposage intermédiaire (nouveaux silos) dans des conditions de sûreté satisfaisantes, permettant de dissocier la reprise et la mise en sûreté de ces boues, de leur conditionnement définitif.

### Silo 130

Le silo 130 est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs UNGG, ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981, qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une « peau » en acier. Par ailleurs, la structure du génie civil du silo 130 est aujourd'hui fragilisée par le vieillissement et par l'incendie survenu en 1981. L'eau est en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir.

Un des risques majeurs de cette installation concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique). L'étanchéité du silo 130 est notamment surveillée par un réseau de piézomètres situés à proximité. Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium, qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.

Le scénario de reprise et de conditionnement de ces déchets comporte quatre étapes :

- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides ;
- reprise des effluents liquides ;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo ;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement.

En 2022, les différents travaux menés sur le silo 130 ont permis à l'exploitant de valider la mise en service industrielle du procédé de reprise des déchets. En termes quantitatifs, 36 fûts de déchets ont été repris en 2022, ce qui représente une soixantaine de fûts repris depuis le démarrage de l'installation en 2021. Toutefois, l'exploitant rencontre de nombreuses difficultés en matière de cadence de reprise des déchets et de fiabilité des équipements, qui ont un impact significatif sur le délai de reprise des déchets. Ainsi, la reprise des déchets est stoppée depuis la fin du mois d'août 2022 à la suite de la rupture d'un câble de la herse de reprise. L'ASN considère que l'exploitant doit mettre en œuvre des mesures visant à restaurer une capacité de fonctionnement la plus proche possible de ce qui avait été prévu à la conception et doit prendre en compte le REX pour les autres projets de RCD.

### Silo HAO et stockage organisé des coques

L'atelier HAO (INB 80) assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés : réception, entreposage, puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

L'INB 80 est composée de :

- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés ;
- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisailage et dissolution ;
- le bâtiment « filtration », qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud ;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisailage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997 ;
- le stockage organisé des coques (SOC), composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

En 2022, l'exploitant a poursuivi les opérations préalables à la reprise des déchets du silo HAO et la mise en œuvre des modifications matérielles définies à l'issue de l'analyse des points durs identifiés lors des essais fonctionnels du dispositif de reprise des déchets. Les efforts ont porté en particulier sur la mise à niveau du chariot de cimentation pour les fines et résines. La [décision n° CODEP-DRC-2022-02887 du 15 juillet 2022](#) a autorisé la mise en service partielle de la cellule de reprise et de conditionnement en fût ECE des déchets du silo HAO et des piscines du SOC. Les échéances sont en cohérence avec le « planning intégré » du projet transmis en février 2022 pour répondre aux exigences de maîtrise de l'échéancier selon la décision n°2014-DC-0472 du 9 décembre 2014 modifiée.

## Appréciation du site de La Hague

En 2022, l'ASN considère que les performances de l'établissement Orano Recyclage La Hague sont satisfaisantes pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère toutefois qu'Orano doit renforcer sa vigilance en ce qui concerne le respect des délais des prescriptions réglementaires et des engagements pris.

Sur le plan opérationnel, Orano a poursuivi les améliorations engagées sur la formalisation des habilitations des opérateurs et le gréement des équipes de conduite. L'ASN juge également positivement l'approche pondérée et prudente des équipes de conduite observée lors de l'inspection de l'installation STE3. Cependant, une attention particulière devra être portée sur la formalisation des consignes opératoires relatives à la gestion des indisponibilités des différents systèmes de conduite, ainsi que sur la bonne application des autorisations de modification provisoire d'automate et des procédures de consignation d'équipements. Une plus grande rigueur est également attendue concernant le remplissage et la traçabilité de certains contrôles et registres, ces informations étant nécessaires pour le suivi de paramètres importants pour la sûreté des installations.

À la suite de l'inspection de revue menée au début du mois de février 2022 sur les thèmes des contrôles et essais périodiques et de la maintenance, l'ASN considère qu'Orano doit renforcer significativement les exigences définies associées aux activités et éléments importants pour la protection (EIP) relatifs aux contrôles périodiques et à la gestion des écarts.

L'ASN souligne une bonne organisation dans la surveillance des intervenants extérieurs dans son ensemble. Les rapports de surveillance sont présents, mais la rigueur de leur renseignement reste dans certains cas à renforcer afin de mentionner les références des preuves des actes de surveillance.

Concernant la conduite des chantiers, l'ASN constate leur bonne tenue générale, à l'exception de celui relatif à l'extension des entreposages

des rebuts d'oxyde de plutonium au sein de l'atelier BST1, conduit avec des délais très contraints, pour lequel l'ASN a relevé des écarts importants concernant les classeurs de suivi de chantier non à jour, les preuves de surveillance non présentes et des documents non validés. L'ASN relève que ces manquements ne permettent pas d'assurer une bonne traçabilité des contrôles et *in fine* de garantir le respect des exigences de sûreté définies par l'exploitant. Orano doit donc veiller à maintenir la qualité de sa surveillance des intervenants extérieurs, indépendamment des différentes contraintes des chantiers.

L'ASN considère que les programmes de travaux concernant les renforcements de la détection et de la protection contre l'incendie se poursuivent de manière globalement satisfaisante. Concernant les mises en situation lors d'exercices, des améliorations sont attendues quant à la bonne appropriation des actions à mettre en œuvre par les groupes locaux d'intervention et une plus grande rigueur est nécessaire concernant la gestion des permis de feu, des charges calorifiques et des moyens de lutte spécifiques aux chantiers.

Pour ce qui est de l'entreposage des matières plutonifères, Orano a mis en service une première extension d'entreposage au sein d'un local de l'atelier BST1 en mai 2022. Ce projet a été instruit et mis en œuvre dans des conditions de délais très tendues. Orano a déposé une autre demande en mai 2022 relative à une extension d'entreposage au sein de l'atelier R4 qui nécessite également une instruction et une mise en œuvre dans des délais très contraints. Ainsi, l'ASN considère à nouveau qu'Orano doit renforcer ses démarches d'anticipation pour la gestion des capacités de certains entreposages, tels ceux de matières plutonifères ou de combustibles usés, afin de définir et mettre en œuvre des aménagements et solutions d'entreposage de manière plus sereine.

En matière de radioprotection, l'année 2022 a été marquée par la mise en place du pôle de compétence relatif à la radioprotection. L'organisation mise en place permet de répondre globalement aux exigences réglementaires et

l'exploitant a pris des engagements sur les derniers points à traiter. Cependant, l'année 2022 a été également marquée par une recrudescence d'événements significatifs relatifs à la radioprotection concernant le non-respect des conditions d'accès en zones délimitées. L'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre et intensifier son plan d'action visant à prévenir que ce type d'événement se renouvelle. Par ailleurs, l'ASN relève que la gestion des sources radioactives au sein de l'établissement est perfectible. De nombreuses sources périmées sont toujours en service ou n'ont pas été évacuées. Il importe que l'exploitant renforce son plan d'action actuellement à l'œuvre sur ce sujet afin de pouvoir évacuer ses sources périmées dans des délais optimisés. Ces différents aspects ont été examinés de manière approfondie lors de l'inspection renforcée portant sur la radioprotection réalisée par l'ASN en octobre 2022.

Concernant la protection de l'environnement en 2022, l'ASN relève favorablement les actions menées par l'exploitant en réponse aux constats formulés lors d'une inspection renforcée menée l'année précédente. Les actions d'amélioration entreprises doivent être poursuivies en ce qui concerne la conformité réglementaire des installations présentant des risques et inconvénients pour la protection de l'environnement et ponctuellement renforcées en ce qui concerne la maîtrise des gaz à effet de serre fluorés.

L'ASN observe également, concernant les opérations de traitement d'effluents, le bon niveau de maîtrise des équipes de conduite du procédé et la capacité de l'exploitant à mobiliser les ressources adaptées aux aléas. Pour autant, des actions sont attendues pour améliorer la disponibilité de certains équipements et la maîtrise des exigences définies applicables aux rejets dans l'environnement. Dans ce cadre, l'ASN rappelle également la nécessité de poursuivre les actions visant à diminuer les rejets dans l'environnement, lequel objectif a été pris en compte lors de la révision des décisions encadrant les rejets de l'établissement menée à bien par l'ASN en 2022.

Concernant la conduite des projets de démantèlement et de RCD, des avancées significatives ont été réalisées en 2022, notamment au sein des ateliers MAU, MAPu et HADE. Orano a également poursuivi la mise en œuvre des améliorations structurantes de l'organisation des projets de démantèlement et de RCD engagées en 2021, visant à une plus grande robustesse.

Toutefois, l'ASN constate toujours que plusieurs projets de démantèlement et de RCD continuent de rencontrer des difficultés conduisant à de nouveaux retards. En ce qui concerne le démantèlement, Orano doit

poursuivre les efforts engagés pour traiter les sujets à forts enjeux en matière de scénario et donc de délais associés. Pour ce qui est des projets de RCD, des difficultés rencontrées en 2022 sur les projets liés au silo 130, au silo 115 et au traitement des boues retardent de manière significative la baisse du terme source des ateliers concernés. En ce qui concerne le silo 130, qui est le projet le plus avancé et en phase d'exploitation industrielle, l'exploitant rencontre de nombreuses difficultés en matière de fiabilité des équipements, qui ont un impact significatif sur le délai de reprise des déchets. L'ASN considère que

l'exploitant doit mettre en œuvre des mesures visant à restaurer une capacité de fonctionnement la plus proche possible de ce qui avait été prévu à la conception, et doit prendre en compte le REX pour les autres projets.

Enfin, l'ASN considère qu'Orano doit veiller au maintien en état des installations en démantèlement afin de maîtriser les infiltrations dans certains bâtiments, garantir la caractérisation radiologique des matières résiduelles en cellules et veiller à la bonne réalisation des contrôles prescrits.



# RÉGION Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région Nouvelle-Aquitaine.

En 2022, l'ASN a réalisé 140 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 52 dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 77 dans les installations nucléaires de proximité, 6 dans le domaine du transport de substances radioactives et 5 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 13 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et 9 journées et demi à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2022, 6 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans les activités nucléaires de proximité, 1 événement significatif pour la radioprotection classé au niveau 1 de l'échelle INES et 1 événement classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO ont été déclarés à l'ASN.

L'ASN a modifié temporairement les prescriptions encadrant les rejets thermiques de la centrale nucléaire du Blayais pendant les épisodes caniculaires de l'été 2022 (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## Centrale nucléaire du Blayais

La centrale nucléaire du Blayais est exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux. Cette centrale est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe, mis en service en 1981 et 1982. Les réacteurs 1 et 2 constituent respectivement les INB 86 et 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF. L'ASN considère que de nouvelles actions d'amélioration doivent être engagées pour relever le niveau de performance en matière de sûreté nucléaire. Elle considère que les performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement sont en progrès, mais nécessitent de poursuivre les efforts d'amélioration déjà entrepris.

En matière de sûreté nucléaire, les performances de la centrale du Blayais se sont dégradées au cours de l'année 2022. Dans le domaine de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances de l'exploitant ont été en retrait par rapport à l'attendu, en particulier lors d'opérations d'exploitation menées à la fin de l'arrêt pour maintenance et rechargement en combustible du réacteur 3, pendant lesquelles des manœuvres inappropriées exécutées sur les alimentations électriques externes ont occasionné plusieurs événements significatifs pour la sûreté. De plus, certaines inspections ont montré la présence de dysfonctionnements dans la maîtrise des charges calorifiques, des insuffisances dans l'intégration de certaines prescriptions dites « post-Fukushima », ainsi que la nécessité d'améliorer la surveillance du circuit primaire dans le cadre de la prévention du risque de corrosion sous contrainte. En revanche, dans le domaine de la maintenance, l'ASN note une

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### ■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe),
- la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1450 MWe) ;

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 19 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 26 services de médecine nucléaire,
- 89 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 116 scanners,
- environ 6000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;

### ■ des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 700 établissements industriels et de recherche, dont 59 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 1 accélérateur de particules de type cyclotron,
- 49 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 500 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;

### ■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### ■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 15 organismes pour la mesure du radon,
- 8 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

bonne maîtrise des activités menées à l'occasion des arrêts de réacteur, ainsi qu'un traitement adapté des anomalies rencontrées.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les performances ont progressé par rapport à l'année 2021 avec la poursuite du déploiement du plan d'action dans ce domaine. En particulier, l'ASN relève l'amélioration dans le suivi de la dosimétrie et la maîtrise du processus « zone rouge ». Toutefois, l'ASN constate encore des dysfonctionnements sur le terrain concernant le port des dosimètres, le balisage des zones contrôlées et la mise à disposition des contaminamètres attendue au niveau des sauts de zones. Ces défauts sont révélateurs d'un manque de surveillance, de formation et d'information des intervenants : la culture de radioprotection reste donc à améliorer.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN relève les efforts constants de l'exploitant pour résorber des situations dégradées détectées depuis plusieurs années, telles que la résorption de la présence ancienne de polluants dans les sols et dans les nappes souterraines captives du site. Par ailleurs, l'ASN souligne les mesures volontaristes mises en place pour maîtriser les rejets d'un gaz à effet de serre utilisé pour l'isolation électrique (SF<sub>6</sub>). Toutefois, elle considère que la maîtrise des rejets d'autres gaz à effet de serre reste largement perfectible et que des améliorations sont attendues concernant la régularité des performances des rejets de la station d'épuration du site. Enfin, elle constate des fragilités persistantes pour garantir le confinement en toute circonstance des déversements liquides non radioactifs accidentels sur le site.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats en matière de sécurité des travailleurs ne sont toujours pas à l'attendu. L'ASN a constaté des situations à risque pour les travailleurs concernant le travail en hauteur, ainsi que la survenue d'événements affectant la sécurité, en lien avec les outillages électroportatifs. L'ASN considère que la pertinence des analyses de risques doit être améliorée. Elle souligne également des situations non maîtrisées ayant conduit à l'exposition accidentelle de plusieurs salariés aux fibres d'amiante. Une réaction forte de l'exploitant est attendue sur ce sujet. L'ASN relève toutefois positivement la mise en place de revues de sécurisation des chantiers.

---

## Centrale nucléaire de Civaux

La [centrale nucléaire de Civaux](#) est exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine. Elle comprend deux REP d'une puissance de 1 450 MWe, mis en service en 1997 et 1999. Les réacteurs 1 et 2 constituent respectivement les INB 158 et 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la FARN, créée en 2011 par EDF, à la [suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

La centrale nucléaire de Civaux a connu une année 2022 singulière avec ses deux réacteurs à l'arrêt. Cette situation est liée à la gestion du [phénomène de corrosion sous contrainte](#) affectant certaines tuyauteries raccordées au circuit primaire, identifié en 2021 sur le réacteur 1 et au déroulement des visites décennales sur les deux réacteurs. En matière de sûreté, l'ASN n'est ainsi pas en mesure de comparer les performances de la centrale nucléaire de Civaux avec celles des autres centrales nucléaires. Elle considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de protection de l'environnement rejoignent cette appréciation générale.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN souligne favorablement l'attitude d'EDF qui a privilégié la sûreté de ses installations en maintenant volontairement à l'arrêt ses deux réacteurs pour mener à bien le remplacement de tuyauteries potentiellement affectées par des fissures de corrosion sous contrainte. Durant cette période pendant laquelle les équipes de la conduite ont été moins mobilisées dans le pilotage des installations, l'ASN relève qu'EDF a pris des mesures appropriées pour maintenir et développer les compétences de ses agents en adaptant de manière réactive le programme de formation dans le cadre de l'intégration de nombreuses modifications liées à la seconde visite décennale. En matière de maintenance, l'ASN estime que la situation du site est globalement satisfaisante. Elle considère néanmoins que la documentation associée reste à améliorer tout comme la surveillance des prestataires. L'année 2022 a notamment été marquée par une non-qualité de maintenance qui a occasionné une perte d'étanchéité brutale du circuit primaire principal lors de sa montée en pression pour son épreuve hydraulique. L'événement n'a eu aucune conséquence majeure. L'ASN a pu constater la bonne gestion de cet aléa par l'exploitant. Enfin, la gestion des consignations des matériels avant intervention est jugée en deçà de l'attendu et doit être améliorée.

La radioprotection des travailleurs a été un enjeu important en 2022, du fait des nombreuses activités liées aux deux visites décennales. L'ASN considère comme en 2021 que la propreté radiologique constitue un point fort du site. La dosimétrie collective liée au chantier de remplacement des tuyauteries pour prévenir le phénomène de corrosion sous contrainte a été moindre qu'attendue, limitant ainsi l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. Néanmoins, l'ASN constate toujours des comportements inadaptés des travailleurs en zone contrôlée au regard des règles de radioprotection applicables. Elle note des absences de radiamètre et des sas de travail non-conformes.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Civaux a géré de manière satisfaisante les déchets et les effluents radioactifs en 2022. Des avancées significatives mais qui restent à conforter ont été observées concernant les projets de confinement des eaux d'extinction incendie et de la gestion des terres de remblais.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la détection et le traitement des situations dangereuses et l'appropriation des points clefs des régimes de consignation doivent être rendues plus robustes. Elle note notamment plusieurs situations à risque pour les intervenants en milieu confiné. L'ASN a constaté également des défauts récurrents dans la maîtrise du risque lié à l'amiante, qui se sont traduits par plusieurs expositions accidentelles.

L'ASN estime que l'exploitant doit intensifier ses efforts dans ce domaine. Néanmoins, l'ASN relève positivement la mise en place d'ateliers hebdomadaires à destination des managers pour le portage de la sécurité au sein des collectifs, ainsi que l'engagement du site à accompagner les prestataires lors des visites de terrain.



# RÉGION Occitanie

**Les divisions de Bordeaux et Marseille contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région Occitanie.**

En 2022, l'ASN a réalisé 125 inspections dans la région Occitanie, dont 55 dans les INB, 56 dans le nucléaire de proximité, 11 dans le domaine du transport de substances radioactives et 3 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé 15 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire de Golfech.

Au cours de l'année 2022, 4 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires d'Occitanie. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 3 événements significatifs pour la radioprotection classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN

(2 dans le domaine industriel et 1 dans le domaine médical). 1 événement significatif classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO a par ailleurs été déclaré à l'ASN dans le milieu médical.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal. Un établissement médical a par ailleurs été convoqué afin de sensibiliser la direction de la structure aux enjeux de radioprotection des travailleurs et des patients.

L'ASN a modifié temporairement les prescriptions encadrant les rejets thermiques de la centrale nucléaire de Golfech pendant les épisodes caniculaires de l'été 2022 (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## Centrale nucléaire de Golfech

La centrale nucléaire de Golfech, exploitée par EDF, est située dans le département de Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Cette centrale est constituée de deux REP d'une puissance de 1 300 MWe, mis en service en 1990 et 1993. Les réacteurs 1 et 2 constituent respectivement les INB 135 et 142.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Les performances en matière de radioprotection rejoignent cette appréciation générale.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que le déploiement du plan rigueur sûreté, depuis 2019, exprime l'engagement de la direction à améliorer les performances du site en matière de sûreté nucléaire. Néanmoins, les actions et efforts engagés dans ce cadre ne se traduisent pas encore par des résultats suffisamment visibles sur les performances constatées lors des inspections, ainsi que sur les indicateurs de la centrale nucléaire de Golfech. En 2022, dans le domaine de la conduite, des lacunes déjà identifiées dans les années passées perdurent malgré quelques progrès : défauts de compétence, de communication entre services, de respect des procédures et d'enregistrement des activités. En 2023, l'ASN estime que l'exploitant devra améliorer sa rigueur d'exploitation, en renforçant la compétence des opérateurs et le respect des procédures.

En matière de maintenance, l'année 2022 a été marquée par la visite décennale du réacteur 1. Le travail engagé par le site pour améliorer la qualité de la maintenance a permis de constater des progrès dans ce domaine. L'ASN note en particulier des améliorations dans l'identification et le traitement des écarts, la consolidation des contrôles techniques ainsi que dans la prise en compte des positions de la filière indépendante de sûreté. Toutefois, l'ASN considère que le site doit intensifier ses efforts pour améliorer l'appropriation des enjeux de sûreté avant intervention.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les performances du site sont stables par rapport à l'année 2021. L'ASN note la bonne implication des membres du pôle de compétence en radioprotection des travailleurs dans les formations et le renforcement de la surveillance des prestataires en radioprotection. Néanmoins, des améliorations sont attendues dans la maîtrise des procédures d'accès en zone orange et dans les activités de radiographie industrielle.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech se sont dégradées en 2022. L'année a été marquée par un nombre relativement élevé d'événements. Des améliorations dans la maîtrise du confinement des substances liquides non radioactives sont attendues en 2023.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats de sécurité des travailleurs sont en dégradation. Des améliorations sont attendues sur le respect des prescriptions du code du travail concernant notamment le travail en hauteur, la manutention et le levage. L'inspection du travail de l'ASN considère que la coordination des risques liés à l'interface entre différentes activités doit être améliorée, ainsi que la qualité des préparations d'activité et des analyses de risques. Elle note également l'existence de défauts de conception au niveau de certaines installations électriques, constatés par un organisme de contrôle.

## PLATEFORME DE MARCOULE

La [plateforme nucléaire de Marcoule](#) est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses six installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du « cycle du combustible » et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de [combustible MOX](#), le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée par l'installation nucléaire de base secrète (INBS) contrôlée par le ministère de la Défense.

### CENTRE CEA DE MARCOULE

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles : les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

### Installation Atalante – Centre du CEA

Les Ateliers alpha et laboratoires d'analyses des transuraniens et d'études de retraitement (Atalante – [INB 148](#)), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de recherche et développement en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des activités et des équipements provenant du Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache y ont été transférés en 2017.

À l'issue de l'analyse du rapport de réexamen de l'installation remis en décembre 2016, l'ASN a publié la [décision n° 2022-DC-0720 du 19 avril 2022](#) qui fixe au CEA les prescriptions applicables à Atalante, destinées à encadrer la poursuite de fonctionnement de l'INB. En particulier, la fréquence de traitement des liquides organiques radioactifs (LOR) par le procédé dénommé « DELOS », dont la date finale a été prescrite, fera l'objet d'un contrôle particulier par l'ASN dans les prochaines années. L'exploitant devra par ailleurs améliorer l'organisation retenue pour assurer le suivi et la traçabilité du traitement des actions définies à l'issue de ce réexamen périodique.

L'ASN a autorisé en 2022 la mise en place d'un nouveau logiciel de gestion de la matière et de contrôle de la criticité, qui améliore globalement la prise en compte des incertitudes de

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Golfech, (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix, ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem,
- l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »,
- l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs,
- l'ionisateur industriel Gammatec,
- l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvés;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 14 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 21 services de médecine nucléaire,
- 100 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 111 scanners,
- environ 5 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 4 accélérateurs de particules de type cyclotron, 28 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle et 58 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 630 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;

### des activités liées au transport de substances radioactives :



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 7 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 7 organismes pour la mesure du radon,
- 4 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

mesures pour l'évaluation des masses de matières fissiles. La mise en service d'un réservoir d'azote liquéfié sur la nouvelle plateforme gaz d'Atalante a également été autorisée.

Des contrôles et essais périodiques défaillants, dont les origines sont essentiellement des erreurs humaines, ont conduit à des rejets significatifs de gaz à effet de serre, et à la non-réalisation de contrôles périodiques d'étanchéité de boîtes à gants et de bouteilles de gaz extincteur en cas d'incendie. Ces écarts ont été déclarés à l'ASN en tant qu'événements significatifs. L'exploitant a informé et sensibilisé les intervenants extérieurs concernés et partagé avec eux une analyse du retour d'expérience (REX) sur les risques identifiés afin d'éviter le renouvellement de ce type d'événement.

## Appréciation du centre CEA de Marcoule

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du centre CEA de Marcoule est globalement satisfaisant.

L'organisation de la surveillance des intervenants extérieurs devra être améliorée, notamment pour clarifier la répartition des actions de surveillance entre le centre de Marcoule et les INB et améliorer le partage du REX entre les centres CEA.

L'organisation des transports internes, ainsi que la déclinaison des règles de transport interne sont robustes. L'ASN a constaté une amélioration mais restera vigilante sur les dispositions mises en œuvre pour assurer la maintenance des emballages de transport.

L'ASN a autorisé la mise en place des pôles de compétence en radioprotection du CEA de Marcoule au titre des articles R. 593-112 du code de l'environnement et R. 4451-113 du code du travail, ainsi que les règles générales d'exploitation (RGE) du CEA de Marcoule. Les dispositions d'organisation en matière de radioprotection observées en inspection sont globalement satisfaisantes; l'ASN sera vigilante à l'organisation du service de radioprotection en situation de crise, notamment s'agissant des missions qui nécessitent une continuité de service.

Le CEA a remis en 2020 son étude relative à l'évaluation sanitaire et environnementale des rejets chimiques liquides et gazeux de la plateforme de Marcoule, pour laquelle l'ASN a demandé des compléments. Une décision de l'ASN relative à la prescription d'une tierce expertise de cette étude sera formalisée.

L'ASN considère que le niveau de sûreté d'Atalante est globalement satisfaisant, notamment pour les modalités de gestion du plan de zonage déchets et de la surveillance des activités des intervenants extérieurs. Les dispositions mises en œuvre en 2022 ont permis d'améliorer le confinement statique et dynamique de l'INB. Un groupe de travail a été initié sur le thème des perçages de gants avec un plan d'action qui sera décliné au sein d'Atalante.

## Centrale Phénix – Centre du CEA

La centrale Phénix ([INB 71](#)) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.

Le [démantèlement](#) est encadré dans ses grandes phases par le [décret n° 2016-739 du 2 juin 2016](#). La [décision n° 2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016](#) prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'évacuation des combustibles irradiés et la dépose d'équipements se sont poursuivies en 2022 conformément aux prescriptions de l'ASN et aux engagements de l'exploitant, pris au cours de son réexamen périodique achevé en 2012 et du passage en démantèlement de l'installation.

Toutefois, des incertitudes demeurent sur le devenir des combustibles de Phénix et leur traitement (voir chapitre 11 – « cycle du combustible »).

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix est globalement satisfaisant, notamment en matière de gestion des déchets, de gestion des écarts, d'organisation pour le suivi des chantiers en cours et de respect des engagements. Des améliorations sont cependant attendues dans la gestion des consignes accidentelles, notamment pour leur revue périodique et leur prise en compte dans le processus de modification.

Un événement significatif concernant la chute d'un dispositif amortisseur en cellule a été classé au niveau 1 de l'échelle INES à la suite d'un défaut de culture de sûreté.

La construction de l'installation NOAH, qui assurera une partie du traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2022 avec la poursuite des essais de fonctionnement, préalables à la mise en service.

Le scénario de référence du démantèlement de l'installation, défini dans le décret de démantèlement de juin 2016, est en cours de redéfinition par l'exploitant, en lien avec la stratégie de démantèlement de l'ensemble des installations du CEA. L'exploitant a par ailleurs transmis les conclusions de son réexamen périodique le 26 octobre 2022.

## Installation Diadem – Centre du CEA

L'installation Déchets radioactifs irradiants ou alpha de démantèlement ([Diadem](#)), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnements bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue (VL), ou de déchets FMA-VC dont les caractéristiques – notamment le débit de dose – ne permettent pas l'acceptation en l'état dans le [CSA](#).

À la suite de constats de l'ASN en 2021, le CEA a poursuivi en 2022 les démarches engagées pour améliorer l'exercice de ses responsabilités d'exploitant nucléaire, la gestion de projet et le traitement des écarts.

L'ASN estime que l'organisation mise en place pour la réalisation des essais de qualification des équipements de l'installation sous tension électrique est globalement satisfaisante.

L'ASN souligne que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, et qu'elle est la seule prévue pour l'entreposage des colis de déchets qu'elle doit recevoir.

Le CEA a déposé une demande de modification du décret d'autorisation de création en 2021, à la suite du changement de la technologie de fermeture des colis. Il a également déposé en 2021 son dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation. Les opérations nécessaires à sa mise en service effective, qui correspond à la réception de son premier colis de déchets radioactifs, doivent constituer une priorité du CEA.

## Usine Melox

L'[INB 151](#), dénommée Melox, créée en 1990 et exploitée par Orano Recyclage, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection est satisfaisant dans le domaine de la maîtrise des risques d'incendie et globalement satisfaisant dans les domaines de la conduite et de la gestion des déchets. L'ASN constate également une amélioration du niveau d'appropriation du référentiel réglementaire dans le domaine des ESP.

Les barrières de confinement sont maintenues à un niveau satisfaisant d'efficacité. Les ruptures de confinement, qui peuvent survenir en conditions normales d'exploitation, font l'objet d'un suivi particulier et d'actions pour les limiter.

Par ailleurs, l'exploitant est confronté depuis plusieurs années à des difficultés à assurer la production des quantités prévues de combustibles conformes aux spécifications de sûreté des réacteurs nucléaires. Cette situation induit la production d'une quantité importante de rebuts de fabrication, qui sont envoyés à La Hague pour entreposage, entraînant notamment une saturation à court terme des entreposages de plutonium dans cet établissement. Ces difficultés pourraient induire des conséquences majeures sur l'ensemble du « cycle du combustible » et la production électronucléaire française.

Cette situation induit, à Melox, des besoins importants de maintenance, qui ont des conséquences en matière de radioprotection, avec un appel croissant à des intervenants extérieurs et une dosimétrie collective très importante.

Une [inspection de l'ASN](#) menée sur ces thématiques a mis en évidence que le renforcement des opérations de maintenance a conduit à une augmentation notable de la production de déchets, entraînant également un risque de saturation des entreposages locaux.

L'exploitant a qualifié en 2022 une nouvelle poudre d'oxyde d'uranium qui permettra normalement une réduction de la quantité de rebuts générés. La production industrielle de ce nouveau type de poudre nécessite la création d'une nouvelle installation, située sur le site Orano de Malvézi (voir chapitre 11 – « cycle du combustible »).

Les autres solutions en place pour améliorer cette situation au sein de l'installation de manière pérenne consistent, d'une part, à procéder à des nettoyages approfondis des boîtes à gants pour réduire les niveaux de doses ambiants; d'autre part, à déployer un important programme de maintenance visant à restaurer le taux de disponibilité des outils de production. De plus, le programme de remise en état des machines (projet dit « PPRM ») s'est poursuivi en 2022. Une [inspection sur ces thématiques](#) a été conduite en 2022 et a relevé que les moyens et axes de travail engagés par Orano Recyclage sont de nature à répondre aux difficultés rencontrées par l'installation en matière de production et de maintenance.

La construction du centre de crise devrait aboutir prochainement pour permettre une mise en service de ce bâtiment en 2023, conformément à la prescription de l'ASN.

## Usine Centraco

L'[INB 160](#), dénommée « Centraco » et créée en 1996, est exploitée par la société Cyclife France, filiale à 100 % d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement et très faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le CSA de l'Andra. L'installation est constituée :

- d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3500 tonnes;
- d'une unité d'incinération, où sont brûlés les déchets incinérables, pour un tonnage annuel maximal de 3000 tonnes de déchets solides et 2000 tonnes de déchets liquides;
- de capacités d'entreposage.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'installation est globalement satisfaisant, notamment concernant la gestion du transport et la maîtrise du vieillissement. La gestion des déchets doit quant à elle évoluer en profondeur afin de respecter les délais d'entreposage définis dans le référentiel de sûreté. L'ASN a également mené une [inspection](#) concernant le réexamen périodique de l'INB.

Par ailleurs, Cyclife France a transmis à l'ASN en 2020 des demandes de modification de son installation afin de permettre le traitement de déchets particuliers dans Centraco avec la mise en place d'un tri approprié pour ces déchets. L'ASN considère que les dispositions techniques et organisationnelles présentées par l'exploitant pour effectuer cette opération de tri préalable dans des unités dédiées sont satisfaisantes dans leur principe, mais qu'il convient de veiller au maintien d'un double contrôle de la conformité des déchets qui seront introduits dans les fours d'incinération ou de fusion. L'ASN a ainsi procédé à la modification des prescriptions de sa décision n° 2008-DC-0126 du 16 décembre 2008 par [décision n° CODEP-CLG-2022-003400 du 19 janvier 2022](#).

Cyclife a déposé en mars 2022 un dossier de demande de modification notable visant à créer un atelier de traitement de déchets TFA amiantés afin de pouvoir traiter des déchets provenant du démantèlement de Chinon A. Ce dossier, en cours d'instruction par l'ASN, prévoit la création d'un nouvel atelier nommé « atelier amiante » permettant ainsi de trier des saches de déchets amiantés avant reconditionnement.

Les [investigations menées](#) à la suite de la découverte d'un déchet en dépassement de délai d'entreposage, qui a fait l'objet d'une déclaration d'événement significatif à l'ASN en juillet 2022, ont mis en évidence de nombreux autres déchets dont la durée d'entreposage dépasse la durée prescrite dans le décret d'autorisation de création de l'installation. Cela a conduit

l'exploitant à mettre en œuvre un plan d'action pour revoir en profondeur ses dispositions techniques et organisationnelles pour la gestion de ses déchets dans l'installation. La mise en œuvre de ce plan d'action et le respect des engagements pris feront l'objet d'un contrôle par l'ASN.

---

## Ionisateur Gammatec

La société Steris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel, dénommé « Gammatec » ([INB 170](#)), qui assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

Le niveau de sûreté ainsi que la maîtrise de la sécurité des sources sont globalement satisfaisants en 2022. Des améliorations doivent être entreprises en ce qui concerne la formalisation documentaire.

---

## Installation Écrin

L'[INB 175](#), dénommée « Écrin », est située sur le territoire de la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvés, exploité par Orano, qui constitue la première étape du « cycle du combustible » (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitratées chargées en uranium naturel. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des installations classées pour la protection de l'environnement Seveso seuil haut.

Deux bassins d'entreposage historiques de boues de l'usine (B1 et B2) constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme INB est dû à la présence de traces de radio-isotopes artificiels. Cette INB a été autorisée par [décret du 20 juillet 2015](#) pour l'entreposage de déchets radioactifs pour une durée de 30 ans.

Les travaux définis dans le décret du 20 juillet 2015, débutés en 2019, se sont poursuivis en 2022 avec le transfert de matériaux dans l'alvéole dénommée « PERLE » (Projet d'Entreposage Réversible des Lagunes dans l'INB Écrin), creusée au sud du bassin B2.

Une inspection inopinée s'est déroulée en juillet 2022 et a permis de vérifier que le contrôle de l'installation et l'état du chantier restent satisfaisants. L'ASN considère que le niveau de sûreté et de protection de l'environnement est satisfaisant au regard des enjeux de l'installation.



# RÉGION Pays de la Loire

La division de Nantes contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Pays de la Loire.

En 2022, l'ASN a réalisé 62 inspections, dont 2 dans les installations de la société Ionisos (Pouzauges et Sablé-sur-Sarthe), 3 concernant des organismes agréés, 4 dans le domaine du transport de substances radioactives et 53 dans le nucléaire de proximité (31 dans le secteur médical, 22 dans les secteurs industriel, de la recherche ou vétérinaire).

En 2022, trois événements significatifs ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES dans le domaine industriel et un dans le domaine des transports.

Dans le cadre de leur mission de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

## Irradiateurs Ionisos

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de haute activité de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les [INB 146](#) et [154](#).

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser, à détruire les germes pathogènes ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

Chaque installation est constituée d'un bassin dans lequel les sources radioactives sont entreposées « sous eau », surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation des irradiateurs de Pouzauges et de Sablé-sur-Sarthe se déroule de manière globalement satisfaisante en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, avec des progrès dans la gestion des déchets et des urgences. Toutefois, des améliorations doivent être apportées en matière de suivi et maintenance du matériel. Deux modifications de l'installation de Pouzauges et une modification de l'installation de Sablé-sur-Sarthe ont été autorisées en 2022, concernant la prolongation de l'utilisation de certaines sources radioactives de plus de 10 ans.

## LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

### des installations nucléaires de base :

- l'irradiateur Ionisos de Pouzauges,
- l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe;

### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 7 services de radiothérapie,
- 2 unités de curiethérapie,
- 12 services de médecine nucléaire,
- 39 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 56 scanners,
- environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7  
p. 210

### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 36 sociétés de radiologie industrielle, dont 10 prestataires en gammagraphie,
- 18 unités de recherche,
- environ 400 utilisateurs d'équipements industriels;



Chapitre 8  
p. 242

### des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 8 établissements pour la mesure du radon,
- 1 siège de laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



# RÉGION

# Provence-Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

En 2022, l'ASN a réalisé 131 inspections en région Provence-Alpes-Côte d'Azur dont 63 dans les INB, 63 dans le nucléaire de proximité, 2 dans le domaine du transport de substances radioactives et 3 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2022, 3 événements significatifs classés au niveau 1 de

l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires, dont un relatif au transport interne.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 5 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN, dont 3 dans le domaine industriel et 2 dans le domaine médical.

## SITE DE CADARACHE

### Centre CEA de Cadarache

Créé en 1959, le [centre CEA de Cadarache](#) se situe sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants et à la conception de systèmes de nouvelle génération. Une part importante des installations du centre est par ailleurs impliquée dans la conduite de la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets radioactifs du CEA.

Les INB situées dans le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22);
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24);
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25);
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu – INB 32);
- la Station de traitement des déchets solides (STD – INB 37-A);
- la Station de traitement des effluents actifs (STE – INB 37-B);
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39);
- le réacteur de recherche Éole (INB 42);
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe – INB 52);
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF – INB 53);
- le Laboratoire de purification chimique (LPC – INB 54);
- le Laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55);
- le Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56);
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92);
- le réacteur de recherche Minerve (INB 95);
- le Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca – INB 123);
- le laboratoire Chicade (INB 156);

- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164);
- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169);
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – INB 171);
- le Réacteur Jules Horowitz (RJH – INB 172), en construction.

Sur le centre de Cadarache, 10 installations sont définitivement arrêtées, 10 installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. L'ASN a en outre engagé ou poursuivi l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen pour 14 des 21 installations: Pégase-Cascad, Cabri, STE, ATPu, Éole, MCMF, LPC, LECA-STAR, Phébus, Lefca, Minerve, Cedra, Magenta et Agate, et a rendu ses conclusions sur le réexamen de Chicade et de la STD. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

### Installation Pégase-Cascad – Centre du CEA

Le réacteur Pégase ([INB 22](#)) a été mis en service en 1964, puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par [décret du 17 avril 1980](#), le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation Pégase pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

L'installation Cascad, autorisée par le décret du 4 septembre 1989 modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est pérenne et dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié.

Dans le cadre des opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM), le CEA a déposé deux dossiers de demande d'autorisation à l'ASN en juin 2021 portant sur la mise en place du projet de désentreposage des combustibles araldités de Pégase, dénommé projet « DECAP », à destination de l'installation Cascad. Le projet DECAP a été autorisé en août 2022 par [décision n° CODEP-DRC-2022-033330](#) (voir chapitre 13 – « Le démantèlement des installations nucléaires de base »). Dans le cadre de ce projet, le CEA a également transmis à l'ASN, en juillet 2022, une demande de réception d'étuis de combustibles entreposés dans le périmètre de l'INBS de Cadarache, et provenant historiquement de la piscine de Pégase. Cette demande a conduit l'ASN à engager un processus de modification de la [décision n° CODEP-CLG-2017-006524](#) modifiée relative aux opérations de désentreposage de l'installation Pégase. Cette modification sera soumise à consultation du public en 2023.

L'ASN dresse un bilan globalement satisfaisant de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des installations Pégase et Cascad pour l'année 2022. L'ASN a mis en évidence une organisation de chantier satisfaisante. Les actions issues du réexamen sont correctement suivies. L'ASN restera cependant vigilante sur la cohérence entre le référentiel applicable des installations et la progression des OPDEM, ainsi qu'à la gestion de la saturation de l'entreposage de combustible de l'installation Cascad.

### Réacteur de recherche Cabri – Centre du CEA

Le réacteur Cabri ([INB 24](#)), créé le 27 mai 1964, est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un REP. Depuis janvier 2018, le CEA mène un programme d'essais dénommé « CIP » (*Cabri International Program*), qui avait été engagé au début des années 2000 et a nécessité d'importants travaux de modification de l'installation et de mise à niveau en matière de sûreté.

L'ASN a examiné la sûreté du réacteur en considérant le plan d'action et les dispositions compensatoires proposées par le CEA pour assurer le traitement des deux fuites déclarées en septembre 2020 et février 2021. Elle a autorisé la reprise des essais du programme CIP par la [décision n° CODEP-MRS-2022-022299 du 9 juin 2022](#), après la réparation du défaut constaté sur le circuit « eau du cœur ». L'exploitant s'est engagé à réaliser un retour d'expérience (REX), avant le 31 octobre 2023, de la mise en œuvre des dispositions compensatoires, qui consistent à renforcer la surveillance de l'état des défauts encore existants sur l'hodoscope.

Le [décret n° 2022-1108 du 2 août 2022](#) modifiant le décret d'autorisation de création n° 2006-320 du 20 mars 2006 a également été signé par la ministre en charge de la sécurité nucléaire, après que l'ASN a donné un avis favorable. Cette modification de décret autorise l'extension du champ d'activités de l'installation, avec la réalisation d'essais d'irradiation de composants électroniques.

### LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

#### des installations nucléaires de base :

- le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz (RJH) en cours de construction,
- le chantier de construction de l'installation ITER, attenant au centre CEA de Cadarache,
- l'ionisateur industriel Gammaster ;

#### des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7  
p. 210

- 13 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 16 services de médecine nucléaire,
- 104 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 92 scanners,
- environ 8 200 appareils de radiologie médicale et dentaire ;

#### des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8  
p. 242

- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 3 accélérateurs de particules de type cyclotron et 21 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- environ 600 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;

#### des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9  
p. 272

#### des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 4 organismes pour la mesure du radon,
- 5 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant. L'exploitant a correctement pris en compte et traité une partie des défauts détectés sur différents équipements du réacteur. Des demandes d'autorisation sont en cours d'instruction pour traiter les défauts résiduels de l'hodoscope et ainsi retrouver une situation complètement normale. Dans ce contexte, l'exploitant a pris en compte les demandes complémentaires de l'ASN en matière de conduite accidentelle du réacteur.

### Réacteur de recherche Rapsodie – Centre du CEA

Le réacteur Rapsodie ([INB 25](#)) est le premier réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994 lors du lavage d'un réservoir de sodium.

Le cœur est actuellement déchargé, les combustibles ont été évacués de l'installation, une grande partie des fluides et des composants radioactifs ont été éliminés et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée, et les déchets contenant du sodium évacués.

Le décret de démantèlement a été signé le 9 avril 2021. Ce décret fixe un nouveau périmètre pour l'installation et encadre, jusqu'en 2030, la prochaine phase de vie du réacteur consistant au traitement du sodium du réacteur et à la mise en air de la cuve le contenant. L'opération de lavage de la cuve du réacteur fera l'objet d'un dossier de demande d'autorisation auprès de l'ASN. Les opérations de démantèlement suivantes, telles que le démantèlement du bloc réacteur ou le génie civil, devront faire l'objet d'une mise à jour du dossier de démantèlement. Durant l'année 2022, les travaux de démantèlement ont consisté à caractériser, reconditionner et évacuer des déchets, ainsi qu'à démarrer les travaux préparatoires pour la rénovation du pont polaire du bâtiment réacteur.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de cette installation est globalement satisfaisant en 2022, notamment en ce qui concerne la protection contre l'incendie, la gestion de crise et le suivi des intervenants extérieurs, domaine dans lequel l'exploitant a progressé en tenant compte du REX de l'événement significatif déclaré en 2021 concernant un intervenant extérieur.

### Station de traitement des déchets solides – Centre du CEA

L'INB 37 du CEA de Cadarache comportait historiquement la Station de traitement des effluents actifs (STE) et la Station de traitement des déchets (STD), regroupées en une installation unique. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'INB 37 a été séparée en deux INB: [37-A \(STD\)](#) et [37-B \(STE\)](#), par décisions [n° CODEP-DRC-2015-027232](#) et [n° CODEP-DRC-2015-027225](#) de l'ASN du 9 juillet 2015. Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par [arrêtés du 9 juin 2015](#).

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs MA-VL avant leur entreposage dans l'installation Cedra ([INB 164](#)), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. Cette situation particulière rend la STD incontournable dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets au CEA.

La poursuite de fonctionnement de la STD est conditionnée à la réalisation de travaux de rénovation, notamment du génie civil, prescrits par [décision n° CODEP-CLG-2016-015866 du président de l'ASN du 18 avril 2016](#). L'ASN a autorisé la réalisation de ces travaux le 20 janvier 2022. L'échéance prescrite de fin des travaux en 2021 n'a pas pu être tenue par le CEA et a fait l'objet d'un report au 30 juin 2028. Les premiers travaux préparatoires à cette rénovation ont débuté fin 2022.

L'exploitant a remis son rapport de réexamen périodique en mars 2022, une inspection a été réalisée à ce sujet en juillet 2022. Le suivi et l'exécution du plan d'action issu du réexamen périodique est globalement satisfaisant.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de la STD est globalement satisfaisant, notamment en ce qui concerne la surveillance des prestataires et la gestion des modifications, qui s'est améliorée. Cependant, la défense contre l'incendie devra faire l'objet d'un suivi rigoureux, et des améliorations sont attendues pour la définition des exigences définies (ED) des équipements importants pour la protection (EIP) nécessaires à la constitution des colis des déchets. De plus, la gestion de la radioprotection n'est pas satisfaisante. En effet, des mesures telles que l'affichage des modifications temporaires du zonage de radioprotection, des zonages déchets temporaires ou l'application des consignes établies à l'intérieur de ceux-ci ne sont pas réalisées ou manquent de rigueur.

### Station de traitement des effluents actifs – Centre du CEA

La STE ([INB 37-B](#)) est à l'arrêt depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014. Le CEA a transmis en décembre 2021 le dossier de démantèlement de cette installation.

Au cours de la préparation au démantèlement, l'exploitant a réalisé la caractérisation des sols et des équipements pour préciser l'état radiologique initial de l'installation. Ces caractérisations ont mis en évidence la présence de radionucléides artificiels en dehors des zones contaminées identifiées ou dans le réseau d'eaux pluviales. Ces marquages ont encore fait l'objet de déclarations d'événements significatifs en 2021 et en 2022 à l'ASN, malgré la mise en œuvre d'un plan d'action pour l'amélioration de la gestion des eaux pluviales, dont l'efficacité fait l'objet d'un suivi par le CEA. Au regard des premiers résultats et des nouvelles déclarations d'événements significatifs, ce plan d'action se poursuivra et sera complété en 2023.

L'ASN a mené en 2022 une inspection de revue concernant le projet de démantèlement de l'installation. Elle a constaté une dynamique positive dans la gestion de ce démantèlement. Toutefois, le planning doit être mis à l'épreuve pour déterminer des possibilités de réduction de l'échéancier proposé dans le dossier de démantèlement.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'INB 37-B en 2022 reste globalement satisfaisant mais l'exploitant doit progresser sur la gestion des zones historiquement marquées radiologiquement. Des améliorations ont été constatées par l'ASN concernant la surveillance des intervenants extérieurs.

### Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique – Centre du CEA

L'ATPu ([INB 32](#)) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux réacteurs à neutrons rapides ou expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux REP utilisant du combustible MOX. Les activités du LPC ([INB 54](#)) étaient associées à celles de l'ATPu: contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

Les opérations liées à la surveillance, l'entretien et l'exploitation, la gestion et la surveillance des déchets solides et des effluents liquides (caractérisation, regroupement, évacuation) se sont poursuivies et ont permis la réduction du terme source des deux installations.

En ce qui concerne l'ATPu, conformément au dernier planning proposé par le CEA en novembre 2020, l'ensemble des campagnes de traitement des fûts riches en radionucléides émetteurs alpha issus de l'INB 56 est terminé.

En ce qui concerne le LPC, plusieurs boîtes à gants ont été démantelées. Le poste HT/BT a été déplacé, en lien avec la modification des utilités nécessaires pendant les phases de démantèlement de l'INB. Le chantier de dépose du procédé de cryotraitement s'est également poursuivi.

En 2022, les inspections ont principalement porté sur le confinement statique et dynamique ainsi que sur la gestion des déchets pour l'ATPu et sur la réalisation du réexamen périodique pour le LPC. Les modalités d'évacuation des déchets ont également été inspectées. L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant sur ces thématiques.

L'exploitant a déclaré en octobre 2022 un événement significatif survenu au sein du LPC, classé au niveau 1 de l'échelle INES, relatif à un défaut de culture de sûreté d'un agent du service de prévention des risques (SPR) du centre CEA de Cadarache, lié au non-respect des conditions d'accès en zone contrôlée. L'ASN contrôlera la mise en œuvre des actions proposées par l'exploitant afin d'éviter le renouvellement de ce type d'événement. Les modalités de contrôle des accès en zone au CEA seront notamment examinées.

## Réacteur de recherche Masurca – Centre du CEA

Le réacteur Masurca ([INB 39](#)), dont la création a été autorisée par [décret du 14 décembre 1966](#), était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

L'arrêt définitif de l'installation a été déclaré par le CEA le 31 décembre 2018. L'exploitant a transmis le dossier de démantèlement de l'installation en décembre 2020 et réalise dans l'intervalle des travaux de nature à préparer ce démantèlement, comme le désamiantage des locaux, la réhabilitation de bâtiments ou la dépose de matériel conventionnel. Fin 2021, toutes les matières fertiles ont été évacuées vers l'installation d'entreposage des matières du centre et le réseau de ventilation a été simplifié. Un bâtiment provisoire, dont la construction s'est achevée en 2022, a été construit afin de contenir les déchets TFA issus des opérations préalables au démantèlement.

L'exploitant a progressé au sujet de la gestion des écarts, qui sont suivis de manière rigoureuse. L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire, notamment concernant la défense contre l'incendie et les travaux de démantèlement, ainsi que celui de radioprotection, est globalement satisfaisant en 2022.

## Réacteurs de recherche Éole et Minerve – Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux Éole et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'1 kW), qui permettaient la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gamma ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur Éole ([INB 42](#)), dont la création a été autorisée par [décret du 23 juin 1965](#), était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des REP et des réacteurs à eau bouillante (REB). Le réacteur Minerve ([INB 95](#)), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par [décret du 21 septembre 1977](#), est situé dans le même hall que le réacteur Éole. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017.

Les dossiers de démantèlement des INB 42 et 95, transmis par le CEA en 2018, ont été soumis à enquête publique au cours du mois d'octobre 2022, en vue de l'élaboration des décrets de démantèlement.

L'ASN estime que le niveau de sûreté des INB 42 et 95 est globalement satisfaisant, mais la surveillance des intervenants extérieurs devra être améliorée.

L'inspection réalisée en 2022 a montré que les dispositions organisationnelles de suivi du plan d'action issu du réexamen sont robustes, avec une bonne coordination entre ces actions, les opérations préparatoires au démantèlement en cours et les opérations de fonctionnement des INB. Cependant, la formalisation du REX sur les actions mises en œuvre en application du réexamen de sûreté devra progresser.

## Ateliers de traitement de l'uranium enrichi – Centre du CEA

De 1963 à 1995, les ATUe ([INB 52](#)) assuraient la conversion en oxyde fritté de l'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>) en provenance des usines d'enrichissement et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décret en février 2006.

L'exploitant accusait des retards importants dans les opérations de démantèlement par rapport au calendrier initial. Il a sollicité une modification de son décret en 2010 et 2014, pour prendre en compte l'état radiologique réel de l'installation. Le [nouveau décret de démantèlement](#) a été publié le 16 avril 2021. L'ASN a encadré la réalisation de certaines opérations de démantèlement par [deux décisions du 14 octobre 2021](#). En 2022, l'exploitant a été autorisé à mettre à jour son référentiel à la suite de la parution du décret de démantèlement de l'INB. Les activités de l'installation sont aujourd'hui principalement des opérations de maintenance et de contrôle périodique et réglementaire. Les opérations de démantèlement vont ainsi pouvoir débiter.

Les actions issues du réexamen périodique de 2017 sont pour la plupart réalisées, à l'exception des travaux d'étanchéité en toiture dont la réalisation est prévue pour 2023.

## Magasin central de matières fissiles – Centre du CEA

Créé en 1968, le MCMF ([INB 53](#)) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières nucléaires le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

L'enquête publique portant sur le dossier de demande de démantèlement du MCMF a eu lieu du 26 septembre 2022 au 28 octobre 2022.

Les OPDEM, engagées dès 2018, notamment la mise en œuvre de caractérisations chimiques et radiologiques de l'installation, se sont poursuivies en 2022. L'ASN estime que les dispositions organisationnelles de suivi des OPDEM mises en place par l'exploitant sont globalement satisfaisantes.

## Laboratoire de haute activité LECA-STAR – Centre du CEA

L'[INB 55](#), qui regroupe le LECA et la STAR, extension du LECA, constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour améliorer sa tenue au séisme.

Le dossier d'orientation du prochain réexamen périodique (DOR) du LECA a été déposé par le CEA en janvier 2022.

L'exploitant a déclaré en mars 2022 un événement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES, en lien avec la découverte d'un étui d'entreposage de combustibles non-conforme aux règles de gestion du risque de criticité, dans un puits d'entreposage de la cellule 5 du LECA. Un état des lieux des étuis entreposés en puits de la cellule C5 a été réalisé avant la reprise des activités, autorisée par le chef d'INB. Des recherches documentaires de l'ensemble des caractéristiques dimensionnelles des étuis en puits multifilières et des opérations de contrôle avec ouverture de puits seront réalisées.

Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de STAR en février 2018 et son courrier d'engagement en février 2021, sur lesquels l'ASN prendra position. Il a complété son dossier en décembre 2021 avec l'étude d'impact de STAR en application de la [décision n°2017-DC-0597 de l'ASN du 11 juillet 2017](#). L'ASN a demandé en 2022 des compléments à l'exploitant sur l'évaluation du cumul des incidences du fonctionnement du LECA-STAR avec la plateforme de Cadarache et les autres installations existantes ou approuvées au titre de l'article R. 122-5 du code de l'environnement.

L'ASN estime qu'en 2022 le niveau de sûreté nucléaire de l'installation LECA-STAR est globalement satisfaisant, notamment concernant la gestion des déchets au sein de l'installation et la surveillance des activités des intervenants extérieurs.

La surveillance des rejets atmosphériques de l'INB 55 devra être améliorée. Une mise en conformité à la décision rejets du site de Cadarache est attendue par l'ASN afin d'assurer la redondance des prélèvements en continu au niveau des émissaires gazeux.

## Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – Centre du CEA

L'[INB 56](#), déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend trois piscines, six fosses, cinq tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA. L'INB 56 fait partie des priorités identifiées par le CEA dans sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets.

Le CEA a poursuivi ses opérations de RCD de l'INB conformément au planning exposé en début d'année. L'aménagement et les essais en actif ont permis le démarrage des inspections télévisuelles de la fosse 1, et des travaux d'assainissement de la cellule d'extraction de la tranchée T2 ont été réalisés.

En 2022, l'ASN estime que la gestion du confinement statique et dynamique et de l'état des systèmes est globalement satisfaisante. L'ASN a notamment constaté des améliorations concernant le suivi et la traçabilité des travaux de modification. Toutefois, l'ASN sera vigilante au respect des nouvelles échéances fixées sur les opérations de reprise des colis dits « moyennement irradiants » en inox de la fosse 6, ainsi que sur la gestion des eaux pluviales de l'INB.

## Réacteur de recherche Phébus – Centre du CEA

Le réacteur Phébus ([INB 92](#)) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 MWth, qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement auprès du ministre le 14 février 2018 et son rapport de réexamen périodique auprès de l'ASN en octobre 2017. Celui-ci est instruit concomitamment à la demande de démantèlement. L'enquête publique relative à la demande de démantèlement de l'installation a eu lieu en octobre 2022 après que l'Autorité environnementale a rendu son avis en juillet 2021.

Depuis décembre 2021, l'ensemble du combustible a été évacué conformément aux objectifs prioritaires des OPDEM.

En 2022, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est satisfaisant, notamment concernant la surveillance des intervenants extérieurs.

## Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés – Centre du CEA

Le Lefca ([INB 123](#)), mis en service en 1983, était un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés, visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du « cycle du combustible ». En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires d'Atalante ([INB 148](#)) de Marcoule, d'une partie de ses matériels de recherche et développement.

Le CEA a transmis la déclaration d'arrêt définitif de l'installation en avril 2019. En décembre 2021, le CEA a informé l'ASN de sa décision de poursuivre l'exploitation du Lefca en y exerçant de nouvelles activités. Un plan d'action associé à un échéancier consolidé a été transmis à l'ASN en janvier 2022. Le réexamen périodique à venir devra intégrer ce changement de stratégie. À ce titre, le CEA a transmis, en mars 2022, le DOR de l'installation en considérant cette poursuite de fonctionnement.

En 2022, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant, notamment concernant la surveillance des intervenants extérieurs. L'exploitant doit cependant améliorer ses dispositions de protection contre l'incendie. L'ASN a également constaté des axes de progrès concernant la mise en place et la signalisation d'équipements d'intervention contre l'incendie. Les écarts constatés en 2021 concernant la conformité et l'intégrité des piézomètres de l'installation pour le contrôle des nappes phréatiques font l'objet d'actions en cours ou ont été corrigés en 2022.

## Laboratoire Chicade – Centre du CEA

L'installation Chicade ([INB 156](#)) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- la caractérisation, destructive ou non destructive, d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants ;
- le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires ;
- le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre ;
- l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de radioprotection est globalement satisfaisant, notamment en matière de gestion des écarts et de respect des engagements. Des améliorations de la gestion des déchets radioactifs sont en cours de mise en œuvre, notamment concernant la collecte, l'entreposage et l'évacuation des échantillons radioactifs produits par l'installation.

L'ASN a fixé des prescriptions techniques visant à encadrer la poursuite de l'exploitation de l'installation à la suite de l'instruction des conclusions du réexamen de sûreté dans la [décision n° CODEP-MRS-2022-004859 du 29 août 2022](#).

L'exploitant a obtenu par la [décision n° CODEP-DRC-2022-001529 du 19 septembre 2022](#) l'autorisation de conditionner des sources scellées usagées en colis dits « 870L Vrac Source ». Cette décision permettra au CEA la réalisation d'un programme de caractérisation sur des colis dont la composition est maîtrisée, et ainsi d'améliorer et qualifier certaines techniques de caractérisation, et d'améliorer la compréhension des phénomènes de corrosion et de radiolyse au sein des colis de déchets radioactifs.

## Installation d'entreposage Cedra – Centre du CEA

L'installation Cedra ([INB 164](#)) assure, depuis 2006, l'entreposage des colis de déchets MA-VL dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage appropriées. Le CEA anticipe une saturation de cette installation d'entreposage à l'horizon 2027. Les études concernant un projet de doublement de la capacité d'entreposage ont débuté en 2020.

L'ASN estime que les vérifications réalisées par l'exploitant pour la surveillance des intervenants extérieurs et le respect de ses engagements sont assurés à un niveau globalement satisfaisant. Des améliorations sont attendues concernant la gestion du risque d'incendie et le maintien des compétences techniques appropriées et qualifications nécessaires à l'exploitation de l'installation.

En raison de la volonté du CEA d'étaler dans le temps les dépôts des conclusions des réexamens périodiques de ses installations, celui-ci a transmis de manière anticipée le rapport de conclusion du réexamen périodique de Cedra en novembre 2022.

## Magasin d'entreposage Magenta – Centre du CEA

L'installation Magenta ([INB 169](#)), qui remplace le MCMF, en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées.

En février 2021, l'exploitant a déposé son rapport de conclusion de réexamen. En 2022, des compléments à ce dossier ont été transmis par l'exploitant à la demande de l'ASN et une inspection dédiée a été conduite. Des lacunes dans l'examen de conformité et des axes d'amélioration dans le suivi du plan d'action ont été identifiés.

Un dossier de demande d'autorisation visant à densifier l'entreposage de certains types de colis dans l'installation a été transmis à l'ASN en janvier 2022. Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASN.

Le CEA a confirmé le besoin de mise en service des boîtes à gants de Magenta, prévues à la conception mais non encore autorisées, à l'horizon 2028/2030.

En 2022, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant, principalement concernant la protection de l'environnement.

## Appréciation du centre CEA de Cadarache

En 2022, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache est globalement satisfaisant.

L'ASN constate que l'exploitation des INB est réalisée de manière globalement satisfaisante, en particulier la gestion des modifications et le respect des engagements. Des améliorations sont toutefois attendues concernant la réalisation et la traçabilité des contrôles techniques des opérations de maintenance et de suivi de l'état des éléments importants pour la protection, et sur la spécification de leurs exigences définies. Concernant la surveillance des intervenants extérieurs, des progrès ont été constatés par rapport à la situation antérieure, progrès qui restent à consolider.

La majorité des intervenants extérieurs font l'objet d'une surveillance cadrée et formalisée par un plan spécifique. Ces plans de surveillance sont globalement suivis et appliqués par l'exploitant, ce qui est satisfaisant. Une évaluation périodique de l'adéquation et de l'efficacité de la surveillance est maintenant réalisée sur certaines installations mais pas encore généralisée à l'ensemble de celles-ci.

Concernant le confinement des substances radioactives, la situation est globalement satisfaisante mais des améliorations sont encore

attendues pour une meilleure définition du suivi de certaines barrières.

L'ASN constate que la gestion des écarts reste contrastée. En effet, des améliorations sont attendues dans certains services, concernant l'analyse des causes ou des tendances relatives à la répétition d'écarts de nature similaire.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour mener la réévaluation et l'examen de conformité des réexamens périodiques des installations est satisfaisante. Le suivi de la mise en œuvre des plans d'action est globalement satisfaisant.

En matière de gestion des situations d'urgence, l'exploitant a demandé à l'ASN une nouvelle prorogation du délai de mise en service du centre de crise robuste aux aléas extrêmes, à la suite des difficultés pour faire aboutir ce projet. L'ASN souligne l'importance de ce centre dans l'organisation de crise de l'exploitant, et souligne la nécessité de maintenir opérationnelles les mesures compensatoires proposées par le CEA dans l'attente de disposer d'un centre de crise robuste aux aléas extrêmes.

L'exploitant doit vérifier et évaluer périodiquement la pertinence des consignes accidentelles, incidentelles et en modes dégradés. En effet, des incohérences de ces consignes

avec la réalité de l'installation ont été découvertes par sondage en inspection dans les consignes testées dans l'année.

En matière de radioprotection, l'ASN a autorisé la mise en place des pôles de compétence en radioprotection du CEA de Cadarache au titre des articles R. 593-112 du code de l'environnement et R. 4451-113 du code du travail.

Dans le domaine de la gestion des déchets, la gestion des écarts et la traçabilité du suivi des déchets sont globalement satisfaisantes, mais peuvent parfois être améliorées, notamment pour les déchets historiques et sans filière immédiate. L'exploitant doit définir des plans d'action pour traiter et évacuer les déchets historiques qui ne sont pas immédiatement évacuables.

L'ASN constate que le niveau de protection de l'environnement est assez satisfaisant. Une démarche de gestion des sites et sols pollués doit être appliquée aux zones historiquement contaminées du site de Cadarache. Cette démarche doit aboutir à définir et prioriser les actions de gestion en adéquation avec les usages actuels et à venir des zones concernées. Des améliorations sont également attendues concernant l'entretien et l'adéquation des rétentions de substances dangereuses et le maintien de la redondance de la mesure sur les rejets où une surveillance est prescrite.

## Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Centre du CEA

L'installation Agate ([INB 171](#)), mise en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B aujourd'hui à l'arrêt, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

L'ASN considère que l'exploitant a correctement assuré la gestion des travaux de réparation de la conduite d'eau surchauffée non radioactive, dont la fuite avait été détectée en décembre 2020. Cette réparation a permis la remise en service de l'évaporateur de l'installation au premier trimestre 2022.

L'ASN a transmis le 25 octobre 2022 au CEA son avis sur le DOR périodique remis le 25 avril 2022. Les conséquences des évolutions prévues de l'installation devront ainsi être prises en compte dans le rapport présentant les conclusions de son premier réexamen périodique de sûreté, attendu au plus tard le 29 avril 2024.

L'ASN souligne que cette installation joue un rôle central dans la gestion des effluents du CEA et constitue, à ce titre, une installation sensible dans la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA.

## Projet de réacteur Jules Horowitz

– Centre du CEA

Le RJH ([INB 172](#)), en cours de construction depuis 2009, est un réacteur de recherche à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth.

Les activités se sont poursuivies en 2022, sur le chantier comme sur les sites des fournisseurs. Les travaux ont notamment concerné le cuvelage des piscines et canaux du bâtiment des annexes nucléaires, la mise en place d'équipements des portes ou batardeaux et les cellules chaudes. De nombreuses fabrications sont en cours en usine.

Le CEA a poursuivi les études et analyses concernant les problématiques détectées en 2020 lors des essais de qualification de certains équipements internes du bloc-pile. L'expertise de la piscine RER, concernée par des traces de corrosion sur une soudure, a été menée à terme et les actions correctives ont été définies de manière satisfaisante.

L'ASN a relevé, lors des inspections menées en 2022, la rigueur des équipes projet dans les investigations concernant les traces

de corrosion et l'organisation générale du chantier. Le traitement d'irrégularités concernant des fabrications dans une usine au Portugal ou des certificats matières modifiés a également été jugé pertinent et satisfaisant.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la construction du RJH reste satisfaisante et que le projet est conduit avec rigueur dans une démarche de transparence.

## ITER

L'installation ITER ([INB 174](#)), en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache et attenante aux installations du CEA, sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 secondes). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, des États-Unis, de l'Inde, du Japon, de la Russie et de l'Union européenne, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

Les quantités importantes de tritium qui seront mises en jeu dans cette installation, le flux neutronique intense, ainsi que l'activation des matériaux qui en résulte constituent des enjeux particuliers du point de vue de la radioprotection et représenteront d'importants défis pour la gestion sûre des déchets pendant l'exploitation et lors du démantèlement de l'installation.

Les travaux sur le site et la fabrication des équipements se poursuivent avec un objectif de mise en œuvre du premier plasma d'hydrogène retardé par rapport à l'année 2025 préalablement annoncée. La révision du planning, intégrant notamment l'évaluation de l'impact de la pandémie de Covid-19, est encore attendue. Un nouveau retard a été annoncé par ITER Organization (IO), fin 2022, à la suite de la découverte de défauts de fabrication des secteurs de la chambre à vide et de défauts de corrosion sous contrainte sur les boucliers thermiques.

Ces défauts nécessiteront des réparations sur le premier secteur, qui a été descendu dans le puits du tokamak en mai 2022, ainsi que sur les deux autres secteurs livrés sur le site et qui sont en cours de préparation (opérations de mise en place des boucliers thermiques et des bobines toroïdales) au sein du hall d'assemblage. Les travaux de génie civil ont concerné cette année plusieurs zones du chantier et notamment le bâtiment « Tritium » du « complexe Tokamak ». La fabrication des éléments du cryostat est également terminée.

En février 2022, IO a transmis à l'ASN une demande d'autorisation de prise d'eau et de rejets d'effluents non radioactifs pour la phase de construction de l'installation. Ce dossier nécessitera la remise de compléments pour permettre l'engagement de son instruction.

### Point d'arrêt relatif à l'assemblage du tokamak

Par [décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2012](#), l'organisation internationale IO a été autorisée à créer l'installation nucléaire de base 174 dénommée « ITER » sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône). La [décision n° 2013-DC-0379 de l'ASN du 12 novembre 2013](#) fixe des prescriptions techniques qui encadrent notamment la conception et la construction de cette installation. Certaines étapes clefs de la construction ont été soumises à des « points d'arrêt » qui nécessitent la transmission de justifications afin que l'ASN autorise l'engagement de ces étapes.

Le 1<sup>er</sup> février 2021, IO a transmis à l'ASN un dossier de demande d'engagement de l'assemblage des équipements du tokamak à l'intérieur du cryostat<sup>(\*)</sup>, tel que défini par la prescription technique (INB 174-07) de la décision susmentionnée. Cette étape correspond au troisième point d'arrêt depuis le début de la construction de l'INB et le délai réglementaire pour l'instruction de ces éléments est fixé à un an, soit une échéance au 1<sup>er</sup> février 2022.

L'ASN considère que les éléments transmis par IO ne permettent pas de prendre position sur la levée du point d'arrêt en question. L'ASN a demandé à IO de transmettre un nouveau dossier spécifique, présentant la conception finalisée, et l'ensemble des démonstrations sur les thématiques liées au point d'arrêt pour l'engagement de l'assemblage du tokamak.

Les éléments de justification et de démonstration attendus concernent notamment le traitement de non-conformités dimensionnelles relevées sur les premiers secteurs de la chambre à vide arrivés sur site, le comportement du génie civil ou encore la maîtrise de la limitation de l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et du public.

\* Le cryostat est l'enceinte à vide qui enveloppera la chambre à vide et les aimants supraconducteurs.

Les inspections réalisées sur le site en 2022 présentent un bilan mitigé, avec la mise en évidence d'un défaut de culture de sûreté dans le traitement de certains écarts de fabrication (c'est par exemple le cas des défauts dimensionnels concernant les secteurs de la chambre à vide), et de lacunes dans la démonstration de sûreté de l'installation (par exemple pour la qualification des systèmes électroniques nécessaires à la sûreté), dont la stratégie de traitement n'est pas encore établie à ce jour.

La prise en compte des évolutions du projet et le traitement des difficultés techniques qu'il rencontre nécessiteront des échanges approfondis entre IO, l'ASN et l'IRSN. L'ASN souligne l'importance d'une information transparente, précoce et complète de la part de l'exploitant sur ces différents sujets.

---

## Ionisateur Gammaster

La société Steris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé [Gammaster](#), situé sur le territoire de la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnements gamma), dans l'objectif de les aseptiser, de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'organisation mise en place pour le suivi des rejets de l'installation doit être améliorée. En effet, bien que les rejets dans l'environnement soient très limités, les délais de mise en œuvre de certaines actions sont à suivre afin d'en éviter le décalage.

Les dispositions prises par l'exploitant concernant la sécurité des sources sont globalement satisfaisantes. Toutefois, des améliorations doivent être entreprises en ce qui concerne la formalisation documentaire.

L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection ainsi que la maîtrise de la sécurité des sources sont globalement satisfaisants en 2022.



Secteur  
de  
confinement

ZONE CONTRÔLÉE



ACCÈS RÉGLEMENTÉ

ACCÈS RÉGLEMENTÉ

as

# Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

<b>1</b>	<b>L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants</b> ..... p.104
1.1	Les effets biologiques et les effets sanitaires
1.2	L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants
1.3	Les incertitudes scientifiques et la vigilance
1.3.1	La réponse individuelle aux rayonnements ionisants
1.3.2	Les effets des faibles doses
1.3.3	La signature moléculaire dans les cancers radio-induits
<b>2</b>	<b>Les différentes sources de rayonnements ionisants</b> ..... p.108
2.1	Les rayonnements ionisants d'origine naturelle
2.1.1	Les rayonnements cosmiques
2.1.2	Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)
2.1.3	Le radon
2.2	Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines
2.2.1	Les installations nucléaires de base
2.2.2	Le transport de substances radioactives
2.2.3	Les activités nucléaires de proximité
2.2.4	La gestion des déchets radioactifs
2.2.5	La gestion des sites contaminés
2.2.6	Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle
<b>3</b>	<b>La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants</b> ..... p.111
3.1	Les doses reçues par les travailleurs
3.1.1	La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires
3.1.2	Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle
3.2	Les doses reçues par la population
3.2.1	L'exposition de la population du fait des activités nucléaires
3.2.2	L'exposition de la population aux rayonnements naturels
3.3	Les doses reçues par les patients
3.4	L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Les **rayonnements ionisants** peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine.

Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de **radon** en provenance du sous-sol et de l'exposition aux **rayonnements cosmiques**.

Les activités nucléaires sont définies par le code de la santé publique (CSP) comme « les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou

de matériaux contenant des radionucléides naturels [...] ».

Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport de substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, certaines installations peuvent être à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de **sûreté nucléaire** et de **radioprotection**, sont présentés au chapitre 2.

## 1. L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

### 1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple électron ou positon (rayonnements bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants interagissent avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transforment chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules ; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes (extérieures à l'organisme) ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

De tels effets, appelés « **effets déterministes** », sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été décrits assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, on peut citer par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte. Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse, mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un temps variable jusqu'à plusieurs années après l'exposition.

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite). On parle alors de « cancer radio-induit ».

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de soixante ans d'une cohorte<sup>1)</sup> d'environ 85 000 personnes irradiées lors des bombardements nucléaires d'Hiroshima et de Nagasaki (Japon) a permis de réunir des données sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, qui sont à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'**accident de Tchernobyl** (Ukraine) qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions proches du lieu de l'accident un excès de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance.

1. Cohorte : groupe d'individus considérés comme un ensemble et participant à une étude statistique des circonstances d'apparition des maladies.

Les conséquences sanitaires de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon) pour les populations avoisinantes ont également fait l'objet de travaux et d'analyses, dont certains sont encore en cours, afin d'en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer en fonction de la dose de rayonnements reçus, et dépend également de l'âge et du sexe. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques (dont l'apparition, à la suite d'une exposition, dépend du hasard) ou aléatoires. La probabilité de développer un cancer augmente avec la dose. Toutefois, l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer fait l'objet de débats scientifiques (voir point 1.2).

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers radio-induits ; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

## 1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

En France, la surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes de décès et, plus récemment, s'appuie également sur l'exploitation des données du programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé et sur les déclarations d'affection de longue durée. Les registres sont des structures qui réalisent « un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées ». Certains dits « généraux » s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou interdépartemental ; d'autres, dits « spécialisés », se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent pour le premier le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).

Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en matière d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux).

L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins de permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce qui est notamment le cas pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

2. Source : étude Inworks – IRSN.

3. Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.

Les cohortes comme celles de Hiroshima et de Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, pour une exposition moyenne de l'ordre de 200 mSv ; des études sur des travailleurs de l'industrie nucléaire, publiées durant ces dernières années, visent à évaluer les effets de doses plus faibles, qui ne peuvent être exclus. Elles montrent que la relation entre le risque de décès par cancer et une exposition chronique à de faibles doses est similaire à celle déjà connue pour des doses délivrées à fort débit de dose<sup>(2)</sup>.

Ces résultats soutiennent la justification d'une protection radiologique des populations exposées quelle qu'en soit l'origine (rayonnement naturel, exposition médicale, industrie nucléaire, etc.).

En raison de données insuffisantes sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire et sans seuil les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement en cours pour étoffer ces modélisations.

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation – UNSCEAR*), la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a publié les coefficients de risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1 % d'excès de risque par sievert pour les travailleurs et 5,5 % par sievert pour la population générale (voir [publication 103](#) de la CIPR).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon<sup>(3)</sup> repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 becquerels par mètre cube – Bq/m<sup>3</sup>) sur une durée de vingt à trente ans. En 2009, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a recommandé un niveau de référence de 100 Bq/m<sup>3</sup>, et dans tous les cas de rester en deçà de 300 Bq/m<sup>3</sup>. La [publication 115](#) de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le deuxième facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs : trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'[Agence nationale de santé publique](#) (2018), le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuables au radon en France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon en France métropolitaine est estimé à 46 363 en 2018). À l'initiative de l'ASN, un [plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon](#) a été mis en place depuis 2004, il est périodiquement réactualisé. Le 4<sup>e</sup> plan (2020-2024) a été publié début 2021 (voir point 3.2.2).

### 1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les doses, qu'il s'agisse, par exemple, des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des INB. De nombreuses incertitudes subsistent ; elles conduisent l'ASN à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

#### 1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé varient d'un individu à l'autre. Dès 1906, Bergonié et Tribondeau ont avancé pour la première fois qu'une même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

La variabilité de la radiosensibilité individuelle est observée aux fortes doses de rayonnements ionisants, notamment en matière de réponses tissulaires. Elle a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire. De telles réponses anormales sont également observées chez des personnes souffrant de maladies neurodégénératives.

Aux doses faibles et modérées, cette variabilité de la radiosensibilité, à l'échelle cellulaire notamment, est de plus en plus documentée ainsi que le fait qu'une radiosensibilité à un niveau de dose n'implique pas nécessairement une radiosensibilité à d'autres niveaux de doses. Grâce à l'abaissement des seuils de

détection, certaines méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales.

Les travaux du Groupe de recherche européen sur les faibles doses (*Multidisciplinary European Low Dose Initiative – MELODI*) et pour le domaine médical (*European platform for research activities in medical radiation protection – Euramed*) se poursuivent sur ce sujet. Le groupe de travail (TG111) de la CIPR dédié à ce sujet a publié une revue de l'état des connaissances sur la radiosensibilité individuelle et des possibilités de la prédire en vue d'élaborer des recommandations internationales de radioprotection. Toutefois, à ce stade, il ressort qu'aucun biomarqueur valide ne permet cette prédiction. La réponse individuelle aux rayonnements ionisants demeure un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection (Euratom 2021-2022), tout en suscitant des questions éthiques et sociétales.

#### 1.3.2 Les effets des faibles doses

##### La relation linéaire sans seuil

La relation linéaire sans seuil est un modèle utilisé en radioprotection pour estimer la probabilité de risque associé à une exposition à des rayonnements ionisants tenant compte du principe de précaution. Selon cette relation, il y aurait un risque dès la première exposition. Toutefois, de nombreuses incertitudes existent. Selon cette relation, il y aurait un risque dès la première exposition, en proportion de la dose de rayonnements reçue. C'est pourquoi, certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil ; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. La CIPR considère que l'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), constitue une base prudente pour la gestion du risque dû à l'exposition aux rayonnements ionisants. Elle s'impose pour les décideurs compte tenu des incertitudes qui demeurent face à

### ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DUE AU RADON : LES RECOMMANDATIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE

La CIPR, qui a émis de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes (publication 103) en 2007, actualise progressivement les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe. Sa publication 137 (2017) porte sur 14 radioéléments, dont le radon.

La publication 115 de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes ayant été exposés de façon chronique à de faibles

concentrations de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993 (publication 65). Ces coefficients reposaient sur une approche épidémiologique. La CIPR, dans sa publication 137, propose de nouveaux coefficients fondés sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

En attendant la mise à jour de la réglementation<sup>(\*)</sup>, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué en 2021 les conséquences de l'adoption de nouveaux coefficients de dose de la CIPR<sup>(\*\*)</sup>. Ces calculs conduisent à une dose efficace moyenne annuelle en France de 3,5 mSv avec une variation selon les communes de 0,75 à 47 millisieverts par an (mSv/an), 95 % de la population recevant moins de 7,8 mSv/an. L'exposition moyenne globale de la population passerait ainsi de 4,5 mSv/an à 6,5 mSv/an, l'exposition au radon représentant 54 % de l'exposition globale contre 33 % actuellement.

\* Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

\*\* Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.

la complexité des phénomènes de réparation et de mutation de l'ADN et aux limites méthodologiques de l'épidémiologie malgré les progrès de la recherche en biologie moléculaire et cellulaire. Ces mêmes incertitudes conduisent certains à estimer que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres à penser que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil ; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique.

#### La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose<sup>(4)</sup> de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à une contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs de l'industrie nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

#### Les effets héréditaires et tératogènes

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants n'a pas été démontrée chez l'homme. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki. Mais des effets héréditaires ont été documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal ; en particulier, les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales (cellules à l'origine des cellules reproductrices : spermatozoïdes ou ovules) sont transmissibles à la descendance. Un groupe de travail de la CIPR, le TG121, travaille actuellement sur le sujet des effets héréditaires et sur leurs modes de transmission aux générations futures.

#### La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but de prévenir, réduire et limiter l'exposition aux rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par des effets délétères portés à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la [Charte constitutionnelle de l'environnement](#). La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales (voir point 3.4) a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 ([CIPR 108](#), [114](#), [124](#) et [148](#)).

#### 1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogenèse (processus de formation du cancer) une cellule apparaît présentant une



Ouvrières (« radium girls ») peignant des aiguilles de cadrans lumineux au radium dans l'usine US Radium (United States Radium Corporation) à Orange dans le New Jersey – 1922

combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures, etc.) en des points névralgiques pour franchir ces étapes. Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal, etc.) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogenèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogenèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogenèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'entre eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. Ceci est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

4. Le débit de dose radioactive détermine la dose absorbée (énergie absorbée par la matière) par unité de masse et de temps. Il se mesure en gray par seconde (Gy/s) dans le système international. Il est utilisé en physique et en radioprotection.

## 2. Les différentes sources de rayonnements ionisants

### 2.1 Les rayonnements ionisants d'origine naturelle

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (exposition aux rayonnements cosmiques, rayonnements telluriques, celle liée à l'incorporation de radionucléides naturels contenus dans les denrées et l'eau de boisson et celle associée à la présence de radon dans l'habitat) représente en moyenne 66% de l'exposition totale annuelle<sup>(5)</sup>.

#### 2.1.1 Les rayonnements cosmiques

Les rayonnements cosmiques sont composés essentiellement d'ions. Ils possèdent une composante directement ionisante et une composante indirectement ionisante due aux neutrons (dite «composante neutronique»), variables en fonction de l'altitude et de la longitude.

En prenant en compte l'altitude de chaque commune, le temps moyen passé à l'intérieur des habitations et un facteur de protection d'habitat de 0,8 (l'habitat atténue la composante ionique des rayonnements cosmiques), l'IRSN évalue la dose efficace individuelle moyenne par habitant en France à 0,31 mSv avec une variation de 0,3 à 1,1 mSv/an selon les communes.

Les voyageurs et le personnel navigant sont exposés lors de vols aériens, en fonction de l'altitude du vol et du trajet, à une exposition qui varie de quelques microsieverts (µSv) pour un vol Paris-province à près de 80 µSv pour un vol Paris-Ottawa. La dose efficace moyenne annuelle reçue par la population est en France de 14 µSv.

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

#### 2.1.2 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols.

**Exposition externe aux rayons gamma d'origine tellurique**  
À partir de résultats de mesures du débit de dose gamma ambiant sur le territoire à l'intérieur des bâtiments, de la cartographie du potentiel uranium des formations géologiques, d'une corrélation entre le débit de dose gamma d'origine tellurique à l'extérieur de l'habitat et celui à l'intérieur de l'habitat et d'hypothèses sur le temps passé par la population à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 92% et 8%), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France par l'IRSN à environ 0,63 mSv par personne et par an. Elle varie de 0,30 mSv/an à 2,0 mSv/an selon les communes.

#### Exposition liée à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle

La moyenne de l'exposition interne due à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle est estimée à 0,55 mSv/an. Les deux principales composantes de cette exposition sont l'incorporation par l'alimentation et les eaux de boisson de

potassium-40 (0,18 mSv) et des descendants des chaînes de l'uranium et du thorium (0,32 mSv).

En fonction des habitudes de consommation de chacun, en particulier de la consommation de poissons, de fruits de mer et de tabac, cette exposition peut fortement varier: de 0,4 mSv/an jusqu'à plus de 3,1 mSv/an pour, respectivement, les personnes ne consommant pas ces produits et celles en consommant de façon importante.

Les eaux destinées à la consommation humaine, notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en descendants de l'uranium et du thorium, mais aussi en potassium-40, varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. La dose efficace moyenne liée aux descendants des chaînes U-Th dans les eaux de boisson est estimée par l'IRSN à 0,01 mSv/an. Une valeur haute de 0,30 mSv/an est retenue pour illustrer la variabilité de cette exposition.

#### 2.1.3 Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements), de la ventilation des pièces et du mode de vie des occupants.

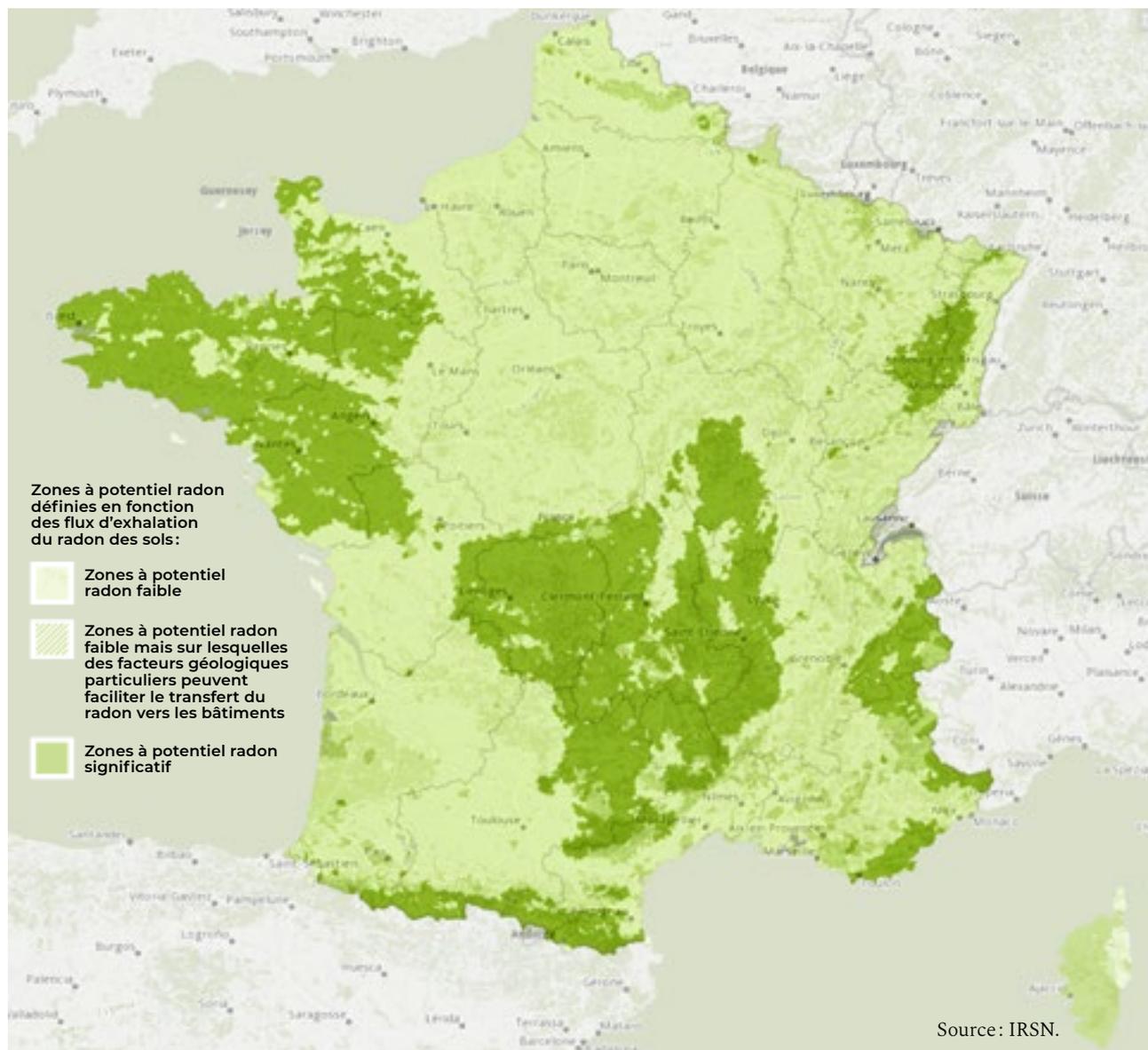
Des campagnes nationales de mesurages avaient permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains. En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par l'[arrêté interministériel du 27 juin 2018](#) (voir moteur de recherche par commune et cartographie disponibles sur [asn.fr](#) et [irsn.fr](#)).

À partir des résultats de mesures disponibles et de la cartographie du potentiel radon géogénique du territoire, le temps moyen passé à l'intérieur des habitations et d'hypothèses sur les habitats concernés (collectifs ou individuels), l'IRSN a estimé la concentration moyenne en radon pour chaque commune: la concentration moyenne en radon-222 à l'intérieur de l'habitat en France métropolitaine, pondérée par la population et le type d'habitat, est de 60,8 Bq/m<sup>3</sup>. En utilisant le facteur de dose de la CIPR 65 actuellement en vigueur, la dose efficace moyenne par habitant est estimée à 1,45 mSv/an. En fonction des communes, cette dose efficace varie de 0,31 mSv/an à 19 mSv/an. L'IRSN a par ailleurs publié une évaluation des conséquences de l'adoption des nouveaux coefficients publiés par la CIPR dans sa publication 137 (voir encadré page 106).

La nouvelle obligation faite aux laboratoires d'analyse des détecteurs radon de transmettre à l'IRSN les résultats des mesurages et les résultats attendus de l'action 7 du 4<sup>e</sup> plan national d'action de gestion du risque lié au radon (voir point 3.2), relative à la définition des modalités d'organisation pour la collecte des données de mesure du radon, doivent permettre d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France.

5. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.

ZONES À POTENTIEL RADON EN FRANCE MÉTROPOLITAINE DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ DU 27 JUI 2018



02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10

**2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines**

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB;
- les activités nucléaires de proximité;
- l'élimination des déchets radioactifs;
- la gestion des sites contaminés;
- le transport de substances radioactives;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

**2.2.1 Les installations nucléaires de base**

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent,

à un régime juridique spécifique. Les INB sont définies à l'article [L. 593-2 du code de l'environnement](#) :

- 1° Les réacteurs nucléaires;
- 2° Les installations répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs;
- 3° Les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État;
- 4° Les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État;
- 5° Les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'article [L. 542-10-1 du code de l'environnement](#).

11  
12  
13  
14  
AN

DIAGRAMME 1A Exposition moyenne en tenant compte du coefficient de dose du radon prévu par la réglementation actuelle

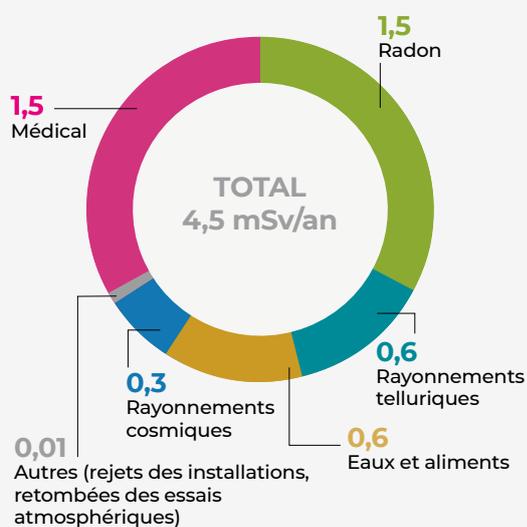
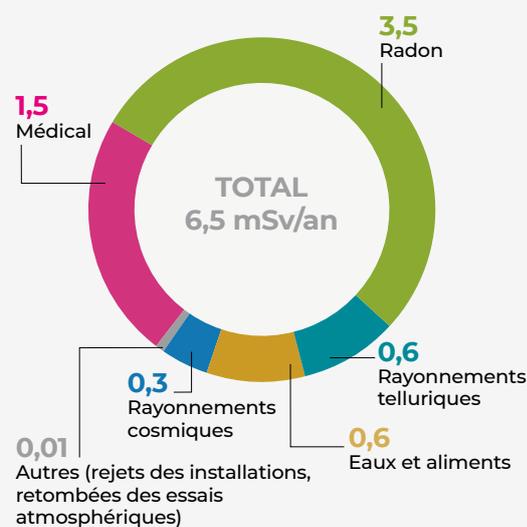


DIAGRAMME 1B Exposition moyenne en tenant compte du coefficient de dose du radon recommandé par la publication 137 de la CIPR



Source : IRSN, 2021.

Les installations relèvent du [régime des INB](#), régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du [code de l'environnement](#) et les textes pris pour leur application.

La liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022 figure en annexe de ce rapport.

### La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la [sûreté nucléaire](#) est celui de la responsabilité de l'exploitant

(voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, etc.).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

### 2.2.2 Le transport de substances radioactives

Lors du [transport de substances radioactives](#), les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- la robustesse et l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables, ainsi qu'aux effets des accidents susceptibles de se produire ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

### 2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la [médecine](#) (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées), la biologie, [la recherche, l'industrie](#), mais aussi les applications vétérinaires, la stérilisation de nombreux produits, ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

### 2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des [déchets](#) dont certains sont radioactifs. Les trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin de :

- s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage) ;
- optimiser les filières de gestion de déchets.

### 2.2.5 La gestion des sites contaminés

La gestion des [sites contaminés](#) du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

### 2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines,

justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentration susceptibles d'accroître, de manière significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries ; on peut citer :

- la production pétrolière et gazière d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment ;
- l'extraction de terres rares et de granits ;
- les activités de fonderie d'étain, de plomb ou de cuivre.

Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Depuis 2018, ces activités sont soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement.

## 3. La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 4,5 mSv par personne et par an, mais cette exposition présente une grande variabilité individuelle, notamment selon le lieu d'habitation (potentiel radon de la commune, niveau de rayonnements telluriques), le nombre d'exams radiologiques réalisés, les habitudes de consommation (tabac, denrées alimentaires) et de vie (voyages en avion). La dose efficace individuelle annuelle moyenne peut ainsi varier de 1,6 mSv à 28 mSv<sup>(6)</sup>. L'adoption du nouveau coefficient de dose pour le radon recommandé par la CIPR (voir encadré page 106 et point 2.1.3), va conduire à augmenter la dose résultant de l'exposition au radon et, par conséquent, la dose calculée relative à l'exposition moyenne totale qui passerait ainsi de 4,5 mSv à 6,5 mSv. Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives à la dose moyenne totale des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française, d'une part avec la prise en compte du coefficient de dose du radon prévu par la réglementation actuelle, d'autre part en prenant en compte le coefficient de dose recommandé par la CIPR 137.

### 3.1 Les doses reçues par les travailleurs

#### 3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

Le système de surveillance des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies.

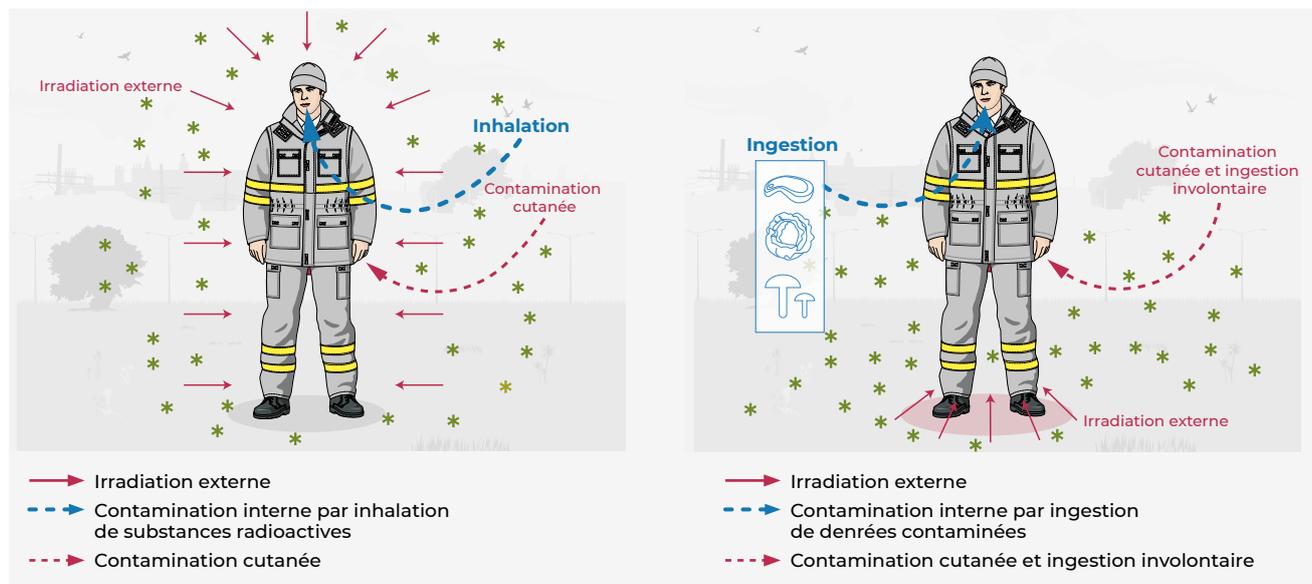
Fondé principalement sur le port obligatoire du dosimètre à lecture différée pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent la dose résultant de l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en matière de dose efficace, est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne ; d'autres limites, appelées « limites de dose équivalente », sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains, la peau et le cristallin (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque travailleur, y compris ceux des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée (mensuelle ou trimestrielle). Elles sont rassemblées dans le système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ([Siseri](#)) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du bilan IRSN 2021, *La radioprotection des travailleurs – exposition professionnelle aux*

6. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.

SOURCES ET VOIES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS



rayonnements ionisants en France. Sur le plan méthodologique, comme pour les quatre années précédentes, le bilan IRSN 2021 de l'exposition externe a été exclusivement réalisé à partir des données de la surveillance individuelle de l'exposition externe des travailleurs enregistrées dans la base Siseri. Jusqu'en 2016, les bilans étaient exclusivement élaborés par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. En conséquence, les résultats de 2021 pour l'exposition externe ne sont directement comparables qu'à ceux de 2020, 2019, 2018 et 2017. Afin de pouvoir néanmoins établir des tendances, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2021, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective<sup>(7)</sup> et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande disparité de la répartition des doses selon les secteurs.

Par exemple, le secteur des activités médicales et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (60%), ne représente que 12% de la dose collective; à l'inverse, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 22% des effectifs, comptabilise 55% de la dose collective et le secteur concerné par une exposition à la radioactivité naturelle qui ne représente que 5,5% de l'effectif total comptabilise 27% de la dose collective. Les secteurs de l'industrie non nucléaire et de la recherche représentent respectivement 4,2% et 2,7% des effectifs et comptabilisent respectivement 3,3% et 0,37% de la dose collective.

Le tableau 3 montre que le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie externe à lecture différée a augmenté de 5% entre 2015 et 2021 tous domaines confondus. Dans le même temps, la dose collective a baissé de 20% sur la même période pour atteindre en 2021 82,71 homme.Sv<sup>(8)</sup>. La dose individuelle moyenne est ainsi passée de 0,98 mSv en 2015 à 0,85 mSv en 2021.

L'augmentation de la dose collective et de la dose individuelle moyenne tous secteurs confondus entre 2020 et 2021

(respectivement + 14% et + 9%) s'explique principalement par l'augmentation du volume de travaux de maintenance dans le domaine nucléaire du fait de l'amélioration des conditions sanitaires en lien avec la pandémie de Covid-19.

Pour les mêmes raisons, la dose individuelle annuelle moyenne, d'une valeur de 0,85 mSv en 2021 est en hausse de 9% par rapport à celle observée en 2020.

En 2021, un dépassement de la limite réglementaire de 20 mSv pour la dose efficace corps entier a été enregistré dans le domaine médical (secteur du radiodiagnostic). Ce dépassement (exposition externe de 25,8 mSv sur 12 mois glissants) a été détecté courant 2021 et correspondait au cumul de plusieurs doses de juin 2020 à mai 2021. Il convient toutefois de noter que ce cas a été retenu par défaut, en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions d'enquête.

Un dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente à la peau de 500 mSv a été enregistré dans le domaine du nucléaire civil (dans le secteur des réacteurs de production d'énergie) avec une dose équivalente de 818 mSv. Cette dose équivalente, liée au dépôt d'une particule radioactive sur le corps d'un intervenant, a été estimée de manière très conservatrice compte tenu de l'impossibilité de connaître avec précision le moment auquel cette particule s'était déposée sur l'intervenant.

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2021 est de 28335 (soit 7% de l'effectif suivi). Pour la première fois depuis 2013, aucun cas de dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités de 500 mSv n'est recensé en 2021.

Pour ce qui concerne la surveillance dosimétrique au cristallin, elle est en progression depuis 2015. Elle a concerné 5970 travailleurs en 2021. Un travailleur, appartenant au secteur de la médecine nucléaire, a reçu une dose supérieure à 50 mSv en 2021 (138,1 mSv), ce qui, pour la période transitoire juillet 2018 – juin 2023 prévue par la réglementation, constitue un dépassement de la valeur limite d'exposition professionnelle<sup>(9)</sup>. Par ailleurs, quatre travailleurs (radiodiagnostic et radiologie interventionnelle)

7. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné.

8. Homme.Sv: unité de grandeur de dose collective.

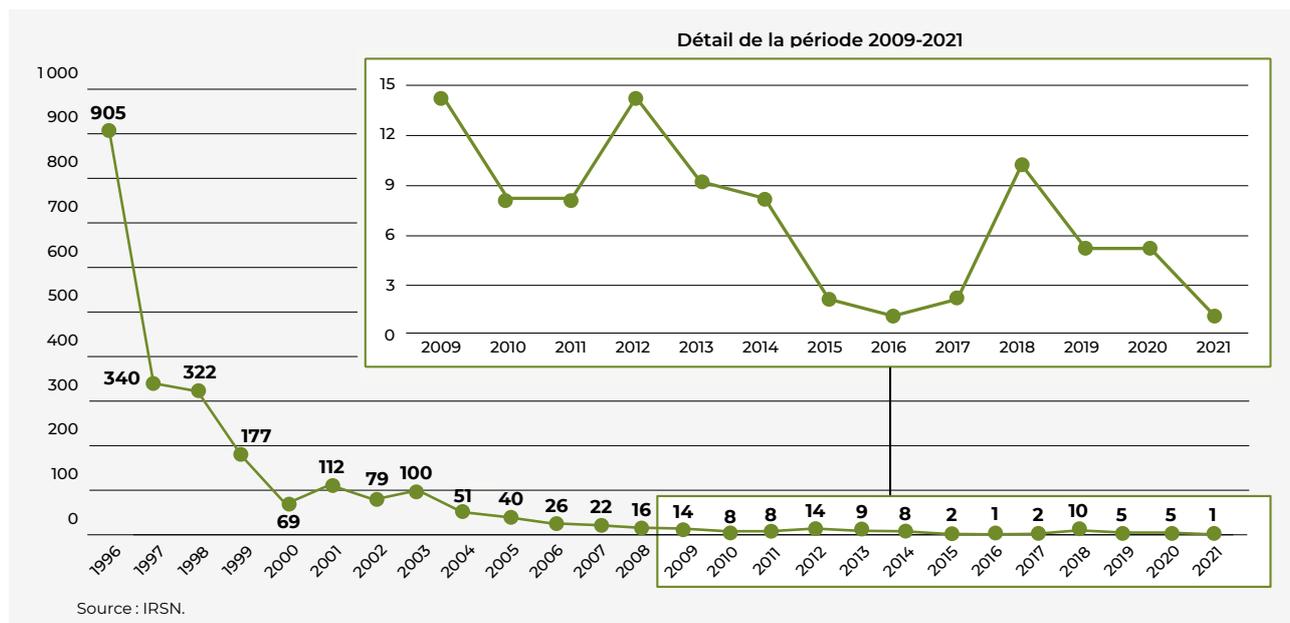
9. Dans la période transitoire juillet 2018 – juin 2023, la valeur limite d'exposition professionnelle pour la dose équivalente au cristallin est de 50 mSv sur 12 mois (avec un plafond à 100 mSv sur 5 ans). À compter de juillet 2023, cette valeur limite d'exposition s'établira à 20 mSv sur 12 mois.

ont reçu une dose équivalente au cristallin entre 20 mSv et 50 mSv sans que la dose cumulée sur cinq ans dépasse 100 mSv. La dose maximale enregistrée est de 27,9 mSv. Cette valeur est à mettre en regard de la future limite réglementaire de dose au cristallin de 20 mSv/an à partir de 2023.

En conclusion, comme les années précédentes, le bilan de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants en France en 2021, publié par l'IRSN en juin 2022, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements

ionisants puisque, pour presque 94% des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). On constate également la diminution régulière depuis dix ans du nombre de travailleurs les plus fortement exposés. Les dépassements des valeurs limites réglementaires restent exceptionnels (un dépassement de la limite annuelle de 20 mSv, un dépassement de la dose équivalente à la peau de 500 mSv et un dépassement de la dose équivalente au cristallin de 50 mSv).

DIAGRAMME 2 Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv de 1996 à 2021



### BILAN DE LA SURVEILLANCE DOSIMÉTRIQUE DE L'EXPOSITION EXTERNE DES TRAVAILLEURS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS (EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE INCLUSE) EN 2021

(Source: La radioprotection des travailleurs: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France, bilan 2021 – IRSN, juin 2022)

- Effectif total surveillé: 392180 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée inférieure au seuil d'enregistrement: 294816 travailleurs, soit plus de 75%
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv: 72944 travailleurs, soit environ 18%
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv: 24419 travailleurs, soit plus de 6% de l'effectif total suivi
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv: 1 travailleur(\*)
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente aux extrémités a dépassé 500 mSv: aucun travailleur
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente à la peau a dépassé 500 mSv: 1 travailleur
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente au cristallin a dépassé 50 mSv: 1 travailleur
- Dose collective (somme des doses efficaces annuelles individuelles): 82,71 homme.Sv
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement: 0,85 mSv
- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique: 531 travailleurs
- Nombre d'exams de surveillance spéciale ou de contrôle réalisés: 9450 (dont 12% sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv: 3 travailleurs

#### Bilan de la surveillance de l'exposition interne aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2021

- Exposition interne:
  - dose collective pour 339 travailleurs: 85,03 homme.mSv
  - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement: 0,39 mSv

#### Bilan de la surveillance de l'exposition interne en 2021 (hors radioactivité naturelle)

- Nombre d'exams de routine réalisés: 232140 (dont 0,4% considérés positifs)

\* Ce cas a été retenu par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite constitue le principal objectif de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine des pratiques médicales interventionnelles radioguidées.

### 3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

#### Exposition aux substances radioactives d'origine naturelle et au radon d'origine géologique

L'exposition des travailleurs aux substances radioactives d'origine naturelle résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères), de l'inhalation

de radon, formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts mal ventilés, thermes), ou encore de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés industriels (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

En 2021, la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs dans les activités industrielles conduisant à une exposition aux substances radioactives d'origine naturelle ou au radon d'origine géologique (exposition aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium) a concerné environ 440 travailleurs suivis en exposition externe (dont 1 travailleur exposé à plus de 1 mSv) et 339 travailleurs suivis en exposition interne (dont 19 ont été exposés à plus de 1 mSv).

**TABEAU 1** Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2021)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv <sup>(1)</sup> )	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Réacteurs et production d'énergie (EDF)	23 875	6,76	0
« Cycle du combustible » ; démantèlement	12 582	3,8	0
Transport	610	0,077	0
Logistique et maintenance (prestataires)	32 702	31,26	0
Effluents, déchets	800	0,12	0
Autres	7 120	1,57	0
<b>Total nucléaire civil</b>	<b>77 689</b>	<b>43,59</b>	<b>0</b>

\* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné.

(Source : La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France, bilan 2021 – IRSN, juin 2022)

**TABEAU 2** Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2021)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv <sup>(1)</sup> )	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Médecine	164 522	7,67	1 <sup>(1)</sup>
Dentaire	46 200	1,61	0
Vétérinaire	23 562	0,54	0
Industrie	16 670	2,77	0
Recherche et enseignement	10 854	0,31	0
Naturel <sup>(**)</sup>	21 424	22,63	0
<b>Total nucléaire de proximité</b>	<b>283 232</b>	<b>35,53</b>	<b>1</b>

(1) Ce cas a été retenu par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

\* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective.

\*\* Le naturel recouvre le personnel navigant ainsi que les travailleurs exposés aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium.

(Source : La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France, bilan 2021 – IRSN, juin 2022)

**TABEAU 3** Évolution des effectifs suivis et de la dose collective et individuelle moyenne sur l'effectif exposé de 2015 à 2021<sup>(1)</sup> tous domaines confondus (A) ou sans le domaine « naturel » (B)

ANNÉE	EFFECTIF SUIVI		DOSE COLLECTIVE (homme.Sv)		DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (mSv)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
2015 <sup>(1)</sup>	372 881	352 641	104,41	65,61	0,98	0,76
2016 <sup>(1)</sup>	378 304	357 527	107,53	66,71	0,96	0,73
2017	384 198	360 694	100,58	53,52	1,03	0,72
2018	390 363	365 980	104,14	55,24	1,12	0,80
2019	395 040	369 712	112,31	58,73	1,20	0,85
2020	387 452	364 614	72,43	49,97	0,78	0,71
2021	392 180	370 756	82,71	60,09	0,85	0,78

\* À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique.

(Source : La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France, bilan 2021 – IRSN, juin 2022)

TABLEAU 4 Impact radiologique des INB depuis 2016 calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE RÉFÉRENCE LE PLUS EXPOSÉ EN 2021	DISTANCE AU SITE EN km	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN mSv <sup>(a)</sup> (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2016	2017	2018	2019	2020	2021
Andra / CSA	Groupe multi-activité Ville-aux-Bois	1,7	2.10 <sup>-6</sup>	2.10 <sup>-6</sup>	3.10 <sup>-7</sup>	3.10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-7</sup>	3.10 <sup>-7</sup>
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>
CEA / Cadarache <sup>(b)</sup>	Saint-Paul-lez-Durance	5	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<3.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	6.10 <sup>-4</sup>	<5.10 <sup>-4</sup>
CEA / Fontenay-aux-Roses <sup>(b)</sup>	Achères	30	<2.10 <sup>-4</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>
CEA / Grenoble <sup>(c)</sup>	–	–	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
CEA / Marcoule <sup>(b)</sup> (Atalante, Centrac, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-4</sup>
CEA / Saclay <sup>(b)</sup>	Le Christ-de-Saclay	1	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<4.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>	<2.10 <sup>-3</sup>
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	4.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	5.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Bugey	Vernas	1,8	9.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	9.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Cattenom	Kœnigsmacker	4,8	9.10 <sup>-3</sup>	8.10 <sup>-3</sup>	9.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-2</sup>	7.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-3</sup>
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Chooz	Chooz	1,5	6.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	2.10 <sup>-3</sup>	8.10 <sup>-4</sup>	8.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-3</sup>
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	3.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	8.10 <sup>-6</sup>	2.10 <sup>-5</sup>
EDF / Cruas-Meyssse	Savasse	2,4	2.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-3</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>
EDF / Fessenheim	Fessenheim	1,3	3.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	5.10 <sup>-5</sup>	4.10 <sup>-5</sup>	3.10 <sup>-5</sup>	7.10 <sup>-6</sup>
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	7.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	6.10 <sup>-5</sup>
EDF / Golfech	Valence	3,4	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>
EDF / Gravelines	Grand-Fort-Philippe	2,5	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	8.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-3</sup>	8.10 <sup>-4</sup>	7.10 <sup>-4</sup>
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	7.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>
EDF / Paluel	Paluel	1,1	3.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Penly	Berneval-le-Grand	3,1	4.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>
EDF / Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	1,7	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Lestiou	1,7	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	9.10 <sup>-5</sup>
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-4</sup>
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	3.10 <sup>-5</sup>	1.10 <sup>-5</sup>	1.10 <sup>-5</sup>
Ganil / Caen	IUT	0,6	<2.10 <sup>-3</sup>	8.10 <sup>-3</sup>	8.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-3</sup>
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	2.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	3.10 <sup>-5</sup>	5.10 <sup>-5</sup>	2.10 <sup>-4</sup>
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	2.10 <sup>-2</sup>	2.10 <sup>-2</sup>	2.10 <sup>-2</sup>	2.10 <sup>-2</sup>	1.10 <sup>-2</sup>	1.10 <sup>-2</sup>
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	2.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-4</sup>	9.10 <sup>-5</sup>	8.10 <sup>-5</sup>	4.10 <sup>-5</sup>	6.10 <sup>-5</sup>

a Pour les installations exploitées par EDF, jusqu'en 2008, seules les valeurs « adultes » étaient calculées. De 2010 à 2012, la dose du groupe de référence le plus exposé de chaque site parmi deux classes d'âge (adulte ou nourrisson) est mentionnée. À partir de 2013, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

b Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 microsievert, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

c Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

### Exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes ainsi que certains grands voyageurs sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des rayonnements cosmiques à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2014, l'IRSN réalise le calcul des doses individuelles pour les personnels navigants civils avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2021, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour 13 compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total de 20390 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2021, presque 49% des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 51% des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 3,98 mSv.

En 2021, la dose collective est stable par rapport à 2020, alors qu'elle avait diminué de 58% entre 2019 et 2020 et qu'elle augmentait régulièrement les années précédentes. Cette stabilisation s'explique par la crise sanitaire qui a entraîné une baisse importante du trafic aérien, non compensée en 2021.

## 3.2 Les doses reçues par la population

### 3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux [Téléray](#), [Hydrotéléray](#) et Téléhydro) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant en cas d'incident ou d'accident conduisant à des rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

En revanche, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur les populations vivant au voisinage immédiat des installations est ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient selon le type d'installation et les habitudes de vie des groupes de référence retenus, de quelques microsievverts à quelques dizaines de microsievverts par an ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ). L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 4 dans lequel figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les groupes de population de référence les plus exposés.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation des sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de

quelques dizaines de microsievverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl (Ukraine) peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, l'exposition due aux retombées des essais nucléaires est estimée actuellement en France métropolitaine à 2,3  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  (1,3 pour le strontium-90 et 1  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour le carbone-14; l'exposition liée au césium-137 ne peut être distinguée de celle des retombées de l'accident de Tchernobyl).

L'exposition globale due aux retombées des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl est de 46  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les personnes résidant sur des zones de rémanence élevée de ces retombées et de 9,3  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour celles résidant sur le reste du territoire, soit une dose moyenne par habitant de 12  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  à l'échelle de l'ensemble du territoire (IRSN 2021). En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 avaient montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses efficaces estimées inférieures à 2  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  en 2011.

### 3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

#### L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2011) ont montré que 99,83% de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv par an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2013).

Depuis 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées est obligatoire. Pour accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la Direction générale de la santé (DGS) ([avis n°2018-AV-0302 de l'ASN du 6 mars 2018](#) sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine).

#### L'exposition due au radon

En France, la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon, mise en place à partir du début des années 2000 pour certains établissements recevant du public (ERP), a été étendue en 2008 à certains lieux de travail. En 2016, le radon a été introduit dans la politique de la qualité de l'air intérieur.

La transposition de la [directive n°2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a conduit à modifier les dispositions applicables au radon depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2018. Un niveau de référence à 300 Bq/m<sup>3</sup> a été introduit. Il est applicable à toutes les situations, ce qui permet de gérer le risque sanitaire lié au radon par une approche globale. La réglementation s'est étoffée avec des dispositions concernant les trois secteurs principaux :

- pour le grand public, une avancée significative a été introduite : le radon est désormais intégré dans l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers situés dans les zones où le potentiel radon est susceptible d'être le plus important;

- dans les lieux de travail, la réglementation a été étendue aux activités professionnelles exercées au rez-de-chaussée (seules les activités exercées en sous-sols étaient jusqu'à présent concernées) ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail. Quelle que soit la zone à potentiel radon où se situe le lieu de travail, l'évaluation des risques doit prendre en compte le radon. Au besoin, un mesurage peut être réalisé dans ce cadre. S'il y a un risque d'atteinte ou de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'employeur doit agir pour réduire l'activité volumique en radon. Si les actions se révèlent inefficaces, il doit identifier d'éventuelles « zones radon », dès lors que la dose reçue par les travailleurs excède 6 mSv par an en supposant une présence permanente des travailleurs, puis mettre en œuvre des mesures de radioprotection, si nécessaire en fonction de l'exposition des travailleurs ;
- dans certains ERP, des ajustements ont été apportés aux modalités de gestion du radon avec notamment l'ajout des établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans dans le dispositif et une obligation d'informer le public par affichage des résultats de mesurage<sup>(10)</sup>. La nature des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> est graduée en fonction des résultats des mesurages<sup>(4)</sup> : actions correctives simples en cas de concentration de radon comprise entre 300 et 1000 Bq/m<sup>3</sup>, expertise et travaux si les actions correctives ne permettent pas d'abaisser la concentration de radon en deçà du niveau de référence ou si les résultats de mesurage sont supérieurs ou égaux à 1 000 Bq/m<sup>3</sup>.

L'ASN délivre des agréments aux organismes qui mesurent le radon dans certains ERP. Cinquante-deux agréments ont été délivrés en 2022 (44 de niveau N1A et 8 de niveau N2), portant leur nombre total à 83. La liste est disponible au *Bulletin officiel* de l'ASN sur [asn.fr](http://asn.fr).

Les données transmises chaque année à l'ASN par ces organismes dans leur rapport annuel portent sur les mesurages réalisés dans les ERP soumis à la surveillance de l'exposition du public, définis à l'article D. 1333-32 du code de la santé publique (agrément de niveau N1A). L'analyse des données sur les six dernières campagnes de mesure montre une diminution progressive du nombre d'établissements présentant un dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> et du niveau de 1000 Bq/m<sup>3</sup> dans le cadre des mesurages initiaux et décennaux, traduisant une diminution de l'exposition du public qui fréquente ces établissements (voir diagramme 3). Lors de la dernière campagne 2021-2022, la concentration volumique en radon était inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> dans 84% des établissements d'enseignement mesurés, 91% des établissements d'accueil des enfants de moins de 6 ans, 86% des établissements sanitaires, sociaux et médico-sociaux, dans 50% des établissements thermaux et 89% des établissements pénitentiaires.

En cas de dépassement du niveau de référence, l'établissement est tenu de réaliser des actions correctives ou des travaux, puis d'en vérifier l'efficacité par un nouveau mesurage. L'analyse des résultats sur les six dernières années montre une amélioration de l'efficacité de ces actions correctives et travaux avec une diminution régulière des résultats inférieurs à 1000 Bq/m<sup>3</sup> et avec une tendance récente à la diminution des résultats inférieurs à 300 Bq/m<sup>3</sup>. Ainsi, lors de la dernière campagne de 2021-2022<sup>(10)</sup>, plus de la moitié des établissements ont réussi à revenir en dessous du niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> (voir diagramme 4).

Les mesurages supplémentaires correspondent à la recherche des sources, des voies d'entrée et de transfert du radon dans les bâtiments, qui sont mis en œuvre en appui de l'expertise,

DIAGRAMME 3 Résultats des mesurages initiaux et décennaux dans les établissements recevant du public

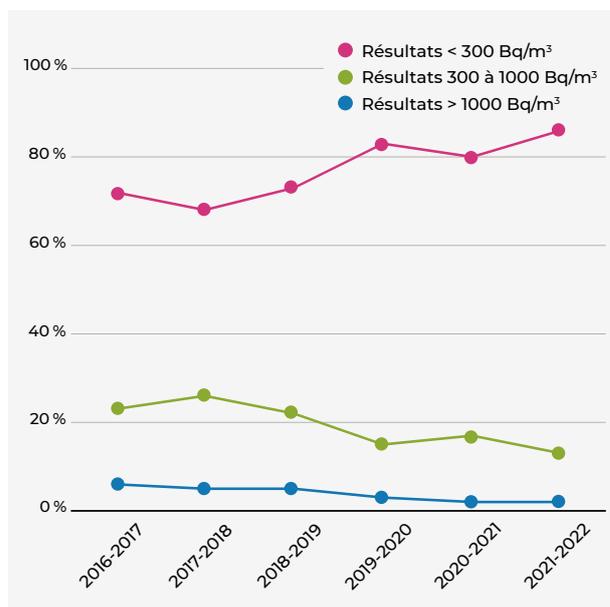
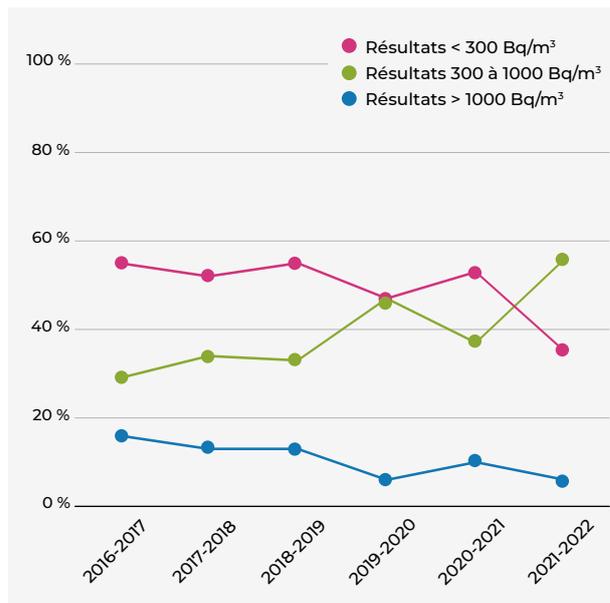


DIAGRAMME 4 Mesurages après actions correctives et travaux



notamment pour les bâtiments de grande surface au sol avec des soubassements complexes. Ils correspondent au niveau 2 des agréments. Entre 60 et 100 mesurages supplémentaires ont ainsi été effectués sur les trois dernières campagnes.

Pour les six dernières campagnes de mesurages, les catégories d'établissements mesurés se répartissent de la façon suivante : 59% d'établissements d'enseignement (de la maternelle au lycée), 29% d'établissements sanitaires, sociaux et médico-sociaux, 11% d'établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans (nouvelle catégorie depuis 2018) et moins de 1% de thermes et établissements pénitentiaires (voir diagramme 5).

10. Arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements.

### LA GESTION DU RISQUE LIÉ AU RADON, NOUVELLE ÉDITION 2022, DESTINÉE AUX COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

En 2022, l'ASN a mis à jour en partenariat avec la Direction générale de la santé et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) le guide pour les collectivités territoriales [La gestion du risque lié au radon](#).

La réglementation sur le radon ayant évolué en 2018, notamment dans le secteur des ERP et de l'information du public, l'ensemble du guide nécessitait d'être actualisé. Ce guide a pour objet d'accompagner les collectivités territoriales dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires de gestion du risque radon en donnant notamment la parole à des collectivités impliquées dans la surveillance du radon dans les ERP et les habitations. Le guide se présente en trois parties correspondant aux différents rôles des collectivités territoriales en tant que :

- propriétaire ou exploitant d'ERP soumis à la surveillance du radon. Cette partie détaille chaque étape du processus : du mesurage initial aux actions correctives ou travaux à mettre en œuvre et à la vérification de l'efficacité des actions. La présentation de la réglementation est complétée de recommandations opérationnelles ;
- commune ou agglomération participant à l'information de la population sur les risques majeurs ;
- acteur d'une politique volontariste vis-à-vis du risque lié à l'exposition au radon. Cette partie comporte de nombreux conseils sur les actions que les collectivités peuvent mettre en place pour inciter les particuliers à mesurer la concentration en radon dans leur logement.

Une annexe répertorie de nombreux liens permettant d'accéder gratuitement à des informations complémentaires, comme les webinaires du Centre national de la fonction publique territoriale, des guides sur les méthodes de prévention dans les constructions neuves et de réduction de la concentration dans les constructions existantes et des exemples de travaux.

Plus globalement, la stratégie de gestion du risque lié au radon est déclinée dans un plan national d'action. Sa mise en œuvre doit permettre d'améliorer l'information du grand public et des acteurs concernés, de progresser dans la connaissance de l'exposition au radon dans l'habitat et son évolution.

Le [4<sup>e</sup> plan national d'action pour la période 2020-2024](#) a été publié début 2021. Il s'inscrit dans le cadre du 4<sup>e</sup> plan national santé environnement qui coordonne désormais tous les plans sectoriels portant sur la santé ou l'environnement, lui-même porté par la stratégie nationale de santé publique 2018-2022, dont l'une des actions vise à réduire l'exposition aux pollutions intérieures. Cette action vise explicitement les effets du radon dans l'habitat : « *Au-delà de l'insalubrité, il s'agit de promouvoir les conditions d'un habitat favorable à la santé et de réduire les effets des expositions dans l'habitat (pollution chimique, radon, etc.)* »

Ce plan s'inscrit dans la continuité des plans précédents (le bilan du 3<sup>e</sup> plan est disponible sur [asn.fr](#)). Il se décline en 13 actions regroupées autour de trois axes :

**L'axe 1** vise à mettre en place une stratégie d'information et de sensibilisation. L'enjeu sanitaire que représente le radon nécessite de poursuivre les actions de sensibilisation et d'information en direction de l'ensemble des acteurs (collectivités territoriales, employeurs, professionnels du bâtiment, professionnels de santé, enseignants, etc.) et du grand public, tant au niveau national que local, avec la promotion et l'accompagnement des actions territoriales de gestion intégrée du risque lié au radon dans l'habitat.

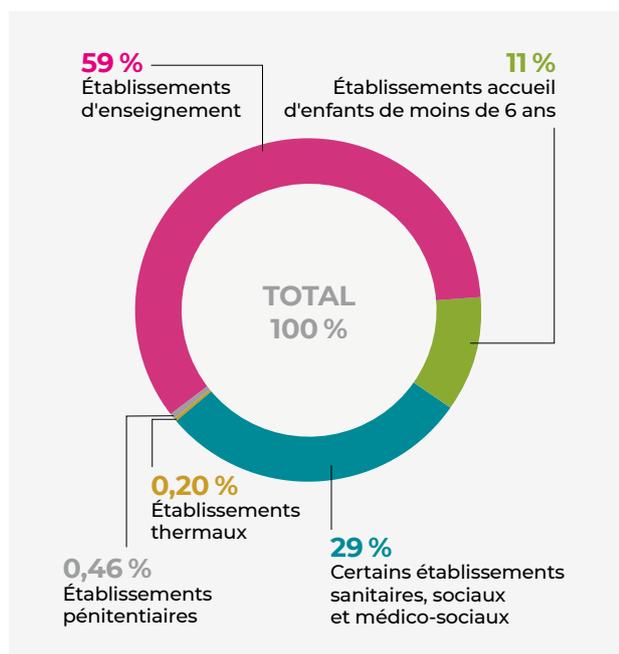
Les fumeurs feront l'objet d'une communication spécifique, car ils constituent la population la plus à risque de développer un cancer du poumon lié à une exposition cumulée au radon et au tabac. La mise en œuvre opérationnelle du système d'information regroupant l'ensemble des résultats de mesures de radon, ainsi que la consolidation et la centralisation des mesures existantes, apparaissent par ailleurs essentielles pour l'information de la population.

**L'axe 2** vise à poursuivre l'amélioration des connaissances. La publication en 2018 d'une nouvelle cartographie à l'échelle communale, fondée sur trois zones à potentiel radon, a permis la mise en œuvre d'une approche graduée de la gestion du risque radon. Cette cartographie doit toutefois être améliorée de manière à mieux prendre en compte certains facteurs géologiques particuliers pouvant faciliter le transfert du radon vers les bâtiments (zones karstiques en particulier). De plus, le 4<sup>e</sup> plan radon prévoit d'actualiser à terme la connaissance de l'exposition de la population en France en organisant la collecte des données de mesures réalisées, notamment dans le cadre des opérations locales de sensibilisation organisées par les agences régionales de santé (ARS) et les collectivités territoriales pour couvrir les zones où les données sont insuffisantes. Ces opérations consistent à proposer des kits de dépistage aux habitants d'un territoire donné pour les sensibiliser au risque radon.

Enfin **l'axe 3** doit permettre de mieux prendre en compte la gestion du risque radon dans les bâtiments. Afin d'accompagner la montée en compétence des adhérents des organisations de professionnels du bâtiment, ces dernières ont récemment développé des formations abordant les méthodes de prévention et de réduction de la concentration et divers supports pour répondre aux besoins. Les différents outils francophones ont été recensés. Pour compléter l'offre, un guide destiné aux professionnels et aux particuliers va établir des recommandations en matière de prévention dans les constructions neuves et de remédiation dans les bâtiments existants. Les avancées dans la connaissance de l'efficacité des normes de construction sur la réduction de la concentration en radon dans l'air intérieur seront consolidées.

Un système d'indicateurs spécifiques, choisis en fonction de leur pertinence et des données disponibles permettant leur suivi a été mis en place. Leur évolution sur plusieurs années permettra de

DIAGRAMME 5 Répartition des mesurages NIA par catégorie d'établissement dans les campagnes de mesurage de 2016-2017 à 2021-2022



suivre l'efficacité de la stratégie nationale mise en œuvre dans le cadre du plan national d'action.

### 3.3 Les doses reçues par les patients

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN. Si l'exposition progresse depuis 30 ans, elle tend à se stabiliser depuis 2012 alors que, dans le même temps, le nombre d'actes a fortement augmenté. La médecine nucléaire, troisième contributeur à la dose efficace collective, est la modalité ayant connu l'augmentation la plus importante entre 2012 et 2017, à la fois en fréquence et en contribution à la dose efficace collective.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des examens radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,53 mSv pour l'année 2017 (Étude ExPRI IRSN 2020) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 85 millions en 2017 (81,6 millions en 2012), soit 1 187 actes pour 1 000 bénéficiaires et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2017 comme auparavant est très hétérogène. Ainsi, si environ 32,7 % de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), la moitié des patients reçoit une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, 75 % reçoit 1,5 mSv ou moins, tandis que les 5 % des patients les plus exposés reçoivent une dose supérieure à 18,1 mSv.

La radiologie conventionnelle (55,1 %), la scanographie (12,8 %) et la radiologie dentaire (29,6 %) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative en 2017 (75 %) qu'en 2012 (71 %), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,3 %).

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (environ 1 000 actes pour 1 000 individus en 2017). Malgré leur fréquence, ces actes dans cette population ne représentent que 0,5 % de la dose collective.

On notera enfin :

- un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'examen scanners multiples. Ce chiffre atteint 500 000 si une durée de cumul de six ans est considérée. Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée, cependant un quart a moins de 55 ans. La question des éventuels effets radio-induits à long terme se pose donc pour cette population spécifique. Il est utile de rappeler que ces patients sont souvent suivis pour des pathologies lourdes et que les examens scanner sont importants pour leur prise en charge ;
- à partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN rapporte qu'en 2015, 31,3 % des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des

fins diagnostiques (en hausse de 2 % par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne, mais équivalente pour la valeur médiane). Selon la catégorie d'âge, cette valeur médiane varie fortement. Pour les moins d'un an, elle est de 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans elle est égale à 0,012 mSv.

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale diagnostique, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN. Un bilan de ce [2<sup>e</sup> plan d'action](#) sera fait début 2023 en lien avec l'ensemble des parties prenantes et une mise à jour du plan sera alors effectuée.

### 3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est jusqu'à présent évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces. La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veille à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans les études d'impact des installations et activités nucléaires. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public ([GPRADE](#), désormais appelé GPRP) a adopté un avis en septembre 2015. Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore, fondé sur une approche graduée. Le projet de *Guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages - Concepts, éléments de base et mise en œuvre au sein de l'étude d'impact* a été remis à l'ASN à la fin de l'année 2020 et présenté au GPRADE en juin 2021. La version finale du [guide](#) a été publiée en janvier 2022 sur le site de l'ASN, prenant en compte les recommandations de l'[avis du GPRADE](#) sur le caractère opérationnel de la méthodologie présentée.

**TABEAU 5** Nombre d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2017

MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE TOTALE : 102 198 Sv
	NOMBRE	%	%
Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	46 681 000	55,1	11,8
Radiologie dentaire	25 023 000	29,6	0,3
Scanographie	10 866 000	12,8	74,2
Radiologie interventionnelle diagnostique	435 000	0,5	2,4
Médecine nucléaire	1 662 000	2	11,3
<b>Total</b>	<b>84 667 000</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Source : IRSN 2020.

## ACTIONS DE L'ASN POUR LA PRÉVENTION DU RISQUE LIÉ AU RADON DANS LES TERRITOIRES

En 2022, les divisions territoriales de l'ASN, avec les administrations (Dreal, ARS, Dreets) et les organisations partenaires (Cerema, associations professionnelles, collectivités locales, etc.), ont poursuivi les actions de sensibilisation des élus, professionnels du bâtiment, employeurs, responsables d'ERP et grand public aux évolutions réglementaires intervenues depuis 2018 (voir point 3.2.2). Cette sensibilisation s'accompagne en parallèle d'actions de contrôle. Pour les ERP, ces actions sont en particulier ciblées sur de grands gestionnaires de parcs.

### ACTIONS DE SENSIBILISATION

#### AUVERGNE-RHÔNE-ALPES Division de Lyon

- Participation à une **action d'information des entreprises de la région** sur le risque radon dans le cadre du plan régional de santé au travail « 4 » (PRST4).
- Participation à une **action de sensibilisation d'établissements accueillant de jeunes enfants** sur le risque radon dans le cadre du plan régional santé environnement (PRSE), en partenariat avec l'ARS et la Dreal.

#### BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ Division de Lyon

- **Création d'un réseau régional santé/environnement** au travers duquel sera assurée l'animation des acteurs de la gestion du risque lié au radon et la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments. Il s'appuie sur la plateforme numérique issue du projet Jurad-Bat et contribuera à son développement.

#### BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE Division de Nantes

- Entre 65 % et 93 % des communes des départements (hors Sarthe) de ces régions sont situées dans des **zones à potentiel radon significatif**.
- Cofinancement, en Pays de la Loire, de **six nouvelles actions de sensibilisation** des particuliers et **d'accompagnement à la réalisation de campagnes de mesure** volontaires du radon dans leur habitat et participation aux réunions de lancement de certaines de ces campagnes.

- **Contribution à la réalisation d'un bilan des campagnes conduites entre 2015 et 2021**: près de 4 000 foyers ligériens ont ainsi pu analyser la concentration en radon de leur logement, 84 % d'entre eux ayant une concentration inférieure au niveau de référence réglementaire.
- **Contribution aux actions relatives à l'évaluation** des PRSE3 et au lancement du PRSE4.

#### CENTRE-VAL DE LOIRE Division d'Orléans

- Participation à une **opération de sensibilisation avec l'ARS (délégation de l'Indre) et CAP Tronçais** avec remise de kits de dépistage du radon aux personnes intéressées.

#### NORMANDIE Division de Caen

- **Participation aux travaux préparatoires** au PRST4 avec la Dreets et l'ARS.

#### NOUVELLE-AQUITAINE / OCCITANIE Division de Bordeaux

- Participation à l'**élaboration de la fiche action « radon » du PRST4** de Nouvelle-Aquitaine et **mise en place d'actions de communication** auprès des employeurs et des préventeurs de la région.
- Participation aux réunions de préparation des futurs PRSE.

### ACTIONS DE CONTRÔLE

#### AUVERGNE-RHÔNE-ALPES Division de Lyon

- **Réalisation de deux inspections de collectivités** (conseils départementaux de Haute-Savoie et du Cantal) responsables d'établissements d'enseignement, de deux inspections d'établissements thermaux (thermes de Royat et de Châteauneuf-Bains) et d'une inspection de l'ouvrage d'art enterré de la centrale hydro-électrique EDF des Bois à Chamonix, lieu de travail spécifique pour le risque radon.
- À signaler notamment **la situation du département du Cantal, les inspecteurs ayant noté une absence de suivi depuis 2016 des établissements nécessitant encore des actions de remédiation**. En particulier, la présence de radon à des teneurs supérieures au niveau de référence relevée depuis 10 ans dans deux collèges nécessite la réalisation d'expertise des bâtiments concernés dans les meilleurs délais.

- Concernant les thermes de Royat, l'inspection de l'ASN a été menée conjointement avec les services de l'inspection du travail. **La persistance de la présence de radon depuis plus de 10 ans nécessite la réalisation rapide d'une expertise des bâtiments concernés**.
- Pour la centrale hydro-électrique des Bois, les inspecteurs ont noté **une bonne maîtrise du risque radon**. Des campagnes de mesurage du radon ont conduit l'employeur à considérer tout le lieu de travail spécifique comme « zone radon ». L'employeur a également procédé à l'évaluation dosimétrique individuelle des travailleurs et a mis à disposition des dosimètres radon à lecture différée pour les travailleurs concernés.
- Les inspecteurs ont noté **une gestion rigoureuse du risque radon pour le conseil départemental de l'Aveyron**. Pour le département du Cantal, quelques situations nécessitent que des expertises de bâtiments soit diligentées dans les meilleurs délais.

**BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ** Division de Dijon

- Réalisation de trois **inspections visant à suivre dans le temps les actions mises en œuvre** par des conseils départementaux déjà inspectés (Doubs, Haute-Saône, Territoire-de-Belfort) : les obligations relatives au code de la santé publique sont bien prises en compte dans tous les établissements concernés, notamment les collèges. Dans de rares cas, des difficultés sont rencontrées pour réduire la concentration en radon en dessous des seuils.
- Réalisation de quatre autres inspections visant à **prendre contact avec des propriétaires ou gestionnaires de parc d'ERP** dans des départements pour lesquels il n'existait pas d'obligation de mesurage du radon avant 2018 (conseils départementaux de Côte-d'Or, du Jura, de l'Yonne et organisme de gestion des établissements catholiques). Ces inspections ont montré que le mesurage initial du radon avait globalement bien été réalisé.
- Réalisation d'une action de **contrôle dans des lieux de travail spécifique en sous-sol** : la grande saline de Salins-les-Bains et le puits à Muyre qui alimente la station thermale. Cette inspection a montré la bonne appropriation de la problématique par les services de la mairie qui a engagé la démarche d'évaluation des risques.

**BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE** Division de Nantes

- Réalisation de cinq **inspections de structures gérant des ERP** : villes de Nantes, Angers, Cholet et établissements d'enseignement catholique de Loire-Atlantique et Côtes-d'Armor et d'une **inspection de la mine bleue** située à Segré-en-Anjou. Ces inspections témoignent d'une **bonne prise en compte du risque radon dans les grandes collectivités pour les ERP**. Des progrès sont attendus au niveau de certains établissements d'enseignement privé, et plus globalement au niveau de l'organisation mise en place pour le suivi en continu de la gestion du risque radon.

**GRAND EST** Divisions de Strasbourg et Châlons-en-Champagne

- Après plusieurs années de sensibilisation, **réalisation de trois inspections** : deux gestionnaires d'ERP (conseil départemental des Vosges avec l'ARS ; mairie de Saint-Dié) et une dans un lieu de travail spécifique (tunnel Maurice Lemaire).
- **Des mesures ont été réalisées** au sein des ERP ainsi que dans les lieux de travail.
- Constat pour le conseil départemental des Vosges d'une **prise en compte contrastée du risque radon** avec la réalisation du dépistage initial, relativement tardivement, suivi d'actions de remédiation.

**NORMANDIE** Division de Caen

- **Réalisation de trois inspections** :
  - thermes de Bagnoles-de-l'Orne : de nouveaux diagnostics doivent être faits, bien que des précédents aient été réalisés lorsque les thermes étaient fermés ;
  - conseil départemental de la Manche : un bilan très satisfaisant de l'inspection tant côté ERP que travailleurs, diagnostics réalisés dans tous les bâtiments concernés, actions de remédiation réalisées dans les bâtiments le nécessitant et nouveaux diagnostics prévus cet automne ;
  - carrière souterraine de la Plaine de Caen : conclusion satisfaisante, mesurages réalisés dans la carrière, les valeurs sont inférieures au niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>. Les galeries sont ventilées mécaniquement.

**NOUVELLE-AQUITAINE / OCCITANIE** Division de Bordeaux

- Réalisation d'une **inspection conjointe ASN/Dreets/Inspection du travail** des grottes de Betharram en tant que lieu spécifique de travail. Des demandes d'information relatives notamment à l'évaluation des risques et à l'évaluation individuelle de l'exposition au radon ont été adressées à l'employeur.
- Réalisation d'une **inspection du conseil régional de Nouvelle-Aquitaine et des conseils départementaux de Corrèze et de la Haute-Vienne**, avec la participation de l'ARS et de ses délégations départementales et d'une inspection du conseil départemental de l'Aveyron en Occitanie. Plusieurs situations avec une persistance de concentration au-dessus du niveau de référence ont été identifiées et des expertises de bâtiment devront être engagées.

**PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR / OCCITANIE**

## Division de Marseille

- Inspection des villes d'Alès et d'Ajaccio avec les ARS Occitanie et Corse : la **mise en œuvre de la réglementation relative aux ERP est globalement satisfaisante**.
- Inspection d'un domaine viticole du Var ayant des infrastructures situées 20 mètres sous terre concernées par la réglementation relative aux lieux de travail spécifiques. La réglementation relative au radon était inconnue de la structure.
- **Prise de contact avec les directions interrégionales des services pénitentiaires (DISP)** Sud-Est – Marseille et Sud – Toulouse avec les ARS Occitanie et PACA.

S'agissant des gestionnaires d'ERP contrôlés par les divisions territoriales, les campagnes de mesurage dans les établissements concernés sont la plupart du temps effectuées, mais il reste des efforts à faire en matière d'affichage, de contrôle périodique et de gestion des dépassements lorsqu'une expertise et des travaux sont nécessaires. En matière de gestion du risque pour les travailleurs, la réglementation n'est en revanche que rarement appliquée.

S'agissant des actions de contrôle réalisées par les divisions dans certains lieux de travail spécifiques au titre du code du travail (thermes, tunnels, etc.), le bilan est assez contrasté. Si certains employeurs de ces lieux ont évalué le risque radon et lancé les actions réglementaires requises en cas de dépassement du niveau de référence, d'autres lieux n'ont engagé aucune action, la plupart du temps par méconnaissance du risque et de la réglementation.

Les inspections de la radioprotection conduites en 2022 dans des établissements médicaux ou industriels situés sur des communes à potentiel radon significatif ont par ailleurs été mises à profit par certaines divisions pour expliquer les obligations réglementaires des employeurs sur les lieux de travail. La fiche d'information éditée par l'ASN [La prévention du risque lié au radon dans les lieux de travail](#) est remise aux employeurs à cette occasion.

À ce titre et à l'instar des années précédentes, l'ASN a pu constater une prise en compte de plus en plus fréquente du radon dans l'évaluation des risques pour les travailleurs.

Les divisions ont, par ailleurs, contribué à l'inspection des organismes agréés pour le mesurage du radon dans les ERP (14 inspections).



**RAPPORT DE L'ASN**  
sur l'état de la sûreté nucléaire  
et de la radioprotection en France en | 2021 |



# Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

<b>1</b>	<b>Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection</b> .....	p. 124
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1.1 Les principes fondamentaux</b></li> <li>1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant</li> <li>1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »</li> <li>1.1.3 Le principe de précaution</li> <li>1.1.4 Le principe de participation</li> <li>1.1.5 Le principe de justification</li> <li>1.1.6 Le principe d'optimisation</li> <li>1.1.7 Le principe de limitation</li> <li>1.1.8 Le principe de prévention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté</b></li> <li>1.2.1 La culture de sûreté</li> <li>1.2.2 Le concept de défense en profondeur</li> <li>1.2.3 L'interposition de barrières</li> <li>1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste</li> <li>1.2.5 Le retour d'expérience</li> <li>1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Les acteurs</b> .....	p. 129
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>2.1 Le Parlement</b></li> <li><b>2.2 Le Gouvernement</b></li> <li>2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection</li> <li>2.2.2 Les services déconcentrés de l'État</li> <li><b>2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire</b></li> <li>2.3.1 Les missions</li> <li>2.3.2 L'organisation</li> <li>2.3.3 Le fonctionnement</li> <li><b>2.4 Les instances consultatives et de concertation</b></li> <li>2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire</li> <li>2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique</li> <li>2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques</li> <li>2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>2.5 Les appuis techniques de l'ASN</b></li> <li>2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire</li> <li>2.5.2 Les groupes permanents d'experts</li> <li>2.5.3 Le comité scientifique</li> <li>2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN</li> <li><b>2.6 Les groupes de travail pluralistes</b></li> <li>2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs</li> <li>2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire</li> <li>2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants</li> <li>2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes</li> <li><b>2.7 Les autres acteurs</b></li> <li>2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé</li> <li>2.7.2 La Haute Autorité de santé</li> <li>2.7.3 L'Institut national du cancer</li> <li><b>2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale</b></li> </ul>
<b>3</b>	<b>Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection</b> .....	p. 145
<b>4</b>	<b>Perspectives</b> .....	p. 145

La sûreté nucléaire est définie dans le [code de l'environnement](#) comme comprenant « *la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident* ». La sûreté nucléaire est « *l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets* ». La radioprotection est, quant à elle, définie comme « *la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement* ».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience (REX). Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international par l'Agence

internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfetures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministère de la Transition écologique, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité ([HFDS](#)) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

## 1. Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

### 1.1 Les principes fondamentaux

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la [Charte de l'environnement](#) – qui a valeur constitutionnelle – et dans différents codes ([code de l'environnement](#), code du travail, [code de la santé publique](#)) ;
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un [cadre communautaire](#) pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'[AIEA](#) (voir encadré page 126 et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

#### 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant

Ce principe, défini à l'article 9 de la [Convention de la sûreté nucléaire](#), est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

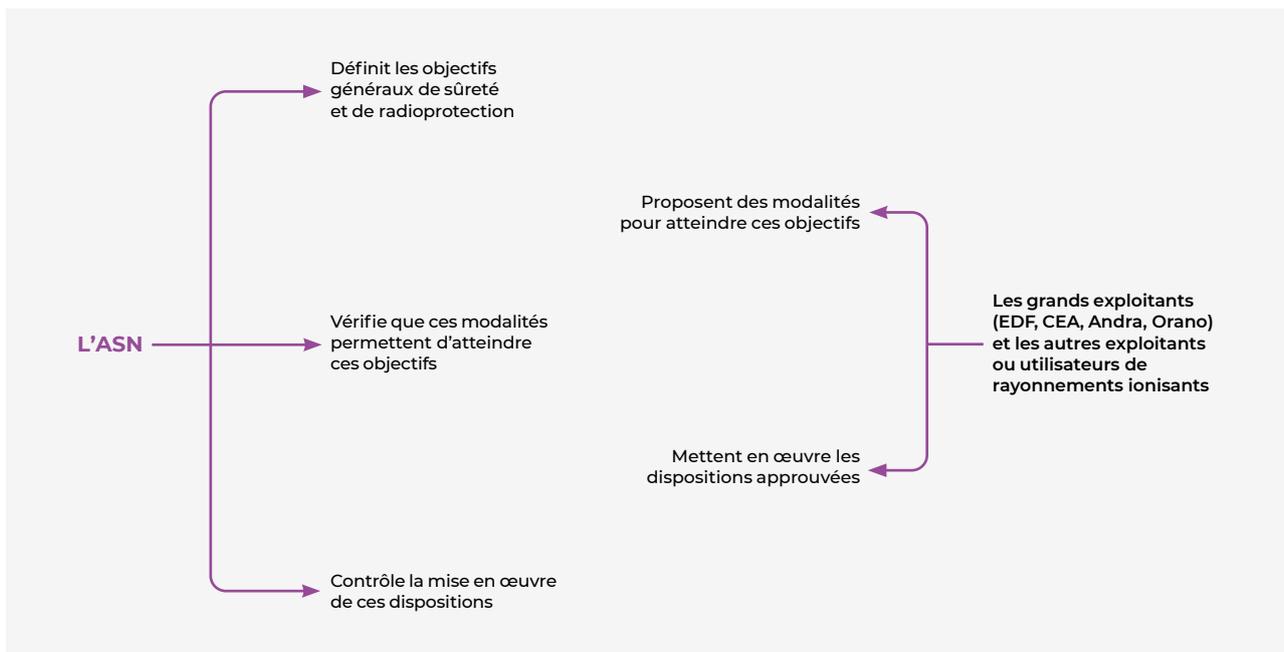
#### 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe du « pollueur-payeur », figurant à l'[article 110-1 du code de l'environnement](#), stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

#### 1.1.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la Charte de l'environnement, énonce que « *l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement* ».

RESPONSABILITÉ DES EXPLOITANTS ET RESPONSABILITÉ DE L'ASN



Ce principe se traduit, par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la [Convention d'Aarhus](#), l'article 7 de la Charte de l'environnement le définit en ces termes : « Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire, par exemple, ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à évaluation environnementale stratégique comme le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la [consultation du public](#) sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques

*inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes. »*

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être réalisée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, dispose que : « Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché. »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA<sup>(1)</sup>, conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1.1.7 Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique dispose que « [...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1 ».

1. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des trente dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991, à la création d'un réseau ALARA européen.

## LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SÛRETÉ

L'AIEA définit les dix principes suivants dans sa publication *Principes fondamentaux de sûreté*, collection Normes de sûreté de l'AIEA – n° [SF-1](#) :

1. La responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques;
2. Un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu;
3. Une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques;
4. Les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles;
5. La protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre;
6. Les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable;
7. Les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques;
8. Tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences;
9. Des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques;
10. Les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des [effets déterministes](#); elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition doit être justifiée par le bénéfice attendu pour la personne exposée.

### 1.1.8 Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'[article 3 de la Charte de l'environnement](#), prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « *meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable* ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

## 1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le REX des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et de mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

### 1.2.1 La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'[INSAG](#) (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permet le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

### 1.2.2 Le concept de défense en profondeur

Le concept de défense en profondeur consiste en la mise en place d'une série de niveaux de défense reposant sur les caractéristiques intrinsèques de l'installation, des dispositions matérielles, organisationnelles et humaines ainsi que des procédures destinées à prévenir les accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences. La défense en profondeur est un concept qui s'applique à tous les stades de la vie d'une installation, de la conception au démantèlement.

Ces niveaux de défense sont consécutifs et indépendants afin de s'opposer au développement d'un accident.

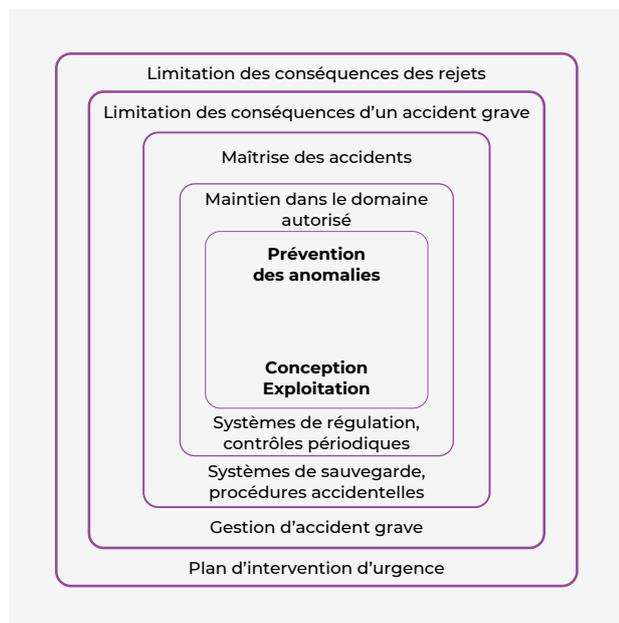
Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

#### Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes

Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation de manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal, pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée de manière éclairée et prudente.

## LES CINQ NIVEAUX DE LA DÉFENSE EN PROFONDEUR

**Deuxième niveau: maintien de l'installation dans le domaine autorisé**

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

**Troisième niveau: maîtrise des accidents sans fusion du cœur**

Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits « de sauvegarde », assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur, etc.) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

**Quatrième niveau: maîtrise des accidents avec fusion du cœur**

Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island aux États-Unis (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que le réacteur européen à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor* – EPR). Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

**Cinquième niveau: limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants**

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les [plans d'urgence](#) incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté,

évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles, etc.

**1.2.3 L'interposition de barrières**

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression (REP), ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

**1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste**

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite « déterministe ». Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances – ou le succès – des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances – ou le bon fonctionnement – des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les études probabilistes de sûreté, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :

- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement ;
- l'éjection d'une grappe de commande ;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire ;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :

- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
- les défaillances d'équipements sous pression ;
- les collisions et chutes de charges ;
- les explosions ;
- les incendies ;
- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :

- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- les séismes ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

### 1.2.5 Le retour d'expérience

Le retour d'expérience (REX), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Le premier objectif du REX est de comprendre et ainsi progresser sur la connaissance technologique et celle des pratiques réelles d'exploitation pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, le deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Le troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le REX englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

### 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

#### L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont déterminantes lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives.

De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les FSOH comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress, etc.) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, coactivités, etc.), des dispositifs techniques (outils, logiciels, etc.) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

#### L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :

- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la [décision n° 2014-DC-0420 de l'ASN du 13 février 2014](#) relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « la conception de la modification matérielle envisagée tienne compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé, d'autre part, l'utilisateur et ses besoins » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

#### Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection

de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les

activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

## 2. Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), dont l'article 7 impose que « *chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires* » et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il « *crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées* » et « [...] prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire ». Ces dispositions ont été confirmées par la [directive européenne 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009](#) relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la [directive modificative du 8 juillet 2014](#).

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

### 2.1 Le Parlement

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN ») et la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé « Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens »). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ([OPECST](#)) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment à l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

### 2.2 Le Gouvernement

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le [code de l'environnement](#) le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

#### 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministre des Solidarités et de la Santé.

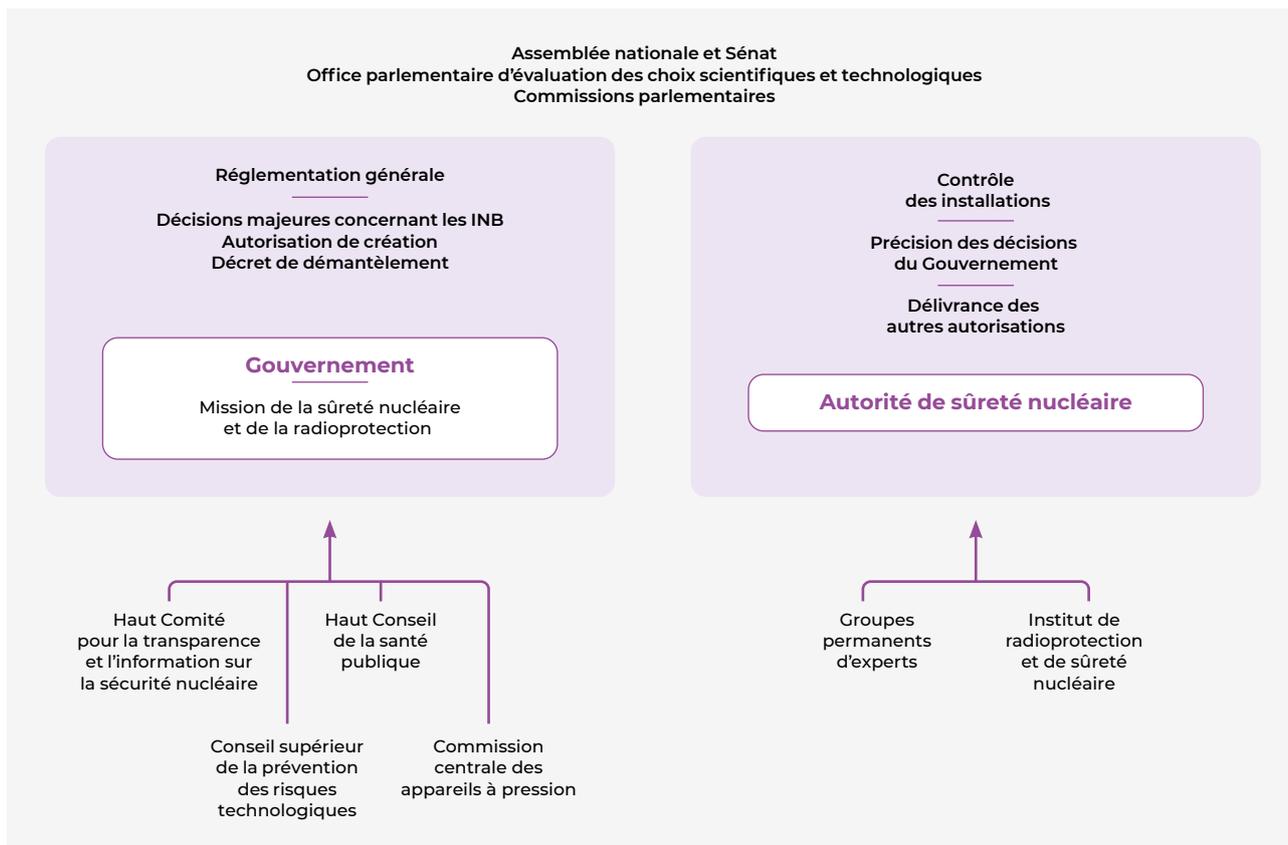
Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel le règlement intérieur de l'ASN. Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple : fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB, etc.).

#### La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ([MSNR](#)), placée au sein de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION EN FRANCE

02



**Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité**

La sûreté nucléaire, au sens le plus strict (définition de l'AIEA, moins étendue que celle de l'article L. 591-1 du code de l'environnement) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l'environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le code de la défense.

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique, qui dispose des services du HFDS et, plus particulièrement, de son département de la sécurité nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d'autorité de la sûreté nucléaire en élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l'appui de l'IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L'ASN et le HFDS entretiennent à cet effet des échanges réguliers.

**2.2.2 Les services déconcentrés de l'État**

Les services déconcentrés de l'État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l'administration centrale et qui gèrent les services de l'État au niveau local. Ces services sont placés sous l'autorité des préfets.

L'ASN entretient des relations étroites avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement, de l'aménagement et des transports d'Île-de-France (Driat), les directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (Dreets) et les agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n'étant pas à proprement parler des services déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l'État sur le territoire. Ils sont les garants de l'ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures, notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l'enquête publique sur les demandes d'autorisation.

À la demande de l'ASN, il saisit le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d'eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

**2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire**

L'ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l'article L. 1333-1 du code de la santé publique. Ses missions consistent à réglementer, autoriser, contrôler, appuyer les pouvoirs publics dans la gestion des situations d'urgence et contribuer à l'information des publics et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L'ASN est dirigée par un collège composé de cinq commissaires, dont le président de l'ASN. Ils sont nommés pour 6 ans. Trois le sont par le Président de la République et un par le président de chaque assemblée parlementaire. L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président.

L'ASN comprend une commission des sanctions (voir ci-après). Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'IRSN et les groupes permanents d'experts (GPE).

### 2.3.1 Les missions

#### Réglementation

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#).

Elle peut prendre des [décisions réglementaires](#) à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal Officiel*.

#### Autorisation

L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, des pollutions et des nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son [Bulletin officiel](#) sur [asn.fr](#).

#### Contrôle

L'ASN assure le [contrôle](#) du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumises les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#) ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'[article L. 1333-3](#) du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les [agréments](#) et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'[article L. 595-2 du code de l'environnement](#), par l'exploitant, ses fournisseurs, prestataires ou sous-traitants, et ce, dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit l'ensemble des actions de contrôle de l'ASN, sanctions incluses.

#### Situations d'urgence

L'ASN participe à la gestion des [situations d'urgence radiologique](#). Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application des dispositions des articles L. 592-35 et R. 592-23 et suivants du code de l'environnement relatifs aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

#### Information

L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

#### Définition des orientations et suivi de la recherche

La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'[article L. 592-31-1 du code de l'environnement](#) comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Sur la base des travaux de son [comité scientifique](#) (voir point 2.5.3), l'ASN a émis trois avis sur les [besoins de recherche](#) en 2012, 2015 et 2018. Depuis, elle publie régulièrement ses avis ainsi que ceux du comité scientifique et poursuit le renforcement de ses relations avec les organismes de recherche et institutions en charge de la programmation et du financement de la recherche aux niveaux national et européen.

L'ASN participe au comité de pilotage de l'appel à projets « Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection » (RSNR) lancé en 2013 par l'Agence nationale de la recherche dans le cadre des [investissements d'avenir](#), dont le financement doit s'achever mi-2023. L'évaluation des projets et de cette action débutera au premier trimestre 2023.

## LES MEMBRES DU COMITÉ EXÉCUTIF

02



De gauche à droite: V. Cloître, C. Quintin, O. Gupta, D. Delalande, J. Collet et P. Bois

### 2.3.2 L'organisation

#### Le collège de l'ASN

Le collège de l'ASN est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de 6 ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la [stratégie de l'ASN](#). Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les [principales décisions de l'ASN](#). Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le [règlement intérieur de l'ASN](#), qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie. Les décisions et avis du collège sont publiés au [Bulletin officiel](#) de l'ASN.

En 2022, le collège de l'ASN s'est réuni 62 fois. Il a rendu 21 avis et pris 31 décisions.

#### La commission des sanctions

L'ordonnance « nucléaire » [n° 2016-128 du 10 février 2016](#) a créé la commission des sanctions de l'ASN (articles L. 592-41 à L. 592-44 du code de l'environnement). Celle-ci a été installée le 19 octobre 2021. La mise en place de cette commission complète l'arsenal des mesures de coercition à la disposition de l'ASN. Sur saisine du collège de l'ASN, elle a le pouvoir de prononcer des amendes administratives à l'encontre des exploitants d'INB, des responsables de transport de substances radioactives ou d'exploitants d'ESPN ou bien des responsables d'activités nucléaires réglementées par le code de la santé publique. Son indépendance est garantie par la loi.

La commission est composée de quatre membres titulaires, deux conseillers d'État, désignés par le vice-président du Conseil d'État, et deux conseillers à la Cour de cassation, désignés par le premier président de la Cour de cassation. Elle comprend également des membres suppléants. La durée du mandat des membres est de 6 ans.

Lors de leur première réunion, le 19 octobre 2021, les membres titulaires ont élu M. Maurice Meda président de la commission pour les trois prochaines années. Ils ont également adopté leur règlement intérieur publié au *Journal Officiel* le 5 novembre 2021 et au *Bulletin officiel* de l'ASN le 8 novembre suivant.

Une réunion annuelle d'échange d'informations entre les membres de la commission des sanctions, le collège et la direction générale de l'ASN s'est tenue le 9 décembre 2022.

Comme le prévoit la loi, la commission se réunira exclusivement sur saisine du collège de l'ASN. Ce dernier peut décider de l'ouverture d'une procédure conduisant au prononcé d'une amende après avoir établi le constat qu'un responsable d'activités nucléaires n'a pas déféré à une mise en demeure, c'est-à-dire n'a pas pris les mesures répondant à cette mise en demeure.

Les amendes seront proportionnées à la gravité des manquements constatés et tiendront compte notamment de l'importance du trouble causé à l'environnement. Le montant maximal des amendes est fixé par la loi à 10 millions d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux installations nucléaires de base, à un million d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux équipements sous pression nucléaires, à 30 000 € dans le domaine du transport de substances radioactives et à 15 000 € pour les activités du nucléaire de proximité.

La procédure du prononcé de l'amende administrative prévoit le respect du contradictoire. Aucune sanction ne peut être prononcée sans que l'intéressé ou son représentant n'ait été entendu ou appelé. La décision de la commission peut être rendue publique. Les décisions prononcées par la commission des sanctions peuvent être déferées à la juridiction administrative (Conseil d'État) par la personne concernée, par le président de l'ASN ou par les tiers.

#### Les services centraux de l'ASN

Les services centraux de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation, d'une mission soutien au contrôle et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

## LES MEMBRES DU COMITÉ DE DIRECTION



De gauche à droite : C. Silvestri, L. Chaniai, J. Husse, A. Clos, F. Feron, C. Rousse, J-P. Goudalle, C. Messier, O. Rivière (absents sur la photo : O. Lahaye et R. Catteau)

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité ; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions territoriales de l'ASN :

- La Direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs, l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux : « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection, environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».
- La Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des ESP installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de trois bureaux : « Évaluation de la conformité des ESPN neufs », « Suivi en service » et « Relations avec les divisions et interventions » et deux cellules : « Référentiel, audits qualité » et « organismes inspections irrégularités ».
- La Direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport de substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux : « contrôle des transports » et « radioprotection et sources » et d'une mission « sécurité des sources ».
- La Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du « cycle du combustible », les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne)

ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur thermonucléaire expérimental international (*International Thermonuclear Experimental Reactor* – ITER). La DRC est composée de cinq bureaux : « gestion des déchets radioactifs », « suivi des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche », « suivi des installations du cycle du combustible », « gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle » et « gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées ».

- La Direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux : « expositions en milieu médical » et « expositions des travailleurs et de la population ».
- La Direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB soient aussi faibles que raisonnablement possible, notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux : « sécurité et préparation aux situations d'urgence » et « environnement et prévention des nuisances ».
- La Direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.

## LES CHEFS DE DIVISION

02



De gauche à droite :  
R. Zmyslony, N. Khater, B. Laurus,  
G. Lafforgue-Marmet, M. Riquart,  
C. Perier, A. Neveu, S. Garnier et  
M. Champion (absentes sur la photo :  
E. Jambu et A. Baltzer)

- La Direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de deux bureaux : « communication et information » et « informatique et usages numériques ».
- La Direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangères de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (*European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG*, dont elle assure la présidence), l'AIEA ou bien encore l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN). Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (par exemple : *Western European Nuclear Regulators' Association – WENRA*, *International Nuclear Regulators Association – INRA*, *Heads of European Radiation Control Authorities – HERCA*) ou de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (par exemple : *Nuclear Safety and Security Working Group – NSSG*, au titre du G7).
- Le Secrétariat général (SG) contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et du développement du dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux : « ressources humaines », « budget et finances » et « logistique et immobilier ».
- La Mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau et identifie les besoins de connaissances dans le domaine de la recherche. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de huit personnes en charge de l'expertise, la relation avec l'IRSN, la recherche, la qualité, l'archivage et la transmission des connaissances. La MEA est en charge de l'animation du réseau recherche et du réseau qualité de l'ASN.
- La Mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente, homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN et de contrôle des organismes agréés des services.

#### Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une [organisation régionale](#) fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driat compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information (CLI) et entretiennent des relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

## LES DÉLÉGUÉS TERRITORIAUX (AU 31 DÉCEMBRE 2022)



De gauche à droite : H. Vanlaer, J-P. Deneuvy, S. Forest, H. Brûlé, A. Beauval, J-P. Lestoille, O. Morzelle, L. Tapadinhas (absents sur la photo : A-A. Médard et E. Gay)

### 2.3.3 Le fonctionnement

#### Les ressources humaines

L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2022 à 516 personnes, réparties entre les services centraux (297 agents), les divisions territoriales (217 agents) et divers organismes internationaux (2 agents).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 458 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 58 agents mis à disposition par des établissements publics (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours).

L'ASN met en œuvre une [politique de recrutement diversifié](#) avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

#### La gestion des compétences

La compétence, aux côtés de l'indépendance, de la transparence et de la rigueur, constitue une des valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale, liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des [articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement](#) qui disposent notamment que « L'[ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection » et du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des ESP nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et techniques », l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habilitier un grand

nombre de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'[article R. 8111-11 du code du travail](#). La décision d'habilitation que prend alors l'ASN repose, pour chacun des inspecteurs concernés, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

Au 31 décembre 2022, l'ASN compte 329 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection ayant au moins une habilitation, soit près de 64% des 516 agents de l'ASN.

Des travaux de réingénierie de la formation pour adapter les modules à la suite de la pandémie de Covid-19, ont conduit à une optimisation du temps de formation. Ainsi en 2022, près de 2600 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN sur une très grande variété de thématiques représentant 107 actions de formation en présentiel ou en visioconférence. À ces chiffres, il convient d'ajouter un important volume d'heures consacré par chaque stagiaire à l'autoformation.

Le comité de formation s'assure de l'adéquation du dispositif de formation avec les besoins et les objectifs stratégiques fixés dans le cadre du Plan stratégique pluriannuel.

#### Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité technique de proximité (CTP) ;
- la commission consultative paritaire (CCP) ;
- le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).

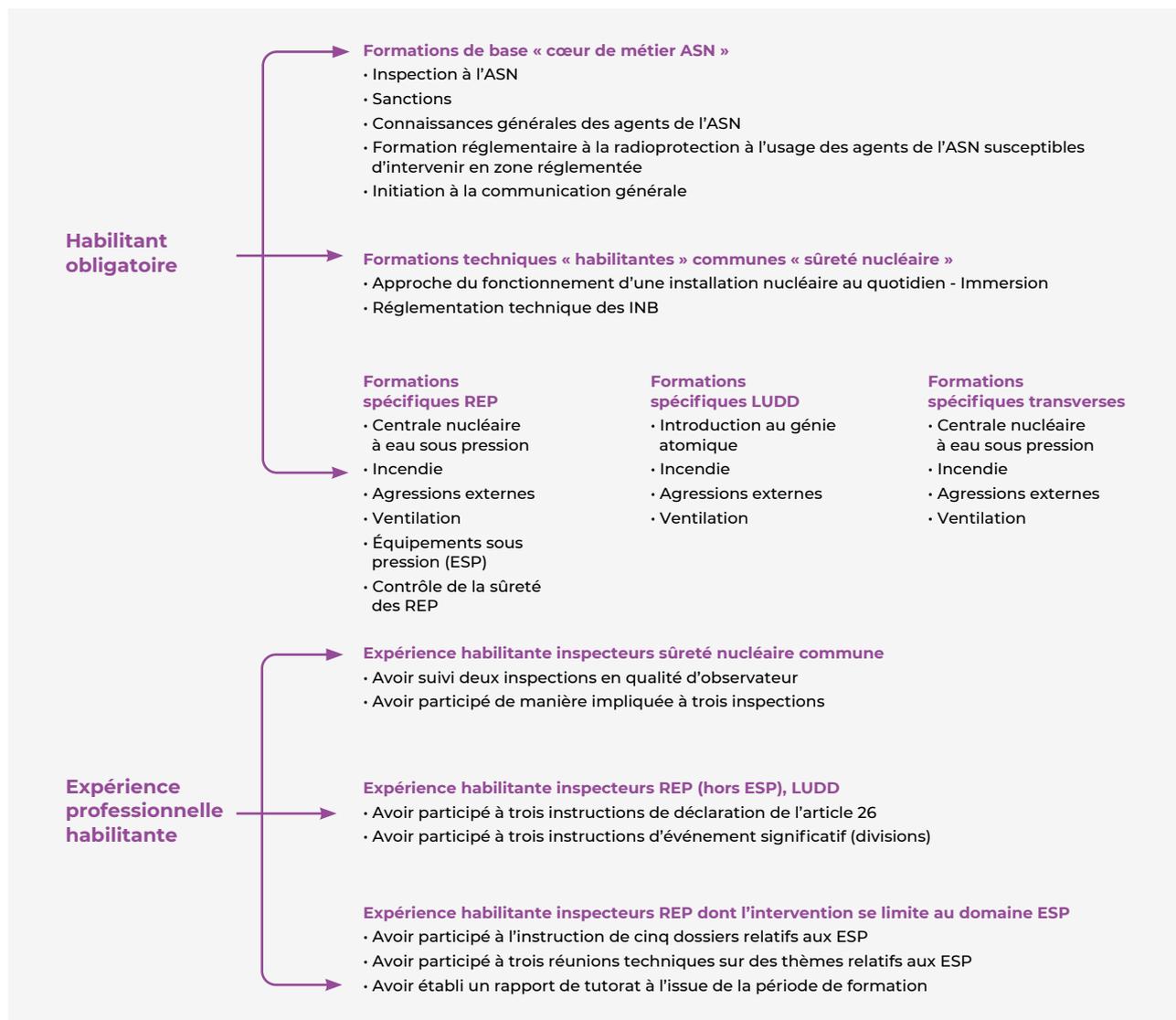
Ces trois instances permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant l'organisation, le fonctionnement et l'environnement de travail de ses personnels.

Au cours de l'année 2022, le CTP de l'ASN s'est réuni à quatre reprises, dont une fois en séance extraordinaire, pour aborder différents sujets (organisation et fonctionnement des services, formation, budget/finances, élections professionnelles<sup>(2)</sup>, etc.). Il a rendu des avis sur des textes présentés par l'administration (accord télétravail, rapport social unique, projet de décision

2. Élections professionnelles 2022 : les élections professionnelles pour le renouvellement des instances représentatives des personnels se sont déroulées pour la première fois à l'ASN sous forme électronique du jeudi 1<sup>er</sup> décembre au jeudi 8 décembre 2022. Le scrutin 2022 a été marqué par la mise en place d'une nouvelle instance de dialogue social : le comité social d'administration de proximité (CSAP). Le taux de participation à ces élections a été de : 60,29% pour le scrutin de la CCP et de 54,92% pour le scrutin du CSAP.

**CURSUS DE FORMATION D'INSPECTEUR « SÛRETÉ NUCLÉAIRE » QUALIFICATION RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION (REP), LABORATOIRES, USINES, DÉMANTÈLEMENT ET DÉCHETS (LUDD) ET TRANSVERSE**

02



portant création d'un comité social d'administration de proximité – CSAP<sup>(3)</sup>, etc.).

Le CHSCT s'est, quant à lui, réuni à cinq reprises en 2022, dont deux fois en séance extraordinaire. Il s'est attaché à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail dans les modifications d'organisation et de fonctionnement de l'ASN et de l'accomplissement de ses missions.

Il a émis des avis sur les projets importants de déménagement (division de Paris) et de réaménagement des locaux (siège).

Comme chaque année, le CHSCT a également émis des avis portant sur le bilan annuel de la situation générale de la santé et de la sécurité au travail (SST) à l'ASN, le bilan SST du CEA et le bilan radioprotection.

Par ailleurs, le CHSCT a effectué une visite de site à la division de Marseille. Cette visite s'est inscrite, comme toutes les autres visites d'entité à l'ASN, dans un objectif global de contribution à la protection de la santé des agents ainsi qu'à l'amélioration des conditions de travail.

Enfin, l'administration, en concertation avec les membres du CHSCT et en s'appuyant sur le réseau des assistants de prévention, a poursuivi son action visant à mieux prévenir les risques professionnels liés au télétravail et à la Covid-19 et a procédé à l'actualisation du document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

La CCP, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle deux fois en 2022. Les débats ont essentiellement porté sur la situation des agents contractuels à l'ASN ainsi que sur les mesures salariales applicables à cette population.

3. Le CSAP de l'ASN résulte de la fusion du CTP et du CHSCT. La décision n° 2022-DC-0722 de l'ASN du 2 juin 2022 portant création d'un CSAP auprès de l'ASN est parue au Bulletin officiel de l'ASN du 13 juin 2022. Le CSAP de l'ASN compte huit membres titulaires et huit membres suppléants. À partir de janvier 2023, le CSAP est chargé de l'examen des questions collectives de travail à l'échelon duquel il est institué : fonctionnement et organisation des services ; orientations stratégiques sur les politiques de ressources humaines ; lignes directrices de gestion en matière de mobilité, de promotion et de valorisation des parcours professionnels ; etc. Les effectifs de l'ASN dépassant 200 agents, une formation spécialisée en matière de santé, de sécurité et de conditions de travail (FSSCT) a été instituée au sein du CSAP. Les huit représentants titulaires de la formation spécialisée seront des élus titulaires ou suppléants du CSAP et les huit représentants suppléants pourront être désignés parmi des agents électeurs au CSAP.

Enfin, dans le cadre de la conduite du dialogue social, des rencontres régulières entre les représentants des personnels se sont tenues tout au long de l'année. Ces réunions ont porté sur la gestion de la situation sanitaire et les mesures à mettre en œuvre dans ce cadre.

### La déontologie

Les règles déontologiques concernant les commissaires, les agents et les experts de l'ASN, prévues par plusieurs textes législatifs et réglementaires intervenus depuis 2011, sont rassemblées dans les deux annexes du [règlement intérieur](#) de l'ASN adopté en 2018 : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, par exemple dans le cadre des GPE (voir ci-dessous).

Parmi les règles en vigueur à l'ASN destinées à prévenir les conflits d'intérêts, il y a lieu de mentionner les obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts (DPI) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la [décision CODEP-CLG-2012-033820 du président de l'ASN du 4 juillet 2012](#) soumet à DPI les membres du collège, du comité de direction et du Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED), désormais intégré dans le Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP). Les DPI ont été jusqu'à la mi-juillet 2017 publiées sur [asn.fr](#). Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de [télédéclaration](#). Une soixantaine de personnes sont soumises à DPI ;
- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique ([HATVP](#)) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site Internet de la HATVP. Il en va de même pour le directeur général, les directeurs généraux adjoints et le secrétaire général depuis le 15 février 2017, à la suite de la modification de la loi du 13 octobre 2013 ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » prévue par l'article L. 122-2 du code général de la fonction publique prévue par l'article L. 122-2 du code général de la fonction publique régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 : le référent déontologue et les agents de l'ASN exerçant les missions d'inspection du travail dans les centres nucléaires de production d'électricité sont soumis à cette obligation ;
- gestion par le directeur général de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article L. 122-19 du code général de la fonction publique et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le directeur général de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN a désigné par [décision en date du 28 janvier 2020](#) Alain Dorison comme référent déontologue.

Il a également été nommé référent laïcité et référent pour les alertes internes par cette même décision.

Une procédure de recueil et de traitement des signalements internes émis par les agents ou anciens agents, les candidats évincés d'un recrutement, les collaborateurs extérieurs et occasionnels ou les cocontractants de l'ASN a été mise en place en application de la loi dite « Sapin 2 » n° 2016-1691 du 9 décembre 2016, modifiée par la loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 et du [décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022](#). Elle permet à l'intéressé de procéder à une alerte éthique interne et également de signaler des informations portant sur un délit, une menace ou un préjudice

pour l'intérêt général ou une violation d'une règle de droit dont il a une connaissance personnelle ou qui lui ont été rapportées dans le cadre de ses activités professionnelles.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, l'ASN a défini une nouvelle procédure de contrôle interne pour les agents qui souhaitent travailler dans le secteur privé ou faire une demande de cumul d'activités pour créer ou reprendre une entreprise, conformément à la loi n° 2019-828 du 6 août 2019 de transformation de la fonction publique et au décret n° 2020-69 du 30 janvier 2020. Des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts ont également été réalisées telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (par exemple sur la prévention des conflits d'intérêts et le rôle du contrôle déontologique des départs vers le secteur privé), l'insertion d'un module relatif aux règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN dans le cadre des sessions de formation organisées pour les nouveaux arrivants et un entretien vidéo dans lequel le référent déontologue explique, avec quelques exemples, ce qu'est la déontologie et quels sont les agissements de la vie professionnelle qui appellent une vigilance.

### Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans son [avis n°2022-AV-0401 du 10 mai 2022](#) relatif au budget du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour les années 2023-2027, l'ASN demande notamment la modification de son périmètre budgétaire et la création d'un programme budgétaire spécifique dédié au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, afin de mieux piloter et optimiser la ressource dédiée aux expertises techniques (voir point 3). L'ASN considère que les nouveaux enjeux liés au nucléaire nécessitent également un renforcement de l'appui d'expertise de l'IRSN.

### Les outils de management de l'ASN

Les outils de management de l'ASN sont notamment évalués lors des missions de revue par les pairs (*Integrated Regulatory review Service* – IRRS), consacrées à l'analyse du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (voir encadré page 138).

### Le Plan stratégique pluriannuel

Le Plan stratégique pluriannuel (PSP), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

L'ASN a élaboré un [nouveau PSP pour la période 2023-2027](#), disponible sur [asn.fr](#). Ce plan s'inscrit dans un contexte de transition pour le parc d'installations et d'activités nucléaires : le nombre de projets d'installations neuves s'accroît, et la question de la poursuite de fonctionnement se posera pour beaucoup d'installations existantes. La période est aussi marquée par une évolution du contexte international et des attentes de la société, avec des exigences plus fortes en matière de dialogue et d'association au processus de décision. Le nouveau PSP comprend les quatre axes stratégiques suivants :

- dire et faire partager notre vision à court, moyen et long terme des enjeux de sûreté nucléaire, radioprotection et de protection de l'environnement ;
- renforcer la connaissance des risques et être porteur, avec les autres acteurs concernés, d'une culture de sécurité et de radioprotection ;

## LES AUDITS INTERNATIONAUX DE L'ASN – LES MISSIONS IRRS

Les **missions IRRS** (*Integrated Regulatory Review Service*) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine. Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux **normes de sûreté** de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la **directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les 10 ans**.

### HISTORIQUE DES MISSIONS EN FRANCE

**2006** : l'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté.

**2009** : mission de suivi IRRS.

**2014** : nouvelle mission de revue étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité.

**2017** : mission de suivi en octobre aux fins d'évaluation des actions engagées à la suite de la revue réalisée fin 2014 avec les constats et recommandations suivants :

- mise en œuvre d'actions pour répondre à 15 des 16 recommandations ;
- réalisation de grands progrès dans l'amélioration de son système de gestion ;
- élaboration des principes de politique générale incluant des aspects de la culture de sécurité dans la formation, l'autoévaluation et la gestion ;
- réalisation de gains d'efficacité sur l'ensemble des activités ;
- nécessité de poursuivre l'amélioration de la planification des ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Les rapports des missions IRRS de 2006, 2009, 2014 et 2017 sont consultables sur [asn.fr](http://asn.fr).

L'ASN considère que les missions IRRS, en contribuant à l'appropriation des meilleures pratiques internationales, constituent un outil d'amélioration continue de la sûreté dans le monde.

À la demande de l'ASN, une nouvelle mission IRRS est programmée en France pour mars 2024.

En outre, en 2022, des experts de l'ASN ont participé aux missions IRRS en Slovaquie, en Argentine, en Finlande, en Suède et en Bosnie-Herzégovine.

- adapter notre contrôle à un contexte nouveau ;
- réussir les transformations internes pour être plus attractif et efficient.

### Le management interne de l'ASN

Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transversales existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

### Le système de management par la qualité

Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'**AIEA** et de l'Organisation internationale de normalisation (*International Standard Organisation – ISO*). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions ;
- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système ;
- l'écoute des parties prenantes ;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action ;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

### La communication interne

Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte : la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

## 2.4 Les instances consultatives et de concertation

### 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué le **HCTISN**, instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN sont décrites au chapitre 5.

### 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique

Le Haut Conseil de la santé publique (**HCS**P), créé par la **loi n° 2004-806 du 9 août 2004** relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Il contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

### 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques (**CSPRT**), créé par l'**ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010**. Ce conseil comprend, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des

associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par décret du 28 décembre 2016, le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences, des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP, et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

#### 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les CLI auprès des INB ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés ; membres du Parlement élus dans le département ; représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par les [articles R. 125-50 et suivants du code de l'environnement](#). Il a été renforcé par la [loi TECV](#) de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'[Anccli](#) a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

## 2.5 Les appuis techniques de l'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

### 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 instaurant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la

radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la [loi TECV](#) et le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'[article L. 592-45 du code de l'environnement](#) précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci. Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (comptabilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants, etc.) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

#### Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2022 est de 1 744 agents, dont 433 se consacrent à l'appui technique de l'ASN.

#### Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Elle a été renouvelée fin 2021 pour la période 2022-2026. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

#### Loi TECV

Cette [loi du 17 août 2015](#) clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le [code de l'environnement](#) l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « soutenues par des activités de recherche » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

## 2.5.2 Les groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de sept GPE. Une distinction est faite entre l'expertise demandée à l'IRSN (voir point 2.5.1), et celle demandée aux GPE.

Les GPE donnent un avis, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux en amont de la prise de décision. Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical, etc.). La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

L'ASN renouvelle tous les quatre ans la composition des GPE (voir encadré ci-dessous). En 2022, ils étaient répartis selon leurs domaines de compétence :

- le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM) créé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) renouvelé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 et a été prolongé jusqu'au 31 décembre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU) renouvelé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) renouvelé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les transports (GPT) renouvelé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) renouvelé en octobre 2018 dont le mandat est arrivé à échéance le 31 octobre 2022 et a été prolongé jusqu'au 31 décembre 2022 ;
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs, du public et de l'environnement pour les applications médicales et médico-légales, vétérinaires, industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, rayonnements cosmiques ou telluriques), ainsi que pour la radioprotection des patients (GPRP) créé en janvier 2022.

Pour la majorité des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail d'experts ou par l'une des directions de l'ASN. Les représentants des services de l'ASN ou des structures externes ayant réalisé l'expertise préalable à une réunion de GPE présentent au groupe leurs conclusions. À l'issue de chaque consultation, le GPE consulté peut émettre un avis écrit, pouvant être assorti de recommandations, à destination du directeur général de l'ASN. Les éléments relatifs au dossier sont mis à la disposition des membres des GPE afin qu'ils se forment un avis éclairé et indépendant. Cette prise de recul est utile à la prise de décision.

En plus d'être consultés sur des dossiers soumis par un exploitant, les GPE jouent un rôle de garant de la doctrine en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et contribuent à son évolution. Ils peuvent être associés aux réflexions sur les évolutions de la réglementation, ou sur une thématique générale de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

En tant qu'instance d'expertise, les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la Charte de l'expertise externe figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt. Celles des membres du GPRP et de son groupe de travail dédié à la radioprotection des patients (GTRPP) sont rendues publiques.

Un règlement intérieur commun à l'ensemble des GPE est en vigueur et prévoit notamment un cadre pour l'identification et la gestion des liens et conflits d'intérêts.

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

### GPDEM « démantèlement »

Présidé par Michèle Viala en 2022, le GPDEM rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Il ne s'est pas réuni en 2022. Composé de 33 membres, il est présidé, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, par Chantal Mommaert.

### GPD « déchets »

Présidé par Pierre Bérest en 2022, le GPD rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines nucléaire, géologique et minier. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, il compte 36 membres et est présidé par Marie-Pierre Comets.

## NOUVELLE MANDATURE POUR LES EXPERTS DES GROUPES PERMANENTS DANS LE DOMAINE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Le 1<sup>er</sup> janvier 2023 a débuté une nouvelle mandature de six GPE, à savoir :

- le GP « déchets » (GPD) ;
- le GP « démantèlement » (GPDEM) ;
- le GP « équipements sous pression nucléaires » (GPESPN) ;
- le GP « réacteurs nucléaires » (GPR) ;
- le GP « transports » (GPT) ;
- le GP « laboratoires et usines » (GPU).

L'appel à candidatures avait été lancé en juin 2022 et a permis de rassembler près de 250 candidatures d'experts.

Sur la base des propositions des commissions de sélection, le directeur général a arrêté la composition de ces groupes le 16 décembre 2022.

Ces membres ont été sélectionnés en raison de leurs compétences, qu'elles soient transversales dans des domaines de la sûreté nucléaire

ou de la radioprotection, relatives à certains types d'installations ou d'activités, ou spécialisées dans un domaine technique. La composition de ces GPE assure, outre la complémentarité de leurs compétences, l'indépendance de l'expertise sur laquelle l'ASN s'appuie et la transparence du processus d'élaboration de ses décisions.

TABLEAU 1 Réunions des groupes permanents d'experts en 2022

GPE	DATE	THÈME PRINCIPAL
GPD	1 <sup>er</sup> février 2022	• Réexamen de sûreté du centre de stockage de la Manche (INB 66)
GPU	17 février 2022	• Réexamen périodique de la sûreté GP5: atelier NPH (INB 117 - usine UP2-800)
GPESPN	11 mars 2022	• Réunion d'information « Corrosion sous contrainte »
GPT	30 mars 2022	• Demande d'agrément du modèle de colis R85
GPRP/ GTRPP	1 <sup>er</sup> avril 2022	• Présentation de la composition et du fonctionnement du GPRP et du GTRPP • Bilan des trois mandats du GPRADE et du GP MED et suites données • Programme de travail du GPRP et du GTRPP • Actualités internationales: les actualités de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR)
GPR	14 avril 2022	• Réunion de fonctionnement du GPR
GPR	9 mai 2022	• Réunion d'information: projet EPR2
GPD	10 au 12 mai 2022	• Visite du Laboratoire de recherche souterrain de l'IRSN à Tournemire
GTRPP	9 juin 2022	• Bilan des travaux issus des avis du GP MED • État des lieux de la radioprotection dans le milieu médical • Thèmes de travail du GTRPP, priorisation et méthodologie de travail
GPESPN	10 juin 2022	• Réunion d'information « Traitement thermique de détentionnement »
GPR	16 juin 2022	• Examen du REX de l'exploitation des REP d'EDF pour l'année 2020
GPRP	5 juillet 2022	• Actualités internationales: les actualités de la CIPR, de l'AIEA et de la commission européenne • Échange portant sur la participation des experts du GPRP à la réunion du GPR du 16 juin 2022 portant sur l'analyse du REX de l'exploitation des REP en 2020 • Bilan des travaux issus des avis du GPRADE et GP MED • Programme de travail du GPRP (travaux en cours, travaux à initier et priorisation): état d'avancement de la saisine portant sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsé et du groupe de réflexion portant sur la communication sur le risque
GPR	7 et 8 juillet 2022	• Examen du REX, pour la période allant de 2010 à 2019, du comportement du combustible (assemblages combustible et grappes) mis en œuvre dans les REP d'EDF en France
GPR	12 juillet 2022	• Réunion d'information: avancement des instructions en vue de la prise de position de l'ASN relative à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville
GPD	13 au 15 septembre 2022	• Rencontre entre le GPD et la commission allemande de gestion nucléaire ( <i>Deutsche Entsorgungskommission – ESK</i> ) suivie d'une visite du KTE ( <i>Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH</i> ) et d'une installation nucléaire de traitement de combustibles nucléaires
GTRPP	20 septembre 2022	• Présentation des saisines: nouveaux médicaments radiopharmaceutiques – projet d'avis aux promoteurs dans le cadre d'essais cliniques ou investigations cliniques et niveaux de référence diagnostiques en mammographie • L'intelligence artificielle dans le monde médical: quels enjeux? – Points de vue des organismes notifiés et des industriels des dispositifs médicaux
GPESPN/ GPR	22 et 23 septembre 2022	• Avis et recommandations relatifs aux fissures de corrosion sous contraintes détectées sur des tuyauteries auxiliaires en acier austénitique du circuit primaire principal de différents REP du parc d'EDF
GPRP	7 octobre 2022	• Actualités internationales: les actualités de l'AEN, le Comité de protection radiologique et de santé publique ( <i>Committee on Radiological Protection and Public Health</i> ) et HERCA • Présentation du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement et réflexions autour de sa modernisation • Programme de travail du GPRP (travaux en cours, travaux à initier et priorisation): état d'avancement de la saisine portant sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsé et du groupe de réflexion portant sur la communication sur le risque / présentation de la saisine portant sur le projet d'avis aux promoteurs dans le cadre d'essais cliniques ou investigations cliniques • État des lieux de la radioprotection
GPESPN	30 novembre et 1 <sup>er</sup> décembre 2022	• Réunion d'information: restitution de la clôture des instructions relatives à l'EPR • Réunion d'information: présentation du projet EPR2 et prise en compte du REX – volet ESPN
GPR	5 décembre 2022	• Réunion d'échanges dans le domaine de la sûreté des REP entre entités équivalentes étrangères
GPRP	16 décembre 2022	• Actualités internationales: présentation du programme de l'Organisation mondiale de la santé sur les rayonnements ionisants • Programme de travail du GPRP: point d'avancement sur la saisine portant sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsé – présentation de la saisine communication sur le risque • Présentation du rapport IRSN portant sur l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants – bilan 2021 • Présentation de la refonte de Siseri (Siseri-2)

**GPESPN « équipements sous pression nucléaires »**

Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le [GPESPN](#) rassemble des experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP et compte 29 membres.

**GPRP « radioprotection »**

Présidé par M. Jean-Luc Godet, le [GPRP](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la :

- radioprotection des travailleurs, du public et de l'environnement pour les applications médicales et médico-légales, vétérinaires, industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, rayonnements cosmiques ou telluriques);
- radioprotection des patients.

En 2022, le GPRP a élaboré son programme de travail qui porte notamment sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsés, la communication sur le risque, les travaux à l'international, l'intelligence artificielle et l'innovation numérique et son impact sur la radioprotection, ou encore pour le domaine spécifique du médical, les niveaux de référence diagnostiques (NRD) en mammographie et l'évaluation des enjeux de radioprotection dans le cadre notamment des essais cliniques pour les nouveaux médicaments radiopharmaceutiques.

En 2022, le GPRP a tenu quatre réunions plénières.

En raison des spécificités des sujets relatifs à la radioprotection des patients, un groupe de travail dédié à ces questions est rattaché au GPRP (GTRPP). Le GTRPP est présidé par M. Thierry Sarrazin et est composé de 25 experts, dont neuf experts communs avec le GPRP.

En 2022, le GTRPP a tenu trois séances plénières dont une commune avec le GPRP.

**GPR « réacteurs nucléaires »**

Présidé par Thierry Charles depuis 2020, le [GPR](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, il est composé de 36 membres.

**GPT « transports »**

Le [GPT](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports de matières radioactives. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, il est composé de 26 membres et est présidé par Pierre Maleysis.

**GPU « laboratoires et usines »**

Présidé par Alain Dorison, le [GPU](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, il est composé de 32 membres.

**2.5.3 Le comité scientifique**

L'ASN s'appuie sur un [comité scientifique](#) placé auprès du collège pour l'accompagner dans l'identification des sujets de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le collège de l'ASN a nommé les sept membres actuels du comité scientifique, désignés pour leurs compétences notamment dans les domaines de la recherche. Sous la présidence de Michel Schwarz, le comité rassemblera jusqu'en décembre 2023 Christophe Badie, Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Catherine Luccioni, Philippe Maingon, Jean-Claude Micaelli et Marc Vannerem. Le comité scientifique a tenu deux réunions plénières annuelles en 2022. Il a poursuivi ses rencontres avec les organismes de recherche notamment dans les domaines du vieillissement des matériaux métalliques des réacteurs électronucléaires et de la métrologie de sites nucléaires en situation d'assainissement.

Il a également rédigé un avis sur les recherches à mener sur le [dispositif médical à base de microsphères marquées par l'yttrium-90](#), publié sur le site de l'ASN.

**2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN**

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé en 2022 environ 200 000 euros de crédits.

L'ASN a ainsi été en mesure de financer les expertises nécessaires à l'instruction des analyses de sûreté soumises par le CEA et relatives à l'installation nucléaire Cabri. Elle a également publié un accord-cadre visant à l'appuyer dans la définition et la mise en œuvre du contrôle des projets complexes d'EDF, du CEA et de l'Andra.

**2.6 Les groupes de travail pluralistes**

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

**2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs**

L'[article L. 542-1-2 du code de l'environnement](#) prescrit l'élaboration d'un [PNGMDR](#), révisé tous les cinq ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail chargé du suivi de la mise en œuvre du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition énergétique et par l'ASN.

Ce groupe de travail fait partie du nouveau système de gouvernance du PNGMDR, qui comporte également une « Commission orientations » ayant vocation à éclairer le ministère sur les enjeux stratégiques du plan, et à laquelle l'ASN participe, sans voix délibérative toutefois.

Le chapitre 14 présente plus en détail le PNGMDR et son système de gouvernance.

**2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire**

En application d'une [directive interministérielle](#) du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une [situation d'urgence radiologique](#), l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel ([Codirpa](#)).

TABLEAU 2 Statut et activités des principales autorités de sûreté nucléaire civiles<sup>(\*)</sup>

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			ACTIVITÉS						
	ADMINISTRAT- TION	AGENCE GOUVERNE- MENTALE	AGENCE INDÉPEN- DANTE	SÛRETÉ DES INSTAL- LATIONS CIVILES	RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		SÛRETÉ DES TRANSPORTS
					GRANDES INSTAL- LATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
<b>Europe</b>										
Allemagne/ Bmub + Länder	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/STUK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ASN			■	■	■	■	■	■ <sup>(**)</sup>		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■			■	■	■
Suède/SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ENSI			■	■	■				■	■
<b>Autres pays</b>										
Canada/CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/NNSA	■			■	■	■		■	■	■
Corée/NSSC		■		■	■	■		■	■	■
États-Unis/NRC			■	■	■	■	■	■	■	■ <sup>(***)</sup>
Inde/AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ Rostekhnadzor	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

\* Présentation schématique et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.

\*\* La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2017.

\*\*\* Transport national seulement.

### TAXE INB, TAXES ADDITIONNELLES « RECHERCHE », « ACCOMPAGNEMENT » ET « STOCKAGE », CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA ET CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les INB instituée par l'article 43 de la [loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999](#) de finances pour 2000. Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 559,77 M€ en 2022. Il est versé au budget de l'État.

De plus, ladite loi crée aussi, pour certaines INB, trois taxes additionnelles dites respectivement « recherche », « accompagnement » et « stockage ». Ces taxes sont affectées au financement des actions de développement économique et au financement des activités de

recherche sur le stockage souterrain et l'entreposage réalisées par l'Andra. Le produit de ces taxes représente 126,18 M€ en 2022, dont 3,30 M€ ont été reversés en 2022 aux communes et établissements publics de coopération intercommunale autour du centre de stockage.

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnancement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'article 58 de la [loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013](#) de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde.

À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 80,7 M€ en 2022.

Enfin, l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2022, le produit de cette contribution représente 61,09 M€.

Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

### 2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants

Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#)) a été créé le 8 juillet 2019.

Présidé par l'ASN, ce comité est composé de 16 experts nommés par l'ASN, issus des sociétés savantes, et de représentants des institutions sanitaires françaises. Le sous-groupe d'experts travaillant sur la plateforme de radiothérapie auto-blindée ZAP-X s'est réuni le 31 mai 2022. Un avis du Canpri est en cours de rédaction. Le sous-groupe travaillant sur la thérapie flash s'est réuni les 20 octobre et 10 novembre 2022. Les actions de ce sous-groupe se poursuivront en 2023.

### 2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains ([Cofsoh](#)). Les finalités du Cofsoh sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les FSOH; d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du Plan national de gestion des risques liés au radon. Le comité a élaboré en 2019 et 2020 le [4<sup>e</sup> plan radon pour la période 2020-2024](#) qui a été publié début 2021 (voir chapitre 1). Le comité s'est réuni six fois à cet effet. Dans le cadre de ce plan, l'ASN pilote depuis 2018 un groupe de travail chargé de coordonner les actions de [communication sur la gestion du risque radon](#).

## 2.7 Les autres acteurs

Dans le contexte de ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

### 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1<sup>er</sup> mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site [ansm.sante.fr](#) présente l'Agence et son action. Cette convention est en cours de renouvellement.

### 2.7.2 La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site [has-sante.fr](#) présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS existe depuis 2008; elle a été renouvelée le 2 mars 2021 pour six ans. Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et fait l'objet de mises à jour régulières.

### 2.7.3 L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site [e-cancer.fr](#) présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

## 2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

Le tableau 2 décrit le statut et les activités des autorités de sûreté. En matière de statut, la plupart des autorités sont des agences gouvernementales ou des agences indépendantes. Sur le plan des activités, la plupart d'entre elles contrôlent l'ensemble du spectre des activités nucléaires, y compris en matière de protection contre la malveillance (à l'exception de la France pour les actes de malveillance).

TABLEAU 3 Répartition des contributions des exploitants

EXPLOITANT	MONTANT POUR 2022 (en millions d'euros)			
	TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
EDF	530,60	96,67	63,00	47,48
Orano-Framatome	18,00	6,20	4,00	5,42
CEA	4,51	18,34	13,70	7,08
Andra	5,41	3,30	-	0,40
Autres	1,25	1,67	-	0,71
<b>Total</b>	<b>559,77</b>	<b>126,18</b>	<b>80,70</b>	<b>61,09<sup>(*)</sup></b>

\* Le montant alloué à l'IRSN est plafonné à 61,09 M€.

### 3. Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

Dans la loi de finances 2022, le montant du budget de l'ASN (action 9 du programme 181 « Prévention des risques ») était de 68,30 M€ en crédits de paiement. Il comprenait 50,67 M€ au titre des dépenses de personnel et 17,63 M€ en crédits de paiement au titre des crédits de fonctionnement, des services centraux et des 11 divisions territoriales de l'ASN et des crédits d'intervention.

Les moyens budgétaires de l'ASN se répartissent sur cinq programmes de politiques publiques différents :

- l'action 9 « Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection » du programme 181 « Prévention des risques » porte les effectifs et les crédits de personnel de l'ASN ainsi que les dépenses de fonctionnement, d'investissement et d'intervention engagées au titre de la réalisation de ses missions ;
- en outre, un certain nombre de charges relatives au fonctionnement (du siège et des divisions) sont intégrées dans les programmes supports du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (programme 218), du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (programme 217) et du Secrétariat général du Gouvernement (programme 354). Le patrimoine de l'ASN sur ces différents programmes, tant en matière d'actes réalisés pour l'ASN que de crédits, ne peut être connu avec précision en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes ;
- enfin, en application des dispositions de l'article L. 592-14 du code de l'environnement, « l'Autorité de sûreté nucléaire est consultée par le Gouvernement sur la part de la subvention de

*l'État à l'IRSN correspondant à la mission d'appui technique apporté par cet Institut à l'Autorité. »* Ces crédits d'appui à l'ASN sont inscrits sur l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ».

Le budget global de l'IRSN pour 2022 s'élevait quant à lui à 288 M€ dont 83,5 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (41,8 M€) du programme 190 (voir ci-après). L'autre partie (41,7 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010.

Au total, en 2022, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 300,34 M€.

À titre de repère, le montant des taxes recouvrées par l'ASN s'est élevé en 2022 à 766,66 M€ :

- 559,77 M€ au titre des taxes sur les INB (versés au budget général de l'État) ;
- 126,18 M€ au titre des taxes additionnelles « accompagnement », « stockage » et « recherche » (affectés à divers établissements dont l'Andra, communes et GIP) ;
- 80,7 M€ au titre de la contribution spéciale pour la gestion des déchets radioactifs (affectés à l'Andra).

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

### 4. Perspectives

L'année 2023 sera la première année de mise en œuvre du nouveau plan stratégique pluriannuel de l'ASN. Au plan organisationnel, il s'agira, d'une part, de renouveler l'organisation du travail pour mieux tirer parti des moyens de travail à distance ; d'autre part, de tirer pleinement parti de la transversalité entre toutes les entités, le cas échéant dans des formats « projet » adaptés aux situations. L'ensemble des transformations internes s'inscrira dans une démarche éco-responsable.

En matière de compétences, l'ASN adaptera celles-ci aux nouveaux enjeux afin de renforcer le contrôle des facteurs organisationnels et humains, de la gestion de projets ainsi que des capacités industrielles des exploitants et de leurs fournisseurs.

En matière budgétaire et financière, les travaux permettant de conforter le financement tant au niveau de son fonctionnement que de ses capacités d'expertise seront poursuivis.

En matière d'expertise, l'année 2023 verra débiter le nouveau mandat, avec une composition renouvelée, de six groupes permanents d'experts (GPDEM, GPR, GPU, GPT, GPD et GPESPN) dont il est attendu une sollicitation plus importante au cours des prochaines années compte tenu de l'accroissement du volume des instructions à enjeux. L'ASN va également renforcer son processus de recours à une expertise externe, afin de répondre aux besoins spécifiques des instructions prévues à court et moyen termes.

**TABLEAU 4** Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES
				LFI 2021 AE (M€)	LFI 2021 CP (M€)	LFI 2022 AE (M€)	LFI 2022 CP (M€)	TAXE 2022 SUR LES INB (M€)
Mission ministérielle <b>Écologie, développement et aménagement durables</b>	Programme 181: Prévention des risques	Action 9: Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	49,41	49,41	50,67	50,67	559,78
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	59,73	17,73	12,93	17,63	
			<b>Total</b>	<b>109,14</b>	<b>67,14</b>	<b>63,60</b>	<b>68,30</b>	
		Action 1: Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement (évaluation) du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire	0,15	0,15	0,15	0,15	
			<b>Sous-total</b>	<b>109,29</b>	<b>67,29</b>	<b>63,75</b>	<b>68,45</b>	
Mission ministérielle <b>Direction de l'action du Gouvernement</b>	Programme 217: Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables Programme 354: Administration territoriale de l'État	-	Une partie du fonctionnement mutualisé des 11 divisions territoriales de l'ASN (immobilier, etc.)	Les crédits consacrés à l'ASN sur ces différents programmes ne sont pas identifiables en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes				559,78
Mission interministérielle <b>Gestion des finances publiques et des ressources humaines</b>	Programme 218: Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Une partie du fonctionnement mutualisé des services centraux de l'ASN					
Mission interministérielle <b>Recherche et enseignement supérieur</b>	Programme 190: Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	Sous-action 11-2 (axe 3): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	41,80	41,80	41,80	41,80	
		Sous-action 11-2 (3 autres axes): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	125,40	125,40	129,00	129,00	
		Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités de l'IRSN (hors appui technique à l'ASN)	-	19,40	19,40	19,36	19,36	
		Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	-	41,90	41,90	41,73	41,73	
		<b>Sous-total</b>		<b>228,50</b>	<b>228,50</b>	<b>231,89</b>	<b>231,89</b>	<b>559,78</b>
		<b>Total général (hors IRSN et programmes 217, 218 et 354)</b>		<b>192,99</b>	<b>150,99</b>	<b>147,28</b>	<b>151,98</b>	<b>559,78</b>
		<b>Total général ASN et IRSN (hors programmes 217, 218 et 354)</b>		<b>337,79</b>	<b>295,79</b>	<b>295,64</b>	<b>300,34</b>	

Le bail de l'ASN a été renouvelé par anticipation pour une durée ferme de 9 ans en 2021. L'engagement a été réalisé en 2021 pour un montant total de 38,3 M€, montant qui prend en compte le loyer, les charges et les taxes prévisionnelles, ce qui explique le montant exceptionnel d'autorisations d'engagement par rapport aux autres années.





# Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

<b>1</b>	<b>Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités</b> .....	p. 150
1.1	Les principes de la mission de contrôle de l'ASN	
1.2	Le champ du contrôle des activités nucléaires	
<b>2</b>	<b>Proportionner le contrôle aux enjeux</b> .....	p. 151
2.1	Le contrôle réalisé par l'ASN	
2.2	Les contrôles internes effectués par les exploitants	
2.2.1	Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base	
2.2.2	Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	
2.3	L'agrément d'organismes et de laboratoires	
<b>3</b>	<b>Réaliser un contrôle efficace</b> .....	p. 154
3.1	L'inspection	
3.1.1	Les objectifs et les principes de l'inspection	
3.1.2	Les moyens mis en œuvre pour l'inspection	
3.1.3	L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression	
3.1.4	L'inspection du transport de substances radioactives	
3.1.5	L'inspection dans le nucléaire de proximité	
3.1.6	Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN	
3.1.7	Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels	
3.2	L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant	
3.2.1	L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base	
3.2.2	L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique	
3.3	Les enseignements tirés des événements significatifs	
3.3.1	La démarche de détection et d'analyse des anomalies	
3.3.2	La mise en œuvre de la démarche	
3.3.3	L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire	
3.3.4	Le bilan statistique des événements	
3.4	La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations	
3.5	L'information sur l'action de contrôle de l'ASN	
<b>4</b>	<b>Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement</b> .....	p. 161
4.1	Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires	
4.1.1	Le suivi et le contrôle des rejets	
4.1.2	L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires	
4.1.3	Les contrôles effectués dans le cadre européen	
4.2	La surveillance de l'environnement	
4.2.1	Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement	
4.2.2	L'objet de la surveillance de l'environnement	
4.2.3	Le contenu de la surveillance	
4.2.4	La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN	
4.3	Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures	
4.3.1	La procédure d'agrément des laboratoires	
4.3.2	La commission d'agrément	
4.3.3	Les conditions d'agrément	
<b>5</b>	<b>Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements</b> .....	p. 168
5.1	Le contrôle relatif aux fraudes	
5.2	Le traitement des signalements	
<b>6</b>	<b>Relever et faire corriger les écarts</b> .....	p. 170
6.1	Les mesures de coercition et les sanctions administratives	
6.2	Les suites données aux infractions pénales	

**E**n France, le responsable d'une activité nucléaire doit en assurer la sûreté et ne peut déléguer cette responsabilité. Il doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé. Compte tenu des risques liés aux [rayonnements ionisants](#) pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la [réglementation](#) en matière d'environnement et d'équipements sous pression (ESP) dans les installations nucléaires de base (INB).

Le [contrôle des activités nucléaires](#) est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise, en premier lieu, à s'assurer que tout responsable

d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations. L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement de ses responsables et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

## 1. Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

### 1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN vise, en premier lieu, à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité et à l'exploitation des installations nucléaires.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;
- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

### 1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

L'[article L. 592-22 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'INB ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives (TSR) ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants ;
- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants, telles que les organismes et laboratoires agréés ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB. Le chapitre 10 détaille les actions particulières de l'ASN en 2022 concernant l'inspection de la chaîne d'approvisionnement des centrales nucléaires.

Par ailleurs, au sein des INB, les inspecteurs de l'ASN disposent des droits et prérogatives dévolus aux inspecteurs de l'environnement pour le contrôle des dispositions relatives à la protection de l'environnement.

*Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.*

L'ASN contrôle également [les organismes et les laboratoires](#) qu'elle agréé dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection. L'ASN exerce la mission d'[inspection du travail](#) dans les centrales nucléaires (voir chapitre 10).

## 2. Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son [action de contrôle](#) de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience (REX) de plus de 40 ans de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses [homologues étrangers](#).

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :

- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de REX notamment par l'analyse des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes, etc.).

La réalisation de certains contrôles par des organismes et des laboratoires, qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN, contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

### 2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

#### Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire recouvre l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au TSR, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La [sûreté des installations nucléaires](#) repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires ([collection Sécurité n° 110](#)) puis repris en grande partie dans la [directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014](#) modifiant celle de 2009 :

- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le [code de l'environnement](#) définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités intéressant la défense qui sont régies par les dispositions du [code de la défense](#).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations, ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

#### Le contrôle des équipements sous pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux équipements sous pression dont font partie les ESPN.

Le code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de [contrôle](#) du suivi en service des ESP implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des équipements sous pression fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

#### Le contrôle du transport de substances radioactives

Le [transport](#) comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis.

#### Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la [radioprotection](#).

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles et vérifications techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la [directive européenne 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

### Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les [missions d'inspection du travail](#) dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance.

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives) ;
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail ;
- informer l'administration des évolutions du travail et les carences éventuelles de la législation ;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la Direction générale du travail.

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales ([convention n° 81](#) de l'Organisation internationale du travail – OIT) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (20 agents habilités inspecteurs du travail par l'ASN, représentants 8,20 équivalents temps plein – ETP, dont 2 ETP pour la mission inspection du travail) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des commissions santé, sécurité et conditions de travail (CSSCT) et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail, ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

## 2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

### 2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base

L'ASN a adopté en 2017 une décision ([n° 2017-DC-0616 du 30 novembre 2017](#)) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

### 2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des [articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du code du travail](#) précisent les vérifications qui doivent être déclinées, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité), le cas échéant renouvelées, et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection).

## 2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les organismes et laboratoires indépendants qu'elle agréé et dont elle surveille l'action.

L'[article L. 592-21 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection. La [liste des organismes et laboratoires agréés](#) est disponible sur [asn.fr](#).

À ce titre, l'ASN agréé des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :

- vérifications en radioprotection ;
- mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ;
- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des ESP en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique

TABLEAU 1 Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection

	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants)</li> <li>• Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical</li> <li>• Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333-8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants</li> </ul>
Organismes agréés pour les vérifications en radioprotection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique</li> <li>• Audit de l'organisme</li> <li>• Délivrance de l'agrément</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de deuxième niveau :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes</li> <li>– contrôles de supervision inopinés sur le terrain</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des vérifications en radioprotection</li> </ul>

et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agréée et la remise obligatoire d'un rapport annuel.

En 2021, les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection ont réalisé 87 304 vérifications, dont la répartition par type de source et par domaine figure dans le tableau 2.

Les rapports des vérifications réalisées dans chaque établissement par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :

- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN ;
- des inspections.

L'examen de ces rapports permet, d'une part, de vérifier que les vérifications obligatoires ont bien lieu, d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

L'ASN agréée également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3).

La liste des agréments délivrés par l'ASN est tenue à jour sur [asn.fr](http://asn.fr).

Par ailleurs, l'ASN agréée, après avis de la sous-commission permanente chargée du transport de marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques :

- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives ; deux organismes sont agréés ;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>) ;
- les organismes chargés de l'homologation de type conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport de marchandises dangereuses de la classe 7 ;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d'UF<sub>6</sub>.

Au 31 décembre 2022, sont agréés ou habilités par l'ASN :

- 23 organismes chargés des vérifications en radioprotection. 4 renouvellements ont été délivrés au cours de l'année 2022 ;
- 83 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments. Quinze de ces organismes sont agréés pour identifier les sources et voies d'entrée du radon dans les bâtiments. L'ASN a délivré 52 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2022 ;
- 4 organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre de l'évaluation de la conformité des ESPN neufs ;
- 2 organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre du suivi en service ;
- 3 organismes habilités pour les ESP et les récipients à pression simple dans le périmètre des INB (suivi en service) ;
- 17 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des récipients à pression simple dans le périmètre des centrales nucléaires ;
- 67 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 978 agréments, dont 139 agréments ou renouvellements délivrés ou maintenus au cours de l'année 2022.

En 2022, la réglementation sur le mesurage du radon dans les établissements recevant du public a évolué :

- la [décision n° 2022-DC-0743 du 13 octobre 2022](#) remplace la décision n° 2009-DC-0134 du 7 avril 2009. La principale modification correspond à la suppression du niveau d'agrément 1 option B pour la réalisation du dépistage du radon, ainsi que des contrôles d'efficacité et de pérennité des techniques de réduction, dans des cavités et des ouvrages souterrains, car il n'a pas été identifié d'établissement recevant du public (ERP) en milieu souterrain. Les autres évolutions ou précisions qui ont été intégrées au texte sont les suivantes : détail des critères d'agrément et de retrait de l'agrément, allongement de la durée maximale d'un premier agrément qui est portée à deux ans (au lieu d'un an), allègement du dossier à fournir lorsque l'organisme dispose d'une accréditation, révision de la composition de la commission d'agrément et actualisation du contenu du dossier de demande d'agrément et du contenu attendu des rapports et modèles de rapports ;
- la [décision n° 2022-DC-0744 du 13 octobre 2022](#) remplace la décision n° 2009-DC-0136 du 7 avril 2009. La rédaction a été revue en matière d'objectifs pédagogiques et de compétences attendues, exprimées en matière de savoir et de savoir-faire. La durée minimale de la formation du niveau 2 est portée à 14 heures au lieu d'un jour et une répartition entre modules théorique et pratique est précisée ;
- la [décision n° 2022-DC-0745 du 13 octobre 2022](#) remplace la décision n° 2015-DC-0507 du 9 avril 2015. Le système d'information en santé environnement des ERP (SISE-ERP) va être abandonné au profit de l'application [demarches-simplifiees.fr](http://demarches-simplifiees.fr), d'utilisation plus simple et permettant de constituer un historique des résultats.

Les trois décisions actualisent également les dispositions actuelles, en intégrant la rédaction et les nouvelles références réglementaires du code de la santé publique issues du décret de 2018.

Les décisions de l'ASN relatives aux organismes agréés pour le mesurage du radon vont également être mises à jour afin de prendre en compte notamment les évolutions récentes du code du travail puisque, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022, seuls des organismes accrédités interviennent pour la vérification initiale des lieux de travail mentionnée à l'article R. 445144 du code du travail.

En 2023, la réglementation concernant les vérifications et prestations réalisées par les organismes agréés en radioprotection (OARP) va évoluer.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, l'[arrêté du 24 octobre 2022](#) relatif aux modalités et aux fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'une activité nucléaire a abrogé la décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN du 4 février 2010 définissant les modalités de vérification des OARP. Ce texte modifie le champ des vérifications des OARP. L'arrêté s'applique aux activités nucléaires médicales et industrielles soumises aux régimes de déclaration, d'enregistrement et d'autorisation prévus par le code de la santé publique, et lorsque ces activités génèrent des effluents ou des déchets contaminés par des radionucléides ou susceptibles de l'être, y compris par activation. Il ne s'applique pas aux activités nucléaires dont les seuls déchets générés sont des pièces activées indissociables d'un accélérateur de particules tel que défini à l'annexe 13-8 au code de la santé publique.

En 2023, une décision de l'ASN complétera les règles que le responsable d'une activité nucléaire est tenu de faire vérifier par un OARP ou par l'IRSN précisées dans l'arrêté du 24 octobre 2022. Cette décision s'appuie sur des règles définies dans la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents

TABLEAU 2 Vérifications de radioprotection réalisées en 2021 par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection

	MÉDICAL	VÉTÉRIINAIRE	RECHERCHE/ ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
Sources scellées	1781	3	1 409	7 095	9 455	19 743
Sources non scellées	299	6	730	41 718	1247	44 000
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	2 585	191	43	719	7	3 545
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	12 864	738	615	4 847	230	19 294
Accélérateurs de particules	444	2	33	214	29	722
Total	17 973	940	2 830	54 593	10 968	87 304

et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, ainsi que dans la [décision n° 2014-DC-0463 du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de conception, l'exploitation et la maintenance des installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Par ailleurs, la [décision n° 2010-DC-0191 du 22 juillet 2010](#) sera remplacée en 2023 par une nouvelle décision de l'ASN fixant les conditions et les modalités d'agrément des organismes chargés des vérifications mentionnées à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique.

### 3. Réaliser un contrôle efficace

#### 3.1 L'inspection

##### 3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

L'[inspection](#) conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :

- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection ; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et à apprécier les évolutions possibles de la situation ;
- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité ;
- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive, elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

##### 3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :

- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts ;
- d'inspections, sur un échantillon représentatif, d'autres activités nucléaires ;
- de contrôles des organismes et laboratoires agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport, etc.). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :

- les inspections courantes ;

- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante ;
- les [inspections de revue](#), qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés ;
- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant ;
- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement ;
- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions<sup>1)</sup> qui portent notamment sur :

- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections) ;
- la participation à des réunions de commissions santé et sécurité et conditions de travail, de comités sociaux et économiques et de commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (chantier EPR) ;
- la réalisation d'enquêtes sur demande, sur plainte ou sur information à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

Pendant la pandémie, l'ASN a mis en place des modalités de contrôle à distance. Ce type de contrôle est devenu un outil à disposition des inspecteurs, qui est adapté à certaines thématiques d'inspections. Néanmoins, l'inspection sur site reste le mode de contrôle préférentiel.

1. L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.

01  
02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10  
11  
12  
13  
14  
AN

La mise en place de ces modalités de contrôle à distance a conduit l'ASN à modifier les indicateurs relatifs aux inspections. Pour ce type d'inspection, l'examen critique de documents transmis par un responsable d'activité nucléaire, réalisé lors des phases de préparation des inspections sur site, devient prépondérant. Il n'est dès lors plus possible de discerner la préparation de l'inspection, impliquant cet examen documentaire, de l'inspection elle-même.

Par conséquent, les paragraphes suivants présenteront le nombre de jours.inspecteur correspondant aux inspections sur site et le nombre d'inspections à distance. Le nombre de jours.inspecteur dans ces paragraphes n'est donc pas directement comparable à celui des années antérieures à 2020, car il ne reflète que le temps passé sur site sans prendre en compte les inspections à distance.

Par ailleurs, le tableau 5 présente le nombre total de jours.inspecteur consacrés aux inspections, que celles-ci soit réalisées sur site, à distance, ou selon des modalités mixtes.

L'ASN adresse à l'exploitant une [lettre de suite d'inspection](#), publiée sur [asn.fr](#), qui formalise :

- le constat d'écart entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation ;
- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires ;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

La lettre de suite priorise les actions demandées par l'ASN afin que les exploitants puissent également mettre en œuvre une approche graduée dans le traitement des écarts relevés et pilotent au mieux les moyens dont ils disposent.

En 2022, l'ASN a finalisé son travail pour faire évoluer la rédaction de ses lettres de suite d'inspection. L'objectif principal a été de renforcer et de rendre plus lisible son approche graduée. Ce travail a abouti notamment à une nouvelle présentation des demandes, constats et observations en fonction de leurs enjeux et à un renforcement du suivi des suites données aux inspections pour les sujets à plus forts enjeux. Cette révision a été mise en œuvre à partir de mi-2022.

Les lettres de suite sont désormais structurées ainsi :

- une synthèse de l'inspection, qui présente les sujets examinés, le déroulement de l'inspection et l'appréciation portée par les inspecteurs. Elle peut inclure l'évolution observée par rapport à une précédente inspection ;
- les faits constatés lors de l'inspection qui, selon leurs enjeux ou leurs conséquences, font soit l'objet de demandes argumentées et hiérarchisées, soit sont simplement notifiés à l'entité contrôlée sans appeler de réponse formelle de sa part à l'ASN, selon le plan suivant :
  - I. les demandes d'actions à traiter prioritairement, dont les enjeux justifient un traitement réactif et un suivi plus approfondi ;
  - II. les autres demandes : actions à traiter dans le cadre d'un plan d'action assorti d'échéances soumis à la validation de l'ASN ;

III. les constats et observations n'appelant pas de réponse : constats de moindre enjeu effectués au cours de l'inspection, qui n'appellent pas formellement de réponse de la part de l'entité contrôlée à l'ASN mais qu'elle devra néanmoins prendre en compte, ainsi que les observations que les inspecteurs souhaitent formuler. En cas de récurrence illustrant une déficience systémique, ces constats de moindre enjeu pourront faire l'objet de demandes.

Les demandes figurant dans les lettres de suite peuvent concerner aussi bien des demandes d'actions correctives ou d'informations complémentaires au regard des écarts constatés lors des inspections.

La réalisation effective des actions demandées par l'ASN fait l'objet d'un suivi proportionné aux enjeux. Ainsi, les demandes d'actions à traiter prioritairement font l'objet d'un contrôle exhaustif à l'horizon de l'échéance. Les autres demandes font l'objet d'un suivi par échantillonnage, selon des modalités adaptées (contrôle documentaire, inspection de suivi, etc.).

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 6).

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un ou plusieurs représentants de l'IRSN spécialistes de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

#### Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, en application de l'[article L. 596-2 du code de l'environnement](#) pour les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de l'[article L. 1333-29 du code de la santé publique](#) pour les inspecteurs de la radioprotection, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité.

TABLEAU 3 Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2022

CATÉGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteurs de la sûreté nucléaire	135	123	258
dont inspecteurs de la sûreté nucléaire pour le transport	13	47	60
Inspecteurs de la radioprotection	39	108	147
Inspecteurs du travail	2	18	20
Inspecteurs tous domaines confondus	157	172	329

TABLEAU 4 Nombre d'inspections par domaine en 2022

INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (HORS ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGRÉÉS	TOTAL
725	146	96	832	69	1 868

03

Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur ;

- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS), etc. Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes ;
- en organisant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques. Chaque inspecteur de l'ASN en région participe au moins à une inspection réalisée dans une région différente. Cette règle avait été profondément assouplie en 2020 compte tenu du contexte lié à la pandémie de Covid-19 et à la nécessité, durant certaines périodes, d'éviter la propagation du virus entre régions mais a été remise en vigueur en 2021.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 329 au 31 décembre 2022. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions territoriales, qui représentent 52% des inspecteurs de l'ASN. Les 157 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence ; ils représentent 48% de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 18% des inspections en 2022, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficacité de son contrôle en ciblant et en modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement.

En 2022, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1 868 inspections au total, représentant 4 093 hommes.jours d'inspection sur le terrain. Environ 4% des inspections ont été réalisées à distance. La répartition par domaine est indiquée dans le tableau 4.

#### Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en termes de contrôle (voir point 3.1). Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Ce suivi permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

#### L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des lettres de suite d'inspection sur [asn.fr](http://asn.fr).

Par ailleurs, au terme de chaque inspection de revue, l'ASN publie une [note d'information](#) sur [asn.fr](http://asn.fr).

### 3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression

En 2022, 2 439 jours.inspecteur ont été consacrés à l'inspection sur site des INB et des ESP, correspondant à 850 inspections. Parmi celles-ci, 20% ont été réalisées de façon inopinée. De plus, 21 inspections ont été conduites à distance.

Le travail d'inspection sur le terrain est réparti en 1 238 jours.inspecteur dans les centrales nucléaires (395 inspections sur site), 868 jours.inspecteur dans les autres INB (320 inspections sur site), c'est-à-dire principalement les installations du « cycle du combustible », installations de recherche et installations en démantèlement, et 333 pour les ESP (135 inspections sur site).

TABLEAU 5 Répartition par thème des jours d'inspection sur site en 2022

PAR DOMAINE	NOMBRE DE JOURS.INSPECTEUR	NOMBRE D'INSPECTIONS RÉALISÉES
Installation nucléaire de base/Réacteur à eau sous pression	1 238	395
Installation nucléaire de base/Laboratoires usines déchets et démantèlement	868	320
Installation nucléaire de base/Équipements sous pression	333	135
Nucléaire de proximité/Industrie	452	268
Nucléaire de proximité/Médical	800	427
Nucléaire de proximité/Radioactivité naturelle	26	24
Nucléaire de proximité/Sites et sols pollués	5	3
Nucléaire de proximité/Recherche	73	45
Nucléaire de proximité/Vétérinaire	30	25
Nucléaire de proximité/Autre	6	7
Transport de substances radioactives	137	92
Organismes agréés/Laboratoires agréés	127	55
Total(*)	4 093	1 796

\* L'utilisation d'arrondis sur les différents nombres résulte en un total légèrement différent de la somme de chaque ligne.

Les inspections à distance se répartissent ainsi: 8 inspections pour les centrales nucléaires, 2 inspections pour les autres INB et 11 inspections pour les ESP.

Trois inspections de revue ont été réalisées en 2022 sur les centrales nucléaires de Saint-Laurent-des-Eaux et de Penly, ainsi que sur le site de La Hague, ce qui correspond à 118 jours inspecteurs.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 450 interventions lors de 128 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

### 3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

En 2022, 137 jours inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection sur site des activités de transport, correspondant à 92 inspections sur site. Parmi celles-ci, 26% ont été réalisées de façon inopinée. Par ailleurs, 4 inspections à distance ont été réalisées.

### 3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2022, 1 392 jours inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité sur site, correspondant à 799 inspections, dont 8% inopinées, auxquelles s'ajoutent 33 inspections à distance. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel, vétérinaire, de la recherche ou de la radioactivité naturelle.

### 3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;
- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables ;
- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2022, 127 jours inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, correspondant à 55 inspections, dont 20% étaient inopinées, auxquelles s'ajoutent 14 inspections à distance.

### 3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique sous-jacent (radon dans les ERP et dans les lieux de travail).

#### Contrôler les expositions au radon

L'article R. 1333-33 du code de la santé publique prévoit que les mesures de l'activité volumique du radon dans les ERP sont réalisées soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN. Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

L'article R. 4451-44 du code du travail prévoit que les vérifications initiales de la concentration d'activité au radon, dans les zones délimitées au titre du radon, lorsqu'elle est requise, sont réalisées par des organismes accrédités.

#### Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les ARS. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la circulaire de la Direction générale de la santé du 13 juin 2007.

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

### 3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

#### 3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base

L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'appui techniques, dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes, ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des échanges techniques approfondis avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Elle est également fondée sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts (GPE) compétent ; pour les autres dossiers, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un GPE est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et équipements, notamment ceux du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au TSR.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode

d'exploitation, apportées par l'exploitant, de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation, ainsi que du REX. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

#### Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des REP, les relations avec les prestataires, etc.

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité, ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

### 3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes-rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

## 3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

### 3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

#### Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (alinéa VI de l'article 19 de la [Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994](#); alinéa V de l'article 9 de la [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997](#)) imposent aux exploitants d'INB de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, l'[arrêté « qualité » du 10 août 1984](#) imposait déjà un tel système en France.

L'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents :

- le [Guide du 21 octobre 2005](#) regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB. Il concerne les événements significatifs qui intéressent la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement applicables aux INB;
- le [Guide n° 11](#) du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants);

- le [Guide n° 31](#) décrit les modalités de déclaration des événements liés au transport des substances radioactives (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2017.

Ces [guides](#) sont consultables sur [asn.fr](#).

#### Qu'est-ce qu'un événement significatif ?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents, etc.) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, les exploitants nucléaires détectent et analysent plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur d'EDF.

La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en matière de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoit l'[arrêté du 7 février 2012](#) (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au TSR (par exemple, l'[accord européen pour le transport de marchandises dangereuses par la route](#)).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :

- des conséquences réelles ou potentielles sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs, etc.) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :

- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du REX de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale - INES*) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement; d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

### 3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

#### La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un TSR est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de

## CONSULTATION DU PUBLIC SUR LA RÉVISION DES MODALITÉS ET CRITÈRES DE DÉCLARATION DES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA RADIOPROTECTION

En 2018, les dispositions du code de la santé publique et du code du travail concernant l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants ont été modifiées à la suite de la transposition de la directive européenne relative aux normes de base en radioprotection.

Ces modifications touchent les obligations de déclaration à l'ASN des événements significatifs pour la radioprotection (ESR) des patients, de la population ou de l'environnement.

Aussi, l'ASN a engagé une révision des critères de déclaration de ces ESR, avec pour objectifs principaux l'homogénéisation des pratiques de déclaration entre les domaines des INB et du nucléaire de proximité, ainsi que l'amélioration de ces pratiques au regard du REX de l'application des guides existants.

Les évolutions réglementaires ont été intégrées et les nouvelles pratiques de contrôle de l'ASN, en particulier l'approche graduée adoptée fin 2017, ont été prises en compte.

Ce travail a abouti à la rédaction d'un projet de décision s'appliquant à tous les professionnels soumis aux obligations du code de la santé publique et du code du travail, et entrant dans le champ de contrôle de l'ASN : les responsables d'activités nucléaires, dont les exploitants d'INB, les professionnels de santé ainsi que les employeurs dont les salariés peuvent être exposés aux rayonnements ionisants. Le projet de décision définit les critères et les modalités de déclaration à l'ASN des ESR. Ils seront applicables aussi bien aux INB qu'au nucléaire de proximité.

Un projet de guide de l'ASN a également été rédigé. Il précise les éléments définis dans la décision afin de leur donner un caractère le plus opérationnel possible. Ce guide remplacera le Guide n° 11 qui concerne le nucléaire de proximité ainsi que l'annexe 7 du Guide 2005 applicable aux INB. Le Guide de l'ASN n° 31 relatif aux modalités de déclaration des événements liés aux TSR va aussi être modifié pour prendre en compte ces projets de décision et de guide relatifs aux ESR.

Ces projets de texte ont été soumis à [consultation du public](#) sur le site [asn.fr](#) au deuxième semestre 2022. La synthèse des observations reçues sera mise en ligne.

ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'[article R. 4451-35 du code du travail](#).

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés (quatre jours pour les événements significatifs pour le TSR), mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

Lorsqu'un même événement concerne potentiellement plusieurs installations, il est qualifié de « générique ». L'exemple le plus courant est un défaut lié à un matériel installé sur plusieurs réacteurs nucléaires (voir chapitre 10). Dans ce cas, l'ASN analyse l'événement comme un événement unique, le traitement étant principalement commun aux installations affectées. Ce processus suit les [recommandations de l'AIEA](#), qui précisent qu'une déclaration unique peut être appropriée en cas d'événement

TABLEAU 6 Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2017 et 2022

		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Installations nucléaires de base	Niveau 0	949	989	1057	1033	1068	985
	Niveau 1	87	103	112	107	103	97
	Niveau 2	4	0	3	2	1	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>1040</b>	<b>1092</b>	<b>1172</b>	<b>1142</b>	<b>1172</b>	<b>1082</b>
Nucléaire de proximité (médical et industriel)	Niveau 0	144	143	142	135	177 <sup>(*)</sup>	162
	Niveau 1	36	22	35	24	33 <sup>(*)</sup>	39
	Niveau 2	3	0	2	1	0	1
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>165</b>	<b>179</b>	<b>160</b>	<b>210</b>	<b>202</b>
Transport de substances radioactives	Niveau 0	64	88	85	71	80	76
	Niveau 1	2	3	4	4	4	12
	Niveau 2	0	0	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>75</b>	<b>84</b>	<b>88</b>
<b>Total général</b>		<b>1 289</b>	<b>1 348</b>	<b>1 440</b>	<b>1 377</b>	<b>1 466</b>	<b>1 372</b>

\* Seules les données relatives aux événements significatifs classés niveau 1 et plus sur l'échelle INES ont été mises à jour (à la suite des reclassements effectués l'année suivant celle de la déclaration).

affectant la défense en profondeur et touchant plusieurs installations similaires.

#### L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

La déclaration est complétée dans les deux mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le REX.

L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du REX des événements. Les comptes-rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants, ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et l'IRSN constituent une base du REX. L'examen du REX peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant, mais également à des évolutions de la réglementation.

Le REX comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

#### 3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les [articles L. 592-35](#) et suivants du [code de l'environnement](#) donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies par les autres bureaux d'enquêtes et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

#### 3.3.4 Le bilan statistique des événements

En 2022, 1989 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 161 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'environnement et le transport interne de matières dangereuses dans les INB dont 1 082 sont classés sur l'échelle INES (97 événements de niveau 1). Parmi ces événements, 21 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques », c'est-à-dire qu'ils concernent plusieurs réacteurs, dont 2 au niveau 1 de l'échelle INES ;
- 88 événements significatifs concernant le TSR sur la voie publique (12 événements de niveau 1 sur l'échelle INES) ;
- 740 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité, dont 202 classés sur l'échelle INES (39 événements de niveau 1 et 1 de niveau 2).

Les graphiques 1 à 6 (voir pages 162 et 163) détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2022 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

En 2022, un événement a été classé au niveau 2 sur l'échelle INES. Il concerne l'exposition accidentelle aux rayonnements ionisants d'un travailleur qui réalisait une opération de maintenance à proximité d'un générateur de rayons X utilisé à des fins de mesure d'épaisseur de tôles d'acier.

Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 6. L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'[échelle ASN-SFRO](#)<sup>(2)</sup> des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement, mais impliquant des substances non radiologiques, ne sont pas couverts par l'échelle INES. Ils sont caractérisés comme étant hors échelle INES.

#### 3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

L'action de contrôle est complétée par des [actions de sensibilisation](#) qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

L'ASN édite des fiches « Éviter l'accident » ayant pour objectif de partager ses analyses du REX.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations, mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le contrôle général des armées qui exerce le contrôle des activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées.

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

### 3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés par son programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur [asn.fr](http://asn.fr) :

- de ses [décisions](#) ;
- des [lettres de suite d'inspection](#) pour toutes les activités qu'elle contrôle ;
- des [agrèments et habilitations](#) qu'elle délivre ou refuse ;
- des [avis d'incidents](#) ;
- du bilan des [arrêts de réacteur](#) ;
- de ses [publications thématiques](#).

## 4. Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

### 4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

#### 4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

L'[arrêté INB du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets de substances radioactives ou chimiques. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans sa [décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017](#), les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux REP. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique et solidaire par [arrêté du 14 juin 2017](#).

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvement d'eau et de rejet de substances radioactives ou chimiques.

#### La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions de l'ASN encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets ou des concentrations et flux de substances chimiques rejetées, caractérisation de certains effluents avant rejet, etc.) et sur l'environnement à proximité de l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe, etc.), sur l'ensemble des paramètres pertinents pour caractériser l'impact de l'installation sur les personnes et l'environnement. Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires des exploitants.

#### Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et d'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Chaque année, elle réalise environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent en trois thèmes :

- prévention des pollutions et maîtrise des nuisances ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

L'ASN réalise également, chaque année, 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'échantillons dans les effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes précités. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées (voir chapitre 10).

#### La comptabilisation des rejets des INB

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet comptabilisées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne seront en aucun cas sous-estimées.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales, mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :

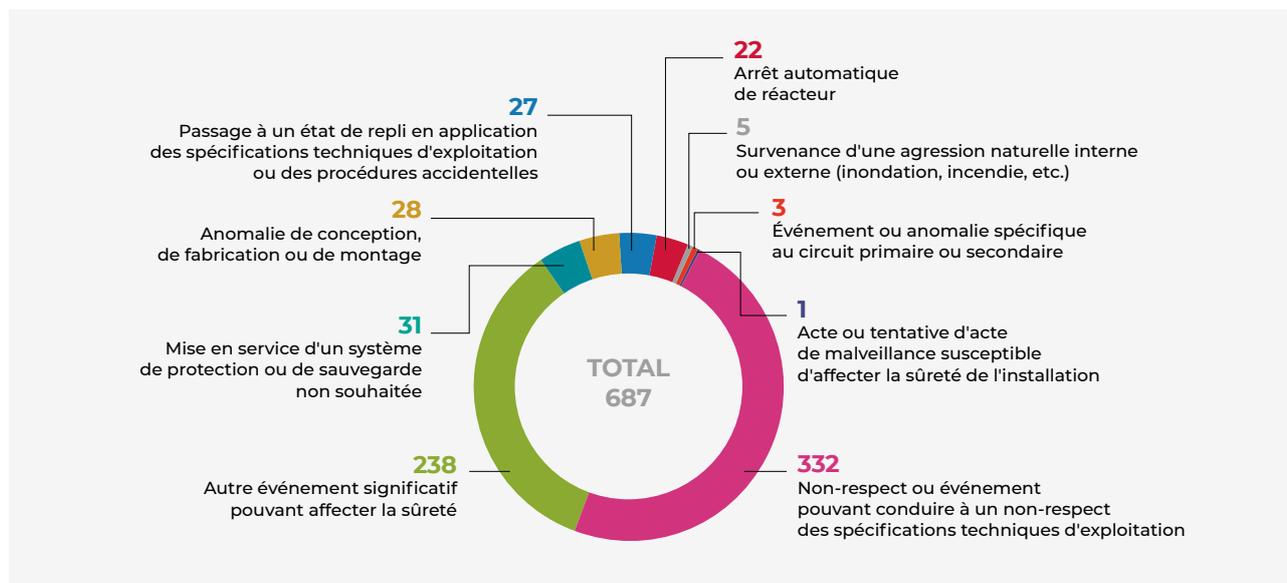
- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré page 165) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

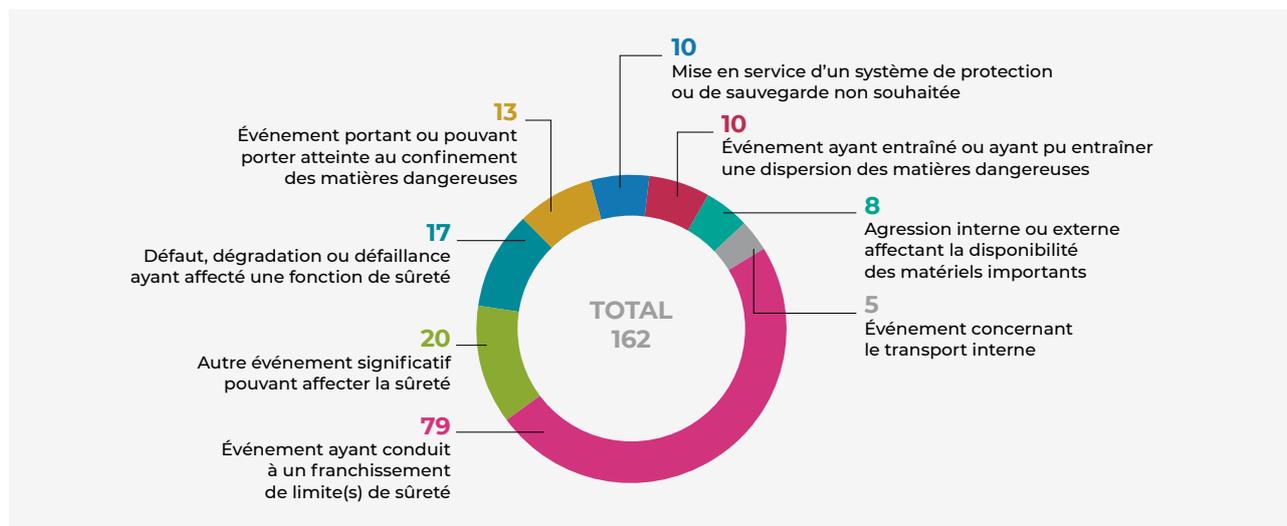
#### Le suivi des rejets dans le domaine médical

En application de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), des mesures de la radioactivité sont réalisées sur les effluents issus des établissements producteurs. Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m. Compte tenu des difficultés rencontrées pour mettre en place les autorisations de déversement de radionucléides dans les réseaux publics d'assainissement prévues par le code de la santé publique, l'ASN a créé un groupe de travail associant administrations, « producteurs » (médecins nucléaires,

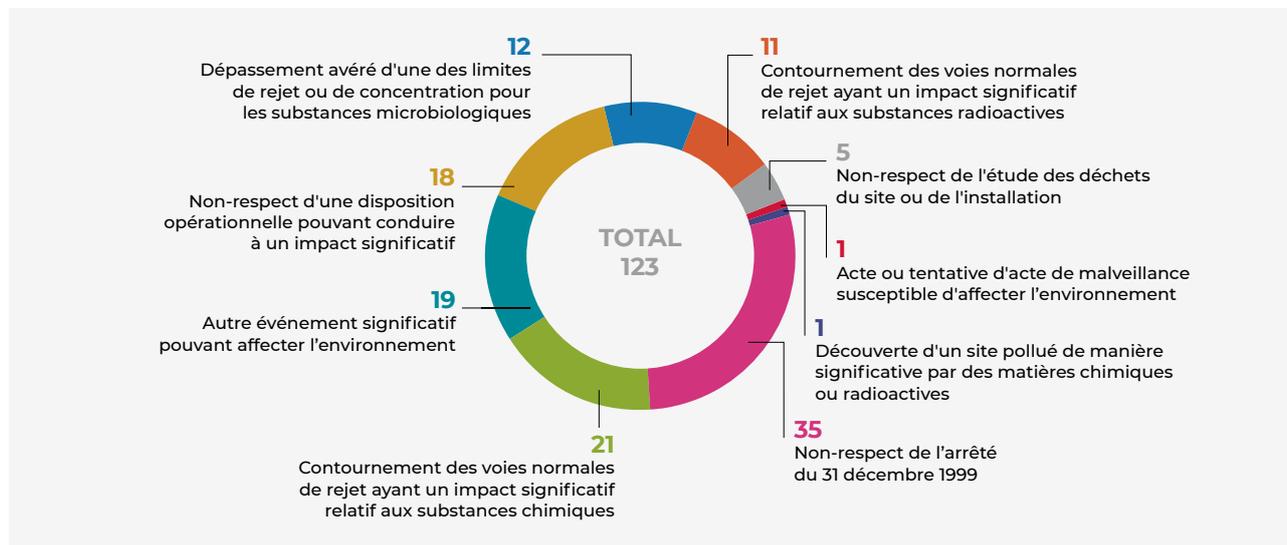
GRAPHIQUE 1 Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2022



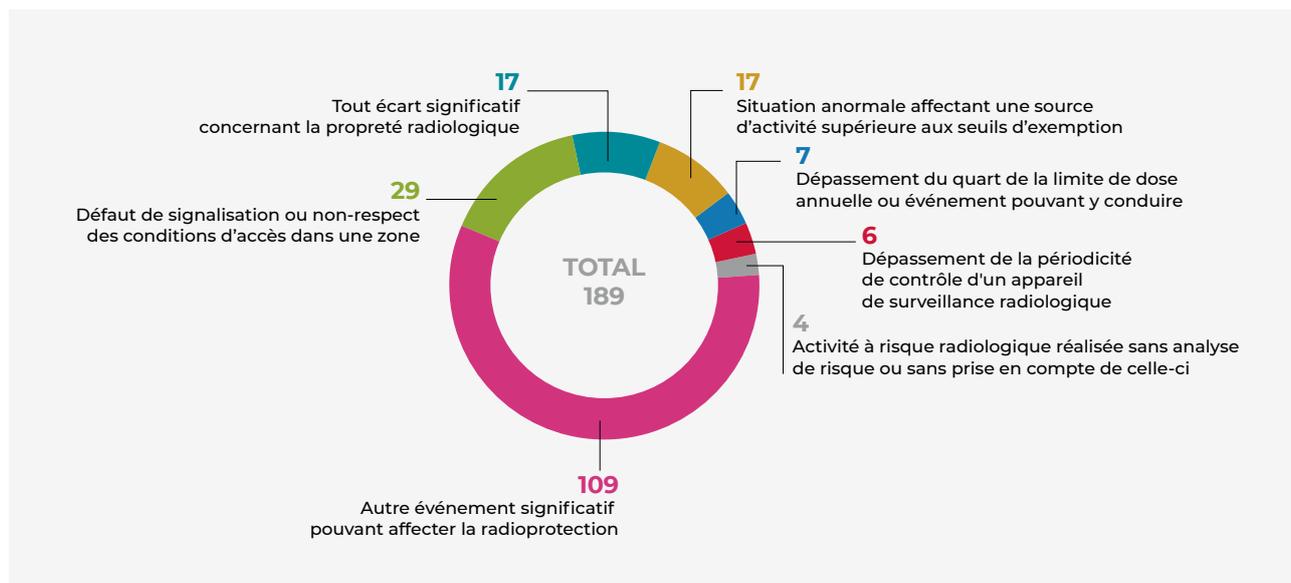
GRAPHIQUE 2 Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2022



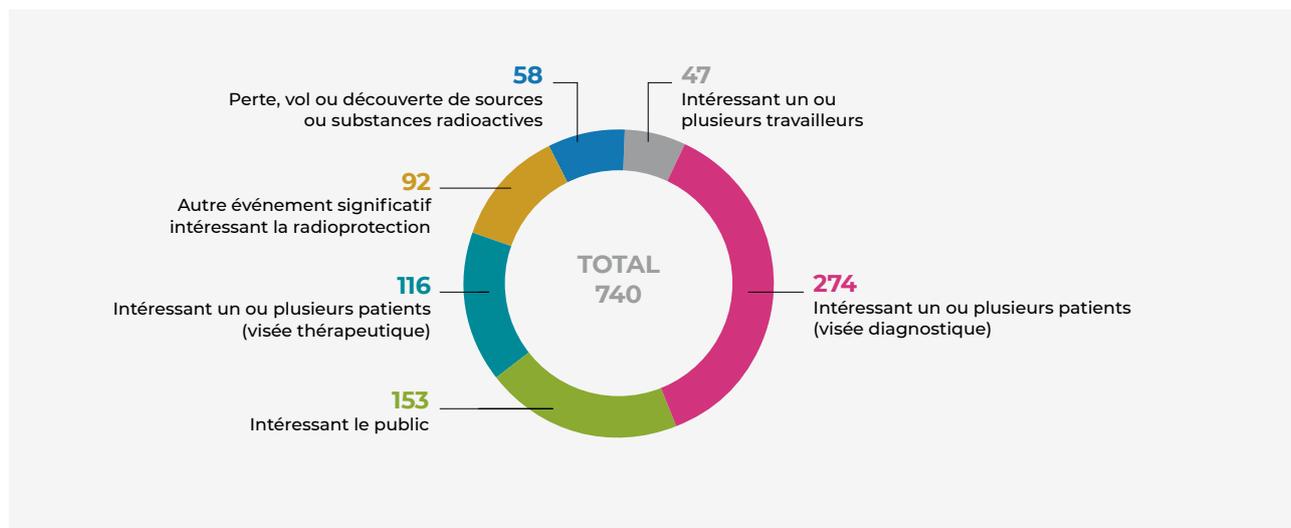
GRAPHIQUE 3 Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2022



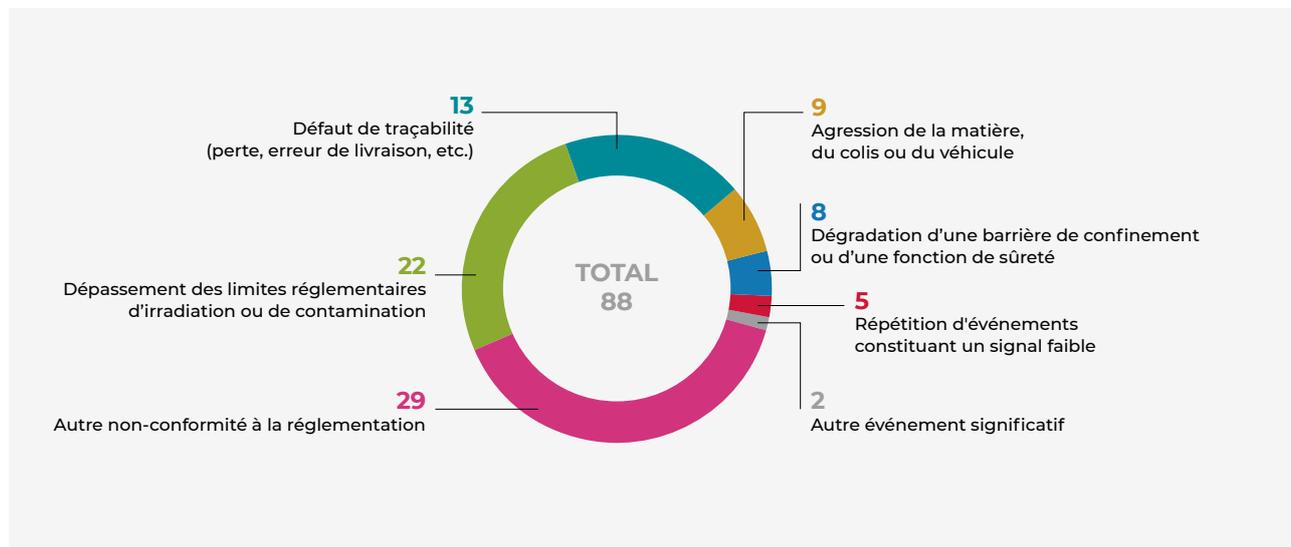
GRAPHIQUE 4 Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2022



GRAPHIQUE 5 Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2022



GRAPHIQUE 6 Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2022



chercheurs) et professionnels de l'assainissement. Le rapport de ce groupe de travail formulant des recommandations pour améliorer l'efficacité de la réglementation a été présenté en octobre 2016 au Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public ([GPRADE](#), désormais appelé GPRP) pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement. L'ASN a consulté les parties prenantes en 2017 sur ce sujet. Le rapport du groupe de travail et une lettre-circulaire destinée aux professionnels concernés et constituant la doctrine applicable sur le sujet ont été [publiés sur le site Internet de l'ASN](#) le 14 juin 2019.

Depuis 2019, l'outil CIDRRE (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), développé par l'IRSN, permet aux exploitants d'évaluer l'impact de leurs rejets. Il est disponible [en ligne](#) sur Internet. De plus, des travaux complémentaires ont été engagés concernant l'utilisation de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques et leur impact environnemental, ainsi que sur la définition de niveaux-guides permettant aux gestionnaires des réseaux d'assainissement d'encadrer les rejets dans les réseaux d'assainissement.

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents radioactifs en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

#### 4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires

##### L'impact radiologique des effluents produits par les activités médicales

L'impact radiologique des effluents ou déchets produits par les services de médecine nucléaire a fait l'objet d'évaluations récentes qui concluent à un faible impact dosimétrique de ces rejets pour les personnes extérieures à l'établissement de santé.

##### L'impact radiologique des INB

En application du principe d'optimisation, l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée](#) relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 millisievert par an – mSv/an) définie à l'[article R. 1333-11 du code de la santé publique](#), qui correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant et sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne sont pas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (milieux aquatiques, air, terre, lait, herbe, productions agricoles, etc.) sont imposés aux

exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets réels de chaque installation, comptabilisés pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de rejet vers le milieu fluvial ou marin), les émissions diffuses non canalisées vers des émissaires (par exemple, évent de réservoir) et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation.

L'estimation est effectuée par rapport à un ou plusieurs groupes de référence identifiés. Il s'agit de groupes homogènes de personnes (adulte, enfant, nourrisson) recevant la dose moyenne la plus élevée parmi l'ensemble de la population exposée à une installation donnée selon des scénarios réalistes (tenant compte de la distance au site, des données météorologiques, etc.). L'ensemble de ces paramètres, qui sont spécifiques à chaque site, explique la plus grande partie des différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre.

Le tableau intitulé « Impact radiologique des INB depuis 2016 » du chapitre 1 présente l'évaluation des doses dues aux INB, calculée par les exploitants pour les groupes de référence les plus exposés.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pourcent de la limite pour le public, cette limite étant de 1 mSv/an. Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

#### 4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'[article 35 du traité Euratom](#) impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement, ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la Commission européenne a effectué les visites de vérification suivantes :

- l'[usine de retraitement de La Hague](#) et le [centre de stockage de la Manche](#) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs en 1996;
- la [centrale nucléaire de Chooz](#) en 1999;
- la [centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire](#) en 1994 et 2003;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2005;
- le [site nucléaire de Pierrelatte](#) en 2008;
- les anciennes mines d'uranium du Limousin en 2010;
- le [site CEA de Cadarache](#) en 2011;
- les installations de surveillance de la radioactivité de l'environnement en région parisienne en 2016;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2018.

## POUR PARLER MESURE

- **Le seuil de décision (SD)** est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
- **La limite de détection (LD)** est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50 % au niveau de la LD).

De façon simplifiée,  $LD \approx 2 \times SD$ .

Pour les résultats de mesure sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

### Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- **rejets liquides**: tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- **rejets gazeux**: tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares: xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

Du 14 au 16 décembre 2021, l'ASN a participé à la visite de vérification effectuée par la Commission européenne portant sur le dispositif de surveillance de la radioactivité de l'environnement autour des installations exploitées par Orano à Malvesi dans l'Aude. Le rapport de cette visite a été publié en novembre 2022 sur le [site Internet](#) de la Commission européenne et confirme le caractère approprié du programme de surveillance des rejets et de l'environnement mis en œuvre autour du site de Malvesi.

## 4.2 La surveillance de l'environnement

### 4.2.1 Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites ;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement), les ministères (Direction générale de la santé, Direction générale de l'alimentation, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, etc.), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires contrôlées par le ministère chargé de l'agriculture, par exemple) ;
- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les commissions locales d'information ([CLI](#)).

Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement ([RNM](#)) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site Internet spécifique ([mesure-radioactivite.fr](#)) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, ARS, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de CLI, IRSN, ASN, etc.

### 4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (décret d'autorisation de création, arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radioécologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol), ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux, etc.) : un état initial, servant de référence, est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;
- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines et du respect de la réglementation par les exploitants ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

### 4.2.3 Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un centre de stockage de déchets, etc. Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'[arrêté du 7 février 2012](#) modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la [décision du 16 juillet 2013](#) modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 7 présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'un centre de recherche (ou usine).

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de [Cadarache](#) et du [Tricastin](#) depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.

#### 4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de réseaux de mesure et de prélèvement consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante) ;
- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques) ;
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons, etc.) ;
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :

- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
  - le réseau [Téléray](#) (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 km autour des INB,
  - le réseau [Hydrotéléray](#) (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national) ;
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le [réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques](#) ;
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télésurveillance).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'[accident de Tchernobyl](#) (Ukraine). Des traces de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la [décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée](#), l'IRSN publie régulièrement un [bilan de l'état radiologique de l'environnement français](#). La [quatrième édition de ce bilan](#), relative à la période 2018-2020, a été publiée en décembre 2021.

Enfin, l'IRSN a réalisé entre novembre 2020 et avril 2021 une campagne de mesure de tritium dans la Loire. Cette campagne, dont les [résultats](#) ont été publiés au début de l'année 2022, n'a pas permis de déterminer l'origine de la valeur atypique de 310 becquerels par litre (Bq/L) observée à Saumur en janvier 2019 mais a mis en évidence des hétérogénéités importantes dans les concentrations mesurées en différents points en aval des rejets. En effet, suivant les conditions hydrauliques, les rejets du site peuvent mettre du temps à se répartir de façon homogène sur la largeur du fleuve. L'ASN a donc réinterrogé l'exploitant EDF, au travers de courriers adressés à l'échelon national et au niveau local, sur les modalités de surveillance des rejets en aval des centrales implantées en bord de cours d'eau, et notamment le positionnement des stations implantées à l'aval des installations pour la surveillance de l'environnement. Des solutions pour améliorer la représentativité des prélèvements et mesures effectués à l'aval de la centrale de Chinon sont notamment à l'étude.

#### 4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

Les articles [R. 1333-25](#) et [R. 1333-26](#) du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :

- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN ;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site Internet du RNM (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante. La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, un agrément couvre une cinquantaine de mesures, auxquelles correspondent autant d'essais d'intercomparaison de laboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de cinq ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

##### 4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les dispositions d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :

- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un EIL ;
- son instruction par l'ASN ;
- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son [Bulletin officiel](#). La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les six mois.

TABLEAU 7 Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB

MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DE L'ASN DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT ORANO DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015 MODIFIÉE)
Air au niveau du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité <math>\beta</math> globale (<math>\beta G</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Spectrométrie <math>\gamma</math> si <math>\beta G &gt; 2 \text{ mBq/m}^3</math></li> <li>Spectrométrie <math>\gamma</math> mensuelle sur regroupements des filtres par station</li> </ul> </li> <li>1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du <math>^3\text{H}</math> atmosphérique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités <math>\alpha</math> globale (<math>\alpha G</math>) et <math>\beta</math> globale (<math>\beta G</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Spectrométrie <math>\gamma</math> si <math>\alpha G</math> ou <math>\beta G &gt; 1 \text{ mBq/m}^3</math></li> <li>Spectrométrie <math>\alpha</math> (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station</li> </ul> </li> <li>5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur adsorbant spécifique avec spectrométrie <math>\gamma</math> hebdomadaire pour la mesure des iodes</li> <li>5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du <math>^3\text{H}</math> atmosphérique</li> <li>5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du <math>^{14}\text{C}</math> atmosphérique</li> <li>5 stations de mesure en continu de l'activité du <math>^{85}\text{Kr}</math> dans l'air</li> </ul>
Rayonnement $\gamma$ ambiant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure en continu avec enregistrement :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4 balises à 1 km</li> <li>10 balises aux limites du site</li> <li>4 balises à 5 km</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 balises avec mesure en continu et enregistrement</li> <li>11 balises avec mesure en continu à la clôture du site</li> </ul>
Pluie	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles <math>\beta G</math> et <math>^3\text{H}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de <math>\alpha G</math>, <math>\beta G</math> et du <math>^3\text{H}</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spectrométrie <math>\gamma</math> si <math>\alpha G</math> ou <math>\beta G</math> significatif</li> </ul> </li> </ul>
Milieu récepteur des rejets liquides	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure <math>\beta G</math>, du potassium (K)<sup>(*)</sup> et <math>^3\text{H}</math></li> </ul> </li> <li>Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure <math>^3\text{H}</math> (mélange moyen quotidien)</li> </ul> </li> <li>Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie <math>\gamma</math>, mesure <math>^3\text{H}</math> libre, et, sur les poissons, <math>^{14}\text{C}</math> et <math>^3\text{H}</math> organiquement lié</li> <li>Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures <math>\beta G</math>, K, <math>^3\text{H}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie <math>\gamma</math>, <math>^3\text{H}</math>) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries <math>\alpha</math> et <math>\gamma</math> et mesures <math>\beta G</math>, K, <math>^3\text{H}</math> et <math>^{90}\text{Sr}</math></li> <li>Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie <math>\gamma</math> et mesures <math>\beta G</math>, K, <math>^3\text{H}</math></li> <li>Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie <math>\gamma</math> + mesure <math>^{14}\text{C}</math> et spectrométrie <math>\alpha</math> pour les algues et patelles en 6 points</li> <li>Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries <math>\alpha</math> et <math>\gamma</math> et mesure <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries <math>\alpha</math> et <math>\gamma</math> mesure <math>^{90}\text{Sr}</math></li> <li>Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures <math>\alpha G</math>, <math>\beta G</math>, K et <math>^3\text{H}</math></li> <li>Prélèvements trimestriels des sédiments des 4 principaux ruisseaux avoisinant le site, avec spectrométries <math>\gamma</math> et <math>\alpha</math></li> <li>Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinant le site avec spectrométrie <math>\gamma</math> et mesure <math>^3\text{H}</math></li> </ul>
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure <math>\beta g</math>, K et <math>^3\text{H}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure <math>\alpha G</math>, <math>\beta G</math>, du K et du <math>^3\text{H}</math></li> </ul>
Eaux de consommation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures <math>\beta G</math>, K et <math>^3\text{H}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures <math>\alpha G</math>, <math>\beta G</math>, K et <math>^3\text{H}</math></li> </ul>
Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie <math>\gamma</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie <math>\gamma</math> et mesure du <math>^{14}\text{C}</math></li> </ul>
Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie <math>\gamma</math> mensuelle et mesures trimestrielles <math>^{14}\text{C}</math> et du C</li> <li>Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie <math>\gamma</math>, mesure <math>^3\text{H}</math>, et <math>^{14}\text{C}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie <math>\gamma</math> et mesure de <math>^3\text{H}</math> et <math>^{14}\text{C}</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spectrométrie <math>\alpha</math> annuelle en chaque point</li> </ul> </li> <li>Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries <math>\alpha</math> et <math>\gamma</math>, mesures du <math>^3\text{H}</math>, du <math>^{14}\text{C}</math> et du <math>^{90}\text{Sr}</math></li> </ul>
Lait	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie <math>\gamma</math> mensuelle, mesure trimestrielle <math>^{14}\text{C}</math> et mesure annuelle <math>^{90}\text{Sr}</math> et <math>^3\text{H}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie <math>\gamma</math>, mesure de K, <math>^3\text{H}</math>, <math>^{14}\text{C}</math> et, <math>^{90}\text{Sr}</math></li> </ul>

$\alpha G$  =  $\alpha$  global;  $\beta G$  =  $\beta$  global

\* Mesures de la concentration totale de potassium par spectrométrie pour  $^{40}\text{K}$ .

### 4.3.2 La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les six mois.

La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN.

### 4.3.3 Les conditions d'agrément

Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui réponde aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer à des EIL organisés par l'IRSN. Le programme, désormais quinquennal, de ces essais est mis à jour annuellement. Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM. Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut,

sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de un ou deux ans, par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2022, l'IRSN a organisé sept EIL et deux essais contradictoires. Depuis 2003, 102 EIL ont été menés couvrant 59 types d'agrément. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 54 laboratoires. Ils sont entre 30 et 45 laboratoires à disposer d'agrèments pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires s'établit à 29. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, entre 10 et 20 d'entre eux sont agréés pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique, etc.).

En 2022, l'ASN a délivré 139 agrèments ou renouvellements d'agrèments et s'est prononcée sur le maintien de 2 agrèments. Au 1<sup>er</sup> janvier 2023, le nombre total de laboratoires agréés est de 67, ce qui représente 978 agrèments, tous types confondus, en cours de validité.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur [asn.fr](http://asn.fr).

## 5. Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements

### 5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

Depuis 2015, plusieurs cas d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications ont été mis en évidence chez des fabricants, des fournisseurs ou des organismes connus et travaillant depuis de nombreuses années pour l'industrie nucléaire française. Des cas avérés de contrefaçons ou de falsifications ont en outre été rencontrés dans certains pays étrangers ces dernières années. Le terme d'irrégularité est employé par l'ASN pour toute modification, altération ou omission de certaines informations ou données de manière volontaire. Une irrégularité détectée par l'ASN peut être caractérisée par un juge sur le plan pénal en fraude.

Le nombre de cas avérés ou suspectés ne représente qu'une infime proportion des activités nucléaires, mais ces cas montrent que ni la robustesse de la chaîne de surveillance et de contrôle au premier rang de laquelle se trouvent les fabricants, fournisseurs et exploitants, ni le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire n'ont permis d'écarter totalement les risques de contrefaçons, de fraudes et de falsifications. En effet, ces cas n'ont pas tous été détectés par la surveillance de l'exploitant, qui doit désormais s'adapter de manière plus adéquate à la prévention, à la détection, à l'analyse et au traitement de cas de fraudes.

L'ASN a engagé en 2016 une réflexion sur l'adaptation des méthodes de contrôle des INB dans un contexte d'irrégularité. Lors de celle-ci, elle a interrogé d'autres administrations de contrôle, ses homologues étrangères, ainsi que des exploitants sur leurs pratiques afin d'en tirer le REX. Ce risque particulier a donné lieu à des évolutions de méthodes de contrôle de l'ASN, mais il s'inscrit pour son traitement dans le cadre existant.

[L'ASN a aussi rappelé](#) aux exploitants d'INB et aux principaux fabricants d'équipements nucléaires en 2018 qu'une irrégularité

est un écart au sens de l'arrêté INB. Les exigences de l'arrêté s'appliquent donc pour la prévention, la détection et le traitement des cas s'apparentant à des fraudes. De manière plus générale, les exigences réglementaires portant sur la sûreté et la protection des personnes contre les risques liés aux rayonnements ionisants s'appliquent également. Par exemple, certifier par une signature qu'une activité a bien été réalisée alors qu'en réalité elle ne l'a pas été, peut être, selon le cas, un écart aux règles d'organisation, de contrôle technique des activités, de gestion des compétences, etc.

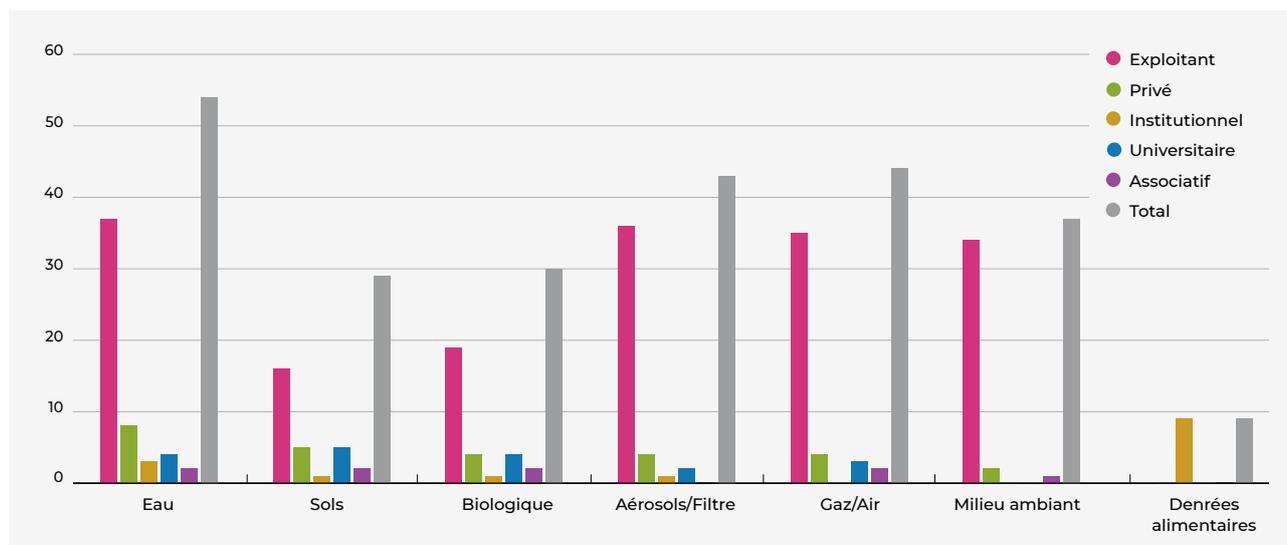
En 2022, les recherches d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications lors des inspections courantes dans les installations nucléaires se sont poursuivies, de telles vérifications s'intégrant dans les pratiques habituelles des inspecteurs qui bénéficient de la création d'outils internes.

Ces inspections sont de trois types :

- des inspections faisant suite à des sujets connus, issus des constats d'irrégularités constatées sur d'autres installations ou le suivi du traitement d'un cas détecté précédemment ;
- des inspections intégrant un volet de recherche approfondie de preuves dans la réalisation d'activités, avec par exemple la vérification de la présence effective d'une personne ayant certifié avoir réalisé une activité à une date donnée ;
- des inspections ayant pour objectif de sensibiliser aux risques de fraude, notamment lors des inspections des fournisseurs où le risque de fraude dans la chaîne de sous-traitance a été abordé.

Une quarantaine d'inspections a ainsi été réalisée en 2022, sans compter les inspections ayant procédé à des vérifications mais sans découverte de cas suspects qui ne font pas l'objet d'une traçabilité. Elles ont principalement eu lieu sur les sites

GRAPHIQUE 7 Répartition du nombre de laboratoires agréés pour une matrice environnementale donnée au 1<sup>er</sup> janvier 2023



nucléaires et chez les fabricants d'équipements destinés à y être utilisés. Des inspections dédiées à cette thématique ont par ailleurs aussi été menées dans les services centraux de grands exploitants nucléaires. Les cas relevés sont d'abord traités en tant qu'écart aux exigences réglementaires. Ils font de plus l'objet de discussions avec la direction des sites et les services centraux des exploitants, pour la mise en œuvre d'actions préventives. Suivant les enjeux relatifs à l'écart, un procès-verbal ou un signalement au procureur de la République est effectué.

De plus, la thématique de l'intégrité des données, c'est-à-dire le fait qu'elles n'aient pas été modifiées ou détruites de façon non autorisée, liée au risque de fraude dans le sens où des faiblesses sur la traçabilité peuvent faciliter les irrégularités, est abordée fréquemment et fait l'objet de demandes dans certaines lettres de suite d'inspections.

La détection d'irrégularités ou de cas suspects est toujours d'actualité, tant par les exploitants eux-mêmes dans le cadre de leur surveillance et contrôles internes que par les inspecteurs de l'ASN. Plusieurs cas ont été signalés à l'ASN en 2022 et font l'objet d'un suivi et d'un traitement en lien étroit avec les exploitants et les fabricants. Le cas le plus marquant de 2022 est la découverte d'irrégularités commises par le fabricant japonais JSW, tout d'abord signalées comme affectant uniquement le domaine non nucléaire puis, à la suite d'investigations par un comité spécial, repérées également pour des équipements destinés à l'industrie nucléaire. L'ASN continuera à suivre en 2023 le traitement de ce cas par les exploitants concernés.

Les actions de l'ASN pour la prévention, la détection et le traitement des irrégularités de type fraude ne se limitent pas aux inspections. Par exemple, l'ASN informe les exploitants et fabricants principaux de cas détectés et analyse leurs réponses. Elle échange avec les autorités de sûreté étrangères, par un canal d'échange au niveau international qu'elle a activement contribué à établir.

## 5.2 Le traitement des signalements

Fin novembre 2018, l'ASN a mis en ligne un [portail](#) permettant à une personne souhaitant lui signaler des irrégularités pouvant affecter la protection des personnes et de l'environnement, potentiellement un lanceur d'alerte, de l'en informer.

Par un traitement de pseudonymisation des signalements reçus, l'ASN assure la confidentialité de toute personne lui envoyant un

signalement. Seule une demande d'une autorité judiciaire serait de nature à briser cette confidentialité, ce qui n'est pas arrivé. Il est toutefois préférable que l'auteur du signalement laisse ses coordonnées afin que l'ASN puisse :

- accuser réception de son signalement;
- le contacter dans le cas où des informations devraient être précisées (besoin fréquent);
- l'informer si des suites ont été données à son signalement.

En 2022, 46 signalements ont été envoyés à l'ASN : les trois quarts (34) via le portail de signalement, les autres par d'autres moyens de transmission, principalement (8 signalements) par un contact direct avec la division de l'ASN géographiquement compétente ou la direction technique en charge d'un sujet. Les signalements reçus sont variés de par :

- le domaine concerné : un peu moins d'un tiers concerne les INB, environ un quart le domaine médical;
- leur contenu : ils peuvent faire état de dégradations dans l'organisation de l'entité qui pourraient affecter la radioprotection, de travaux mal réalisés, etc.

Certains signalements sont retransmis par l'ASN à d'autres administrations lorsque leur traitement n'est pas de sa compétence. Tout signalement est examiné et pris en compte. Il peut faire l'objet d'une inspection, d'une analyse technique, d'une demande d'information à un responsable d'activité nucléaire, etc. Il peut s'agir, par exemple, d'une information relative à la sécurité d'une INB, qu'il revient au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie de prendre en compte.

Treize signalements ont fait l'objet de vérifications lors d'inspections. Les suites de ces inspections sont traitées dans le même cadre que s'il s'agissait d'inspections courantes. Une d'entre elles a par exemple donné lieu à des échanges avec le procureur de la République du fait de la gravité potentielle des allégations contenues dans le signalement.

Peu de signalements reçus en 2022 ont été réalisés de manière anonyme (six), ce qui permet de faciliter leur traitement. Seul un signalement n'a pu être traité car son contenu n'était pas suffisamment détaillé pour permettre son traitement et son auteur n'a pas pu être joint.

La [loi n° 2022-401 du 21 mars 2022](#) visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte, qui modifie le dispositif conçu par la loi dite « loi Sapin 2 » du 9 décembre 2016, est entrée

en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2022. Elle est complétée par la [loi organique n° 2022-400](#) du même jour visant à renforcer le rôle du Défenseur des droits en matière de signalement d'alerte. Ces deux lois viennent renforcer le régime de protection des lanceurs d'alerte. Elles transposent, en dépassant les exigences, la [directive \(UE\) 2019/1937 du 23 octobre 2019](#) définissant un cadre commun pour cette protection.

Une définition plus large du lanceur d'alerte, une simplification des canaux de signalement, le renforcement du régime de protection des lanceurs d'alerte, un nouveau statut pour leur entourage et un élargissement des missions du Défenseur des droits en matière de signalement constituent les principaux apports

## 6. Relever et faire corriger les écarts

L'ASN met en œuvre des [mesures de coercition](#), permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

Dans certaines situations lorsque l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation en vigueur, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire, sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art », etc.);
- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN ou la commission des sanctions en matière d'amende administrative, pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

De plus, en matière pénale, des procès-verbaux de constat d'infraction (contravention, délit) peuvent être dressés par les inspecteurs de l'ASN et transmis au procureur de la République territorialement compétent qui appréciera l'opportunité d'engager des poursuites.

### 6.1 Les mesures de coercition et les sanctions administratives

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur;
- la lettre officielle des services de l'ASN (lettre de suite d'inspection);
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à la réglementation en vigueur dans un délai qu'elle détermine;
- des mesures de police ou des sanctions administratives, prononcées après mise en demeure qui n'aurait pas été respectée.

Ces mesures, prévues par la loi, sont les suivantes :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux);

de ces lois. De plus, le [décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022](#) relatif aux procédures de recueil et de traitement des signalements émis par les lanceurs d'alerte et fixant la liste des autorités externes instituées par la loi n° 2022-401 est venu compléter ces dispositions en détaillant des mécanismes attendus pour les procédures de traitement des signalements. Ce décret a défini l'ASN comme compétente pour le traitement des signalements relatifs à la radioprotection et à la sûreté nucléaire.

La mise à jour du portail de recueil des signalements à l'ASN et de ses procédures internes est en cours pour prendre en compte ces évolutions.

- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à la mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure);
- l'amende administrative.

Il convient de signaler que les deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. Concernant la sanction administrative, la commission des sanctions, saisie par le collège de l'ASN, peut prononcer l'amende administrative prévue par le 4° du II de l'[article L.171-8 du code de l'environnement](#), lorsqu'une décision de mise en demeure, prise préalablement par l'ASN à l'encontre d'un exploitant ou d'un responsable d'activité nucléaire pour exiger la mise en conformité de l'activité à la réglementation en vigueur, n'a pas été respectée par ce dernier.

La [commission des sanctions](#), dont la réunion d'installation s'était tenue le 19 octobre 2021, s'est de nouveau réunie à l'occasion de sa réunion annuelle d'information le 9 décembre 2022. La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

En 2022, l'ASN a adressé trois mises en demeure : une pour les INB et deux dans le nucléaire de proximité.

Par ailleurs, l'ASN a limité une autorisation de détention d'appareils de gammagraphie à la suite d'une inspection lors de laquelle des lacunes sur leur entreposage ont été constatées, en écart aux obligations de protection contre les actes de malveillance.

TABLEAU 8 Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2017 et 2022

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	13	14	8	4	2	3
PV inspection du travail en centrale nucléaire	5	2	4	8	0	2

## 6.2 Les suites données aux infractions pénales

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales, délits ou contraventions. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par procès-verbaux dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmis au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

Le code de l'environnement prévoit des sanctions pénales, une amende voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 euros et 3 ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 millions d'euros, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit également des sanctions pénales ; sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 euros et une peine d'emprisonnement de six mois à un an. Selon la gravité du manquement, des peines complémentaires peuvent être appliquées à l'encontre des personnes morales.

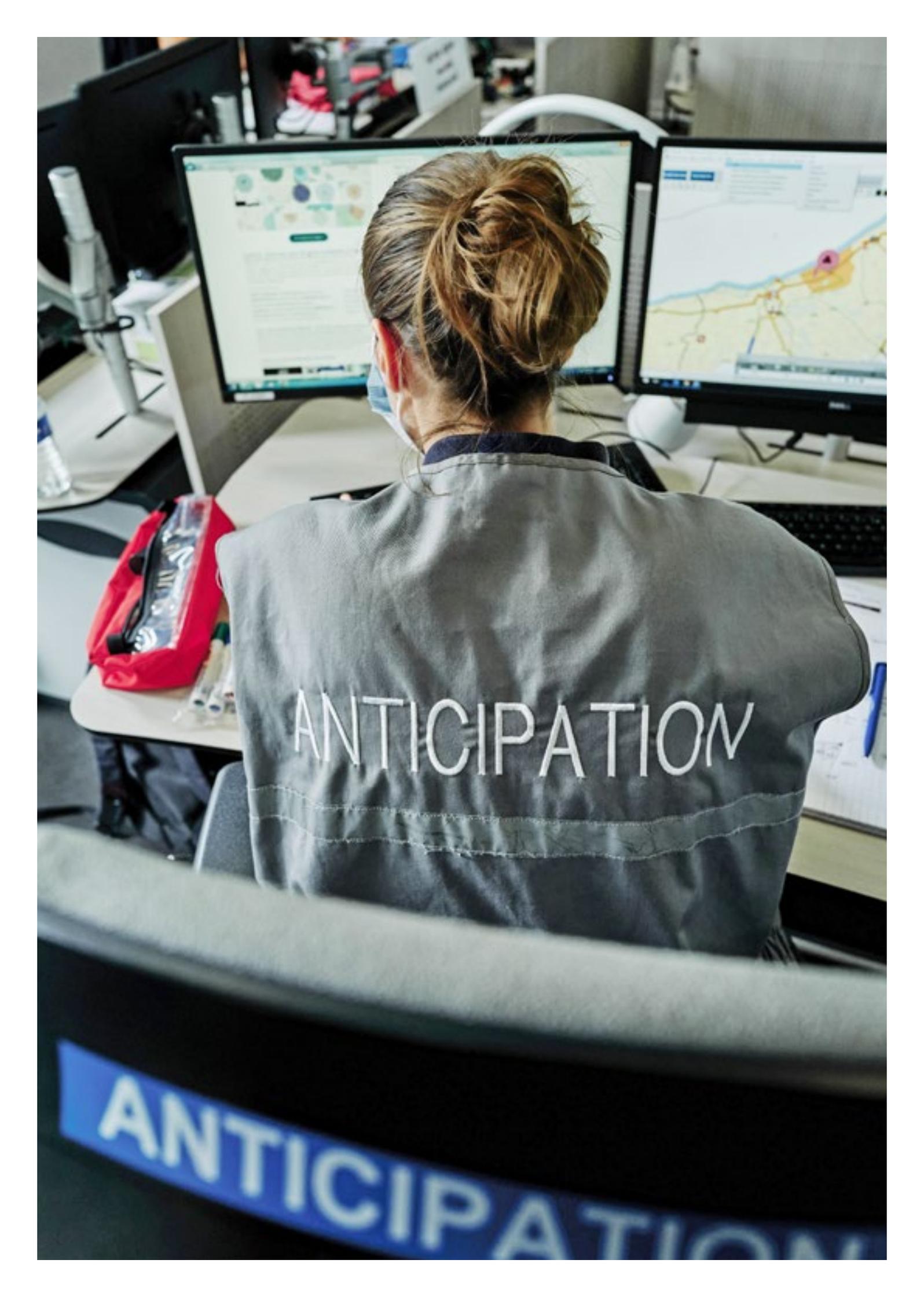
Des contraventions de 5<sup>e</sup> classe (amendes) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, pour les infractions citées à l'article R. 596-16 du code de l'environnement, ainsi que sur le champ de la radioprotection, pour les infractions citées aux articles R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique, par exemple s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du conseiller en radioprotection).

Pour le domaine des équipements sous pression, les dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression y compris ceux implantés dans les INB, permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure à l'encontre des exploitants. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité.

Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le procès-verbal, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

Pour finir, les inspecteurs peuvent constater des infractions ne relevant pas de leur domaine de compétence, comme dans un cas d'irrégularité s'apparentant à une fraude (voir point 5.1). Dans ce cas, et nécessairement s'il s'agit d'un délit, un signalement est effectué auprès du procureur de la République.

En 2022, cinq procès-verbaux ont été dressés par les inspecteurs de l'ASN. Le tableau 8 indique le nombre de PV dressés par les inspecteurs de l'ASN entre 2017 et 2022.



ANTICIPATION

ANTICIPATION

# Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

<b>1</b>	<b>Anticiper</b> .....	p. 174
1.1	<b>Prévoir et planifier</b>	
1.1.1	Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base	
1.1.2	Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives	
1.1.3	La réponse aux autres situations d'urgence radiologique	
1.1.4	Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires	
1.2	<b>Les acteurs de la gestion des situations d'urgence</b>	
1.2.1	L'organisation locale	
1.2.2	L'organisation nationale	
1.3	<b>Protéger la population</b>	
1.3.1	Les actions de protection générale	
1.3.2	La prise en charge des personnes contaminées	
1.4	<b>Appréhender les conséquences à long terme</b>	
<b>2</b>	<b>Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle</b> .....	p. 178
2.1	Les quatre missions essentielles de l'ASN	
2.2	S'organiser en cas d'accident majeur	
<b>3</b>	<b>Exploiter les enseignements</b> .....	p. 181
3.1	<b>S'exercer</b>	
3.1.1	Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique	
3.2	<b>Évaluer pour s'améliorer</b>	
<b>4</b>	<b>Perspectives</b> .....	p. 183

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais également à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une [situation d'urgence radiologique](#).

Les situations d'urgence radiologique, qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions

relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, à la demande du Premier ministre, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle ([Codirpa](#)) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle.

Ce comité pluraliste regroupe notamment des experts, des représentants des services de l'État, des élus locaux, des commissions locales d'information (CLI), des associations, etc.

En 2022, ce comité a publié ses dernières recommandations au Gouvernement. Celles-ci visent notamment à intégrer les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) et des exercices de crise nationaux dans la stratégie nationale de gestion post-accidentelle des conséquences d'un accident nucléaire.

## 1. Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la diminution du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les [plans d'urgence](#) et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

### 1.1 Prévoir et planifier

#### 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

#### a) Le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

L'ASN a participé à l'élaboration du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur ([PNRANRM](#)), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie par le Codirpa en 2012. Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à mettre en place. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement.

Ce plan est en cours de révision par le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) et l'ASN est associée à ces travaux de révision.

#### b) Les plans particuliers d'intervention

Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention ([PPI](#)) est établi par le préfet du département concerné en application des [articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure](#), « en vue de la protection des populations, des biens

et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement». Ces articles précisent également quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection décidées par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est actionné. L'ASN apporte son concours au préfet, responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI, en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, différents éléments dont ceux relatifs à la nature et l'ampleur des conséquences radiologiques d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 20 km autour de l'installation affectée. Les PPI comprennent une phase dite «réflexe» prévoyant l'alerte sans délai par l'exploitant des populations situées dans un rayon allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 2 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Alertées par le déclenchement des sirènes «PPI», les populations situées dans ce rayon doivent se mettre à l'abri et à l'écoute des médias. Les PPI permettent également de préparer une réponse «d'évacuation immédiate» sur une distance allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 5 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Enfin, dans un rayon pouvant aller jusqu'à 20 km autour des installations, les PPI prévoient l'intégration de mesures de restrictions de consommation en cas d'accident, ainsi que l'information renforcée des populations aux risques de l'installation et aux bons comportements à adopter.

Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques.

### c) Les plans d'urgence interne

Dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB, l'ASN instruit et approuve les plans d'urgence interne (PUI), ainsi que leur mise à jour ([article R. 593-31 du code de l'environnement](#)).

Le PUI, établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne (PUI), dite [décision «urgence»](#), homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

## 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Le [transport de substances radioactives](#) représente près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

L'ASN instruit et approuve les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives élaborés par les intervenants dans le transport de telles substances en application du règlement international du transport de matières dangereuses. Ces plans décrivent les dispositions qui doivent être prises selon la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Le contenu de ces plans est défini dans le [Guide de l'ASN n°17](#).

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure, dans sa déclinaison du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec-TMR (transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (service départemental d'incendie et de secours et forces de l'ordre notamment), à partir des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

## 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

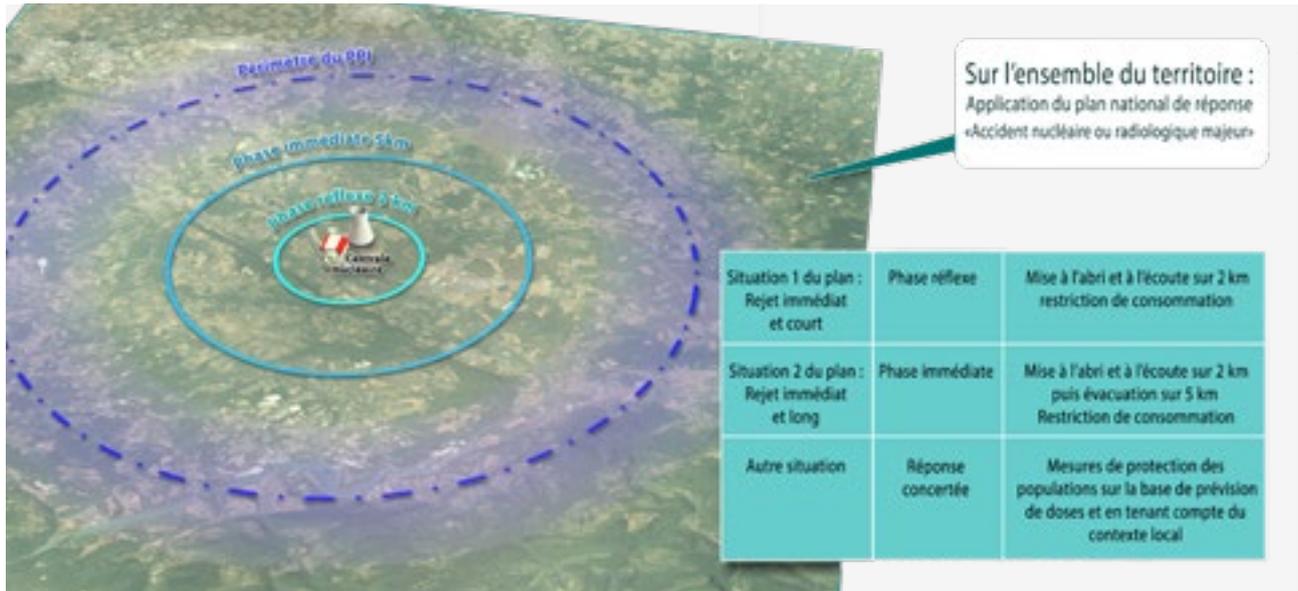
- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le [risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants](#). L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants concernés, la [circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390](#) du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers Codis-CTA (Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours – Centre de traitement de l'alerte), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du [plan Pirate NRBC](#) (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique).

SCHÉMA 1 Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur



04

1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. Une telle démarche est ainsi mise en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et a été renforcée depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux [livres 1<sup>er</sup> et V du code de l'environnement](#)) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;
- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut l'augmentation de la population concernée. Elle se concentre sur la zone « réflexe » des PPI, établie dans le cadre de la [circulaire du 10 mars 2000](#) portant révision des PPI relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'[instruction du 3 octobre 2016](#).

Dans cette zone « réflexe », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide (voir point 1.1.1 b).

Une [circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010](#) relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du

site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le [Guide de l'ASN n° 15](#) relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques ([DGPR](#)), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information ([Anccli](#)), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La [loi n° 2004-811 du 13 août 2004](#) relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux [articles L. 741-1 à L. 741-32](#) relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

L'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

### 1.2.1 L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1);
- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI des plans Orsec ou du plan de protection externe en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN assiste le préfet pour la gestion de la situation;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution de comprimés d'iode.

### 1.2.2 L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN;
- les représentants de l'exploitant;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

## 1.3 Protéger la population

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

### 1.3.1 Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, [plusieurs actions](#) peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute : les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable (uniquement dans le cas d'accident comportant des rejets d'iode radioactif) : sur ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode;
- l'évacuation : en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

L'[ingestion de comprimés d'iode stable](#) permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérigènes des iodes radioactifs.

La [circulaire du 27 mai 2009](#) définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution de comprimés d'iode.

Cette circulaire prévoit que l'exploitant, en tant que responsable de la sûreté de ses installations, finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

En 2019 a débuté la campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode dans un rayon de 10 à 20 km autour des centrales nucléaires à la suite de l'extension des PPI. Elle est complémentaire à la campagne de 2016-2017 qui concernait la zone 0-10 km.

Conduite par le ministère de l'Intérieur, elle associe les ministères des Solidarités et de la Santé et de l'Éducation nationale, l'ASN, l'IRSN, les pharmaciens d'officine et les médecins généralistes, les maires, les CLI et EDF. La campagne de retrait s'est poursuivie jusqu'en janvier 2021, puis s'est terminée par la réalisation d'un envoi des comprimés par voie postale en début d'année 2021 au domicile des personnes ne les ayant pas retirés en pharmacie, conformément à ce qui avait été fait lors des précédentes campagnes dans la zone 0-10 km.

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la santé et de l'intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par [Santé publique France](#). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une [circulaire du 11 juillet 2011](#) relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iode de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans

le cadre de la déclinaison territoriale du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

Ces mesures, prises avant la fin des rejets, ont pour objectif de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle. En effet, une fois que les rejets sont terminés et que l'installation est revenue dans un état stable, de nouvelles actions de protection des populations sont décidées en fonction des dépôts de matières radioactives dans l'environnement. Selon le niveau de radioactivité ambiante, il pourra s'agir :

- d'un éloignement des populations pour une durée, plus ou moins longue ;
- de restrictions relatives à l'autoconsommation de denrées alimentaires produites localement ;
- de contrôles des denrées produites avant commercialisation, en accord avec les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

### 1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La [circulaire du 18 février 2011](#) relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives précise les dispositions qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, et qui visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le [Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique](#) publié en 2008, dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la [circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002](#) relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide de l'ASN, une nouvelle version de ce guide intégrant les évolutions organisationnelles intervenues depuis 2008 et les nouveaux traitements des contaminations est en cours d'élaboration.

## 2. Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

### 2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

### 1.4 Appréhender les conséquences à long terme

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire. Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

La démarche suivie par le Codirpa, mis en place par l'ASN en 2005 à la demande du Premier ministre, a abouti à l'élaboration d'éléments constitutifs d'une première doctrine nationale pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire d'ampleur moyenne entraînant des rejets de courte durée (moins de 24 heures), publiée en 2012.

À la suite des travaux du Codirpa pour mieux prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, le retour d'expérience (REX) des exercices de crise, les évolutions réglementaires et celles des recommandations internationales, une [nouvelle version des recommandations](#) pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire a été publiée en 2022.

Ce document constitue aujourd'hui le socle de la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire en France. Il est destiné aux acteurs locaux et nationaux concernés. Il a vocation à la fois à susciter la réflexion de ces acteurs quant à la préparation d'une telle situation et à les guider pour la gestion d'une crise réelle.

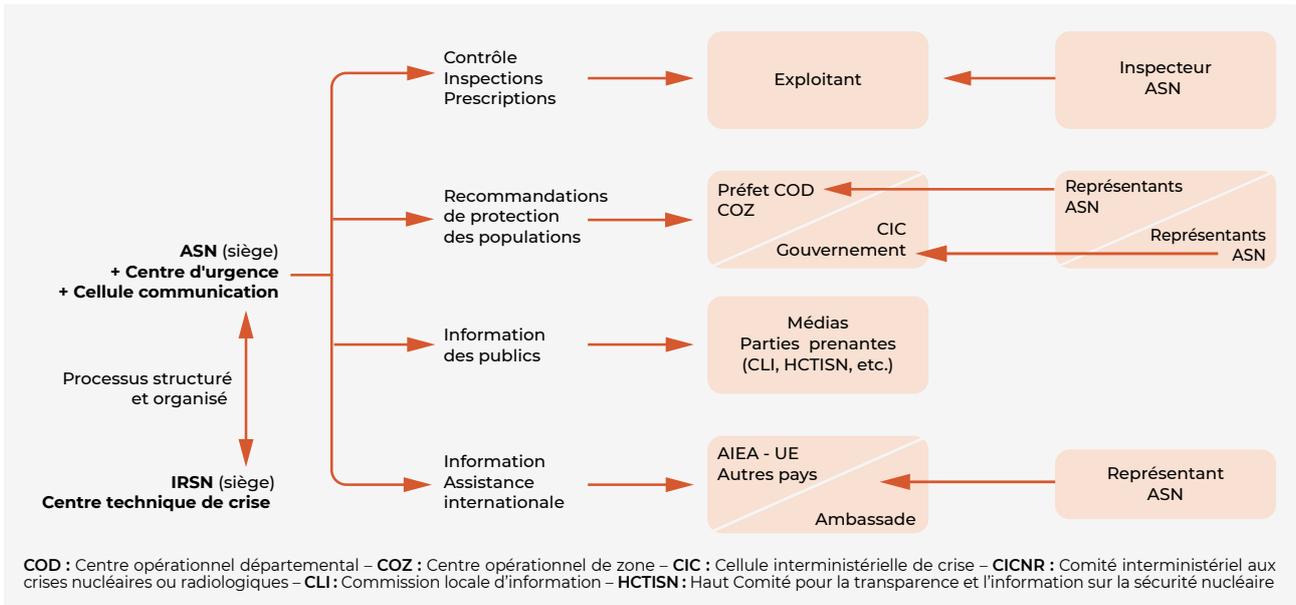
Les travaux du Codirpa se poursuivent pour compléter ces recommandations, notamment pour une meilleure prise en compte des accidents hors réacteurs nucléaires pouvant notamment mettre en œuvre la radioactivité alpha. Les réflexions actuelles du comité visent également à aboutir à la définition de stratégie de réduction de la contamination d'un territoire affecté par un accident radiologique ou nucléaire en lien avec la gestion des déchets associés, tout en tenant compte des enjeux des différentes typologies de milieux affectés (urbains, agricoles, forestiers, etc.).

Poursuivant sa démarche consistant à inclure la population dans l'élaboration des recommandations du Codirpa, l'ASN organisera en 2023, à l'instar des réunions organisées en 2021 et en 2022, des moments d'échange réunissant des citoyens pour leur présenter les résultats des groupes de travail concernant la prise en compte des accidents avec rejets d'émetteurs alpha et la définition de stratégies de réduction de la contamination d'un territoire affecté par un accident radiologique ou nucléaire et la gestion des déchets associés.

### Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale, l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

SCHÉMA 2 Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire



**Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement**

La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

**La diffusion de l'information**

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national, etc.) ;
- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfectures, autorités politiques, directions générales des administrations, CLI, etc. ;
- des organismes de sûreté étrangers.

**La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales**

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'[autorité compétente](#) au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique – [AIEA](#) – et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

**2.2 S'organiser en cas d'accident majeur**

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident majeur comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- la mise en place au plan national d'un centre d'urgence situé à Montrouge (Île-de-France) organisé autour d'un directeur de crise et de différentes cellules spécialisées :
  - une cellule « gestion de l'information et coordination » chargée d'apporter un appui au directeur de crise ;
  - une cellule logistique ;
  - une cellule « sûreté » chargée de comprendre et d'évaluer l'événement en cours ;
  - une cellule « protection des personnes, de l'environnement et des biens » chargée notamment de proposer les actions de protection des populations ;
  - une cellule « communication interne et externe » ;
  - une cellule « relations internationales » ;
  - une cellule « anticipation ».

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des [exercices nationaux de crise](#) et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

En 2022, le centre d'urgence de l'ASN a été gréé à 17 reprises pour dix exercices nationaux, deux exercices internationaux et cinq situations réelles.

À partir du 4 mars, les situations des sites ukrainiens de Zaporijia et de Tchernobyl ont fait l'objet d'un suivi par les équipes de l'ASN avec en particulier le gréement du centre d'urgence lors de l'attaque de la centrale de Zaporijia le 4 mars et à la suite de la coupure totale de l'alimentation électrique de la centrale nucléaire de Tchernobyl et de ses équipements de sécurité le 10 mars. Pour ces deux événements, le centre d'urgence est resté en liaison étroite avec l'IRSN, l'AIEA et les autres autorités de sûreté ou de radioprotection européennes, ainsi qu'avec les cellules de veille des différents ministères et a coordonné les réponses aux nombreuses sollicitations de la presse.

## LE CENTRE D'URGENCE DE L'ASN : UN OUTIL INDISPENSABLE



En 2022, cinq événements ont nécessité le grément du centre d'urgence de l'ASN. Les 4 et 10 mars pour la gestion de l'attaque russe sur la centrale ukrainienne de Zaporijia

et la perte totale des alimentations électriques du site de Tchernobyl, le 31 mars pour l'intrusion de militants Greenpeace sur le site EDF de Flamanville dans la Manche (50),

le 21 septembre pour un départ de feu dans un local contenant de la matière radioactive de l'installation Framatome de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26) et enfin, le 6 octobre après la détection de la présence d'ammoniac dans un local du site EDF de Cattenom en Moselle (57).

Grâce aux équipements sécurisés et redondants de son centre d'urgence situé à Montrouge, les équipes de l'ASN ont pu suivre l'évolution des situations, en évaluer les éventuelles conséquences, rester en contact permanent avec les parties prenantes (IRSN, préfetures, exploitants, etc.). Afin de s'assurer de son opérationnalité 24 h/24, le centre d'urgence de l'ASN fait l'objet d'une attention particulière : essais périodiques, revue documentaire, prise en compte des enseignements de chaque crise. En 2022, une nouvelle main-courante est venue compléter l'arsenal des outils déjà opérationnels.

04

Le 31 mars 2022 à 8h, à la suite de l'intrusion de plusieurs individus à la limite de la zone protégée renforcée (ZRP) de la centrale EDF de Flamanville dans la Manche (50), l'équipe d'astreinte s'est mobilisée au centre d'urgence de Montrouge pour vérifier l'absence de conséquences sur la sûreté des installations auprès de l'exploitant.

Le 21 septembre 2022, l'ASN a été informée d'un départ de feu dans un local contenant de la matière radioactive de l'installation Framatome de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26). L'ASN a activé son centre d'urgence afin de suivre l'évolution de la situation, les actions menées par l'exploitant et conseiller la préfète de la Drôme, directrice des opérations. Le centre d'urgence a pu être désactivé dans la soirée après vérification qu'aucun rejet radioactif n'avait eu lieu et qu'aucune matière radioactive n'avait finalement été impliquée dans l'incendie.

Le 6 octobre 2022 à 9h21, la centrale EDF de Cattenom a déclenché son PUI après détection de la présence d'ammoniac dans un local du site. Dès lors, l'ASN a suivi l'évolution de la situation depuis le centre d'urgence. Après localisation de la fuite et arrêt de celle-ci par les équipes du site, les équipes de l'ASN ont pu quitter le centre d'urgence en s'assurant au préalable qu'il n'y avait aucune conséquence de cet événement dans l'environnement.

En outre, l'organisation de crise de l'ASN a été partiellement activée à plusieurs reprises en 2022.

Le 6 février 2022 à 12h15 notamment, l'ASN a été informée d'un départ de feu dans un local hors zone nucléaire de la centrale EDF de Cruas-Meysses (07). L'équipe d'astreinte s'est mobilisée afin de suivre l'évolution de la situation et se préparer à activer le centre d'urgence si besoin.

Le 23 novembre 2022 à 11h36, la centrale nucléaire de Gravelines (59) a déclenché son PUI pour un incendie hors zone contrôlée à la suite d'un dégagement de fumée constaté sur une pompe. Les échanges entre l'ASN et EDF ont amené à lever rapidement l'alerte, le dégagement de fumée ayant immédiatement cessé après l'arrêt de cette pompe. Le PUI a donc été levé à 12h30 avec l'accord de l'ASN.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents ainsi que des agents de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises, de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnelle et d'alerte (CMVOA) du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

Un numéro vert d'urgence radiologique permet également à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Ce numéro est réservé aux sociétés titulaires d'une autorisation de détention de sources radioactives délivrée par l'ASN au titre du code de la santé publique et aux sociétés effectuant des transports de matières radioactives. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge en déclenchant le système d'alerte. Dans le cas contraire, seul l'[échelon local de l'ASN](#) (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le grément du centre d'urgence, l'équipe d'astreinte apporte un appui pour soutenir la division territoriale concernée.

Depuis 2018, un [dispositif d'astreinte](#) permet de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN.

Le schéma 2 (voir page précédente) présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

Le tableau 1 montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges

entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

### 3. Exploiter les enseignements

#### 3.1 S'exercer

L'objectif principal des exercices d'urgence nucléaire et radiologique est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants) ;
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes ;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation ;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions ;

- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile ;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfetures et les services départementaux, l'ASN, l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à 300 personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

TABLEAU 1 Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique

	DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfecture (COD, COZ)	-	Préfecture Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfecture (COD)
	ASN (CU)	IRSN (CTC) Météo-France	IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local	Niveau local	Niveaux national et local

CIC: Cellule interministérielle de crise – COD: Centre opérationnel départemental – COZ: Centre opérationnel zonal – CTC: Centre technique de crise – CU: Centre d'urgence

TABLEAU 2 Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique réalisés en 2022

SITE NUCLÉAIRE	DATES DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
Centrale nucléaire EDF de Cattenom (57)	11 et 12 mai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision et pression médiatique simulée</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> <li>• Échange d'informations avec pays frontaliers</li> </ul>
Base aérienne d'Avord (18)	8 et 9 juin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordination avec l'ASND</li> <li>• Recommandations sur la gestion post-accidentelle</li> </ul>
Centrale nucléaire EDF de Dampierre-en Burly (45)	14 et 15 septembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> </ul>
Centre CEA de Cadarache (13)	30 septembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision et pression médiatique simulée</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> </ul>
Centrale nucléaire EDF de Paluel (76)	12 et 13 octobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision et pression médiatique simulée</li> <li>• Actions dans le cadre de la Journée nationale de la résilience</li> </ul>
Centrale nucléaire EDF de Cruas-Meysses (07)	20 et 21 octobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> <li>• Atelier post-accidentel</li> </ul>
Base navale de l'Île Longue (29)	23 et 24 novembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordination avec l'ASND</li> <li>• Atelier post-accidentel</li> </ul>
Centrale nucléaire EDF de Saint-Alban (38)	25 novembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> </ul>
Centrale nucléaire EDF de Flamanville (50)	13 et 14 décembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de décision</li> <li>• Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté</li> </ul>

### 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la DGSCGC et l'ASND, a préparé le programme 2022 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives. Ce programme a été annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 28 janvier 2022.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2022.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et de tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de cinq ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2022, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des REX, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2021.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la défense (ASND);

### LE CODIRPA PUBLIE SES NOUVELLES RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

À la suite de la publication des premières recommandations au Gouvernement en 2012, le Codirpa a poursuivi ses travaux pour tirer les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et des exercices de crise nationaux, en associant l'ensemble des parties



prenantes (experts, services de l'État, CLI, associations, exploitants, etc.). Les nouvelles *Recommandations du Codirpa pour la gestion des situations post-accidentelles d'un accident nucléaire* ont été rassemblées dans un [guide](#) publié en novembre 2022. Ces propositions ont vocation à alimenter les prochaines évolutions de la planification de crise nationale.

- les instances internationales (AIEA, Commission européenne, Agence pour l'énergie nucléaire);
- les ministères de la Santé, de l'Intérieur, etc.

L'expérience acquise au cours de ces exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles.

### PANELS CITOYENS POUR CONSTRUIRE ENSEMBLE LA DOCTRINE POST-ACCIDENTELLE: ET DE QUATRE!

Après Golfech et Tricastin en 2021, l'ASN et les CLI se sont à nouveau associées pour un échange public au sujet des propositions du Codirpa en matière de gestion des conséquences d'un accident nucléaire, notamment sur les denrées fraîches produites localement (potagers, vergers) et des produits de la chasse, de la pêche et de la cueillette. L'objectif principal est de vérifier auprès des citoyens la compréhension et l'acceptabilité des actions de protection envisagées. Ces deux panels supplémentaires ont eu lieu en janvier et février 2022 à Paluel-Penly (76) et à Dampierre-en-Burly (45) et ont permis des échanges nourris entre l'ASN et la population de ces territoires. Cette démarche, qui vise à anticiper les conséquences d'un accident majeur, s'inscrit dans une volonté de renforcer la culture de la sécurité et de la radioprotection chez les parties



prenantes concernées (population, élus, associations, etc.); c'est un axe de progrès indispensable, comme l'ont prouvé les crises récentes (accident

de Lubrizol, pandémie de Covid-19). L'expérience de panels citoyens sera renouvelée en 2023 sur d'autres sujets.

### 3.2 Évaluer pour s'améliorer

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le REX;

- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger;
- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé « Criter » développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.

## 4. Perspectives

L'année 2022 a permis de retrouver un rythme normal en matière de préparation et d'entraînement à la gestion de crise. Les exercices et situations réelles qu'ont gérés les équipes de crise de l'ASN en 2022, ainsi que la mise en œuvre de modalités de formation et d'entraînement revues ont permis de renforcer leurs compétences et leur expérience.

Les exercices et les inspections avec mise en situation menés par l'ASN ont permis de vérifier la capacité des exploitants à gérer une crise. Certaines pistes d'amélioration ont été relevées et devront être mises en œuvre rapidement.

Dans le domaine du post-accidentel, les travaux de préparation à la gestion des suites d'un accident nucléaire ont été poursuivis et intensifiés, avec notamment la publication des nouvelles recommandations du Codirpa au Gouvernement qui complètent la prise en compte des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (voir encadré page précédente). Un rapport dressant un état des lieux de la culture de la sécurité et de la radioprotection autour des installations nucléaires a également été publié par le Codirpa. Donnant

suite aux recommandations de ce rapport, plusieurs membres du Codirpa se sont activement impliqués dans la préparation et la tenue de la Journée nationale de la résilience face aux risques naturels et technologiques, dont la première édition s'est tenue le 13 octobre 2022.

En 2023, l'ASN poursuivra son implication active dans la préparation, la réalisation et le REX des différents exercices de crise nationaux réalisés avec les préfetures. La coordination transfrontalière fera également l'objet d'une attention particulière au travers de travaux menés avec les pays voisins.

En matière de gestion post-accidentelle, les travaux du Codirpa se poursuivront avec notamment des propositions attendues en matière de stratégie de gestion des déchets à la suite d'un accident. L'ASN s'attachera à associer la population à la réflexion, notamment en proposant de nouveaux panels citoyens.

Enfin, en 2023, les outils du centre d'urgence seront également renforcés pour un accès plus simple et plus pratique aux outils cartographiques de l'État.



# L'information des publics

<b>1</b>	<b>Développer les relations avec les publics</b> .....	p.186
1.1	<b>Le grand public</b>	
1.1.1	Le site Internet <i>asn.fr</i>	
1.1.2	Les réseaux sociaux	
1.1.3	L'exposition ASN-IRSN	
1.1.4	Le centre d'information de l'ASN	
1.2	<b>Les professionnels</b>	
1.2.1	Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection	
	1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne	
	1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques	
	<b>1.3 Les médias</b>	
	<b>1.4 Les élus et les institutionnels</b>	
	<b>1.5 La coopération internationale</b>	
<b>2</b>	<b>Renforcer le droit à l'information et la participation du public</b> .....	p.191
2.1	<b>L'information donnée par les exploitants</b>	
2.2	<b>L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base</b>	
2.3	<b>La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions</b>	
2.3.1	Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires	
2.3.2	Consultation du public sur les projets de décisions individuelles	
2.3.3	Consultation d'instances particulières	
2.3.4	Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics	
	<b>2.4 Les acteurs en matière d'information</b>	
	2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire	
	2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	
	2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi	
	2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information	

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité nucléaire a défini non seulement un droit à l'information pour le public, mais également un devoir de transparence pour les acteurs du nucléaire. Pour remplir cette mission d'information, l'ASN déploie des efforts de manière proactive et réactive.

De manière volontariste, le site [asn.fr](http://asn.fr), donne accès aux lettres de suite d'inspection, aux avis d'événements significatifs, aux notes d'information et communiqués de presse, et aux décisions prises par l'ASN.

Son actualité est relayée sur les réseaux sociaux et dans sa *Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire*. Elle développe également des outils pédagogiques: vidéos, infographies, exposition itinérante, etc.

Par ailleurs, l'ASN traduit les notes d'information, communiqués et contenus à fort enjeu. Ces publications en langue anglaise soutiennent l'action de l'ASN dans les instances internationales.

Enfin, l'ASN mène des actions spécifiques auprès des professionnels (guides, colloques, séminaires) afin de faire connaître la réglementation et de les sensibiliser aux enjeux de sûreté et de radioprotection.

En réponse à des sollicitations, les porte-paroles de l'ASN répondent à de nombreuses sollicitations médiatiques. Chaque année, l'ASN est auditionnée par le Parlement sur son activité et sur des sujets à fort enjeu. L'ASN apporte également son concours aux travaux des commissions locales d'information (CLI).

Enfin, les parties prenantes de l'ASN (ONG, professionnels, collectivités locales, etc.) la sollicitent pour obtenir la transmission de documents ou pour connaître sa position sur des sujets techniques, environnementaux, réglementaires, sur la sûreté nucléaire et la radioprotection.

## 1. Développer les relations avec les publics

### 1.1 Le grand public

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et acquièrent les bons réflexes de [radioprotection](#) en toute circonstance (notamment vis-à-vis des risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des rayonnements ionisants). À cette fin, l'ASN développe des relations avec ses parties prenantes et utilise des vecteurs diversifiés: publications imprimées ou numériques, site Internet, réseaux sociaux, etc.

La collection des *Cahiers de l'ASN* vise à présenter pédagogiquement des sujets majeurs de sûreté nucléaire. Faisant la part belle aux illustrations (dessins, photos, infographies), aux textes courts et aérés, elle entend en faciliter la lecture. Les *Cahiers de l'ASN* sont diffusés auprès de 10 000 abonnés et sont disponibles sur [asn.fr](http://asn.fr). Depuis 2018, quatre *Cahiers de l'ASN* ont été publiés.



Cahier de l'ASN paru en juin 2022

Le premier, *Les enjeux du 4<sup>e</sup> réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe*.

Le deuxième, *Centrales nucléaires au-delà de 40 ans: quelles conditions pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe d'EDF?*

Le troisième, *10 ans après Fukushima: quelles améliorations pour la sûreté des installations nucléaires en France?*

En 2022, un *Cahier de l'ASN* portant sur les enjeux du démantèlement est paru pour répondre aux questions du public sur cette étape clé de la vie d'une installation nucléaire.

L'ASN adresse la *Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire*, publication bimestrielle, à plus de 5 000 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN. La lettre d'information de l'ASN est envoyée gracieusement sur simple inscription sur [asn.fr](http://asn.fr).

#### 1.1.1 Le site Internet [asn.fr](http://asn.fr)

Avec près de 45 000 visites par mois en moyenne, le site [asn.fr](http://asn.fr) est au cœur du dispositif d'information des publics. Il propose à la consultation les projets d'avis et de décisions qui représentent le plus d'enjeux.

C'est également une source d'informations de référence pour les publics plus avertis: citoyens experts, membres d'associations environnementales et professionnels. Au total, ce sont près de 1,6 million de pages du site qui ont été vues en 2022.

La mise en ligne en 2021 d'une nouvelle version du site Internet a eu pour objectif de faciliter l'accès à ses quelque 20 000 pages portant sur le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, la réglementation, les actions de l'ASN dans les domaines de la santé, de l'industrie ou de la recherche nucléaires. Contenus et fonctionnalités sont disponibles dans les mêmes conditions quel que soit le support utilisé (ordinateur, téléphone, tablette), conformément aux normes d'accessibilité en vigueur ainsi qu'aux exigences de la loi pour une République numérique du 7 octobre 2016.

Un outil de recherche plus performant et une carte des installations (électronucléaires, industrielles et médicales) offrent une navigation plus précise et rapide.

Le site *asn.fr* s'attache à faciliter l'accès, selon les publics, aux informations recherchées :

- travailleurs des secteurs contrôlés et réglementés par l'ASN (pour les services en ligne et les formulaires notamment), experts techniques, juristes, riverains d'installations, patients et praticiens, élus et journalistes peuvent accéder à l'actualité des sites ou aux documents du contrôle qui les intéressent : lettres de suite d'inspection, avis d'événements significatifs, etc. ;
- citoyens s'intéressant aux enjeux de sûreté et souhaitant s'impliquer dans le processus de prise de décision. Ainsi, des contenus pédagogiques (vidéos, infographies, dossiers thématiques) sont proposés et le module de « consultation du public » a été amélioré.

Le site *asn.fr* s'est doté d'un formulaire sécurisé de recueil des signalements de fraude dans le domaine nucléaire. Cette application garantit la [protection des lanceurs d'alerte](#) et le traitement confidentiel des informations recueillies. L'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016. En 2022, 34 signalements ont été recueillis sur *asn.fr*.

### 1.1.2 Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux (notamment sur [Twitter](#), [Facebook](#) et [LinkedIn](#)). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient ses principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 16 700 abonnés sur Twitter, plus de 38 000 sur LinkedIn et 4 800 sur Facebook.

### 1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'IRSN ont créé des contenus pédagogiques destinés aux lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients, etc. et plus généralement aux citoyens. Composée de plus de 80 panneaux répartis en onze thèmes, l'exposition a pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement.

En 2022, elle a été accueillie dans 15 lieux : lycées, CLI, centres de culture scientifique, lors de la Journée de la résilience et lors de la Fête de la science, ou encore dans des hôpitaux lors de la semaine de sécurité des patients.

Cette exposition est mise à disposition gratuitement sur simple demande.

Elle peut s'intégrer dans de nombreux événements et répondre à des situations variées (voir pages 188 et 189).

### 1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne ([info@asn.fr](mailto:info@asn.fr)), par courrier et téléphone. En 2022, le centre d'information en ligne a répondu à plus de 600 sollicitations sur des sujets divers (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires, etc.).

1. Directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités.

## 1.2 Les professionnels

L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels à leurs responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

### 1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté des INB. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de [refonte de la réglementation technique et générale applicable aux installations nucléaires de base](#) (INB), en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées aux professionnels en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie : l'ASN met à la disposition de tous des guides, des fiches pratiques et des recueils de référence.

#### Un espace pour les professionnels sur *asn.fr*

Les [professionnels](#) retrouvent dans un espace dédié les formulaires, les textes réglementaires ainsi que des publications à visée pédagogique ou d'accompagnement dans la mise en œuvre de la réglementation.

En 2022, l'ASN a publié la série des bilans d'inspection du secteur médical en 2021 (radiothérapie, curiethérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées – PIR).

#### Des outils pratiques pour une application concrète de la réglementation

La radioprotection a fait l'objet d'une importante refonte réglementaire tant dans le code de la santé publique que dans le code du travail. Les [guides de l'ASN](#) énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation et partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience (REX) des événements significatifs. En 2022, l'ASN a mené une consultation du public sur les versions révisées de trois guides à paraître en 2023 : le guide *Système de gestion de la qualité dans les transports*, datant de 2005 ; le Guide n° 29, *Radioprotection dans les activités de transport de substances radioactives* ; le Guide n° 11, *Déclaration des événements significatifs de radioprotection*.

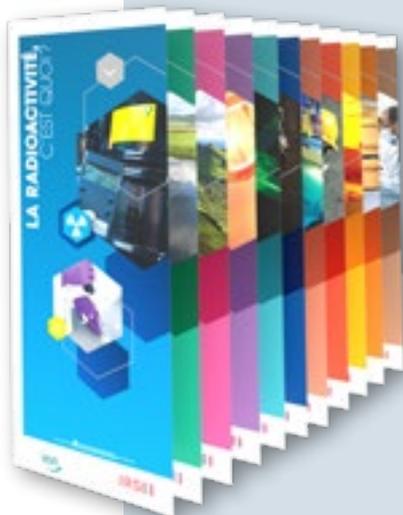
Après des rencontres en région avec les principaux détenteurs de sources de haute activité en 2020 et 2021, l'ASN a publié en 2022 une plaquette pour sensibiliser les autres responsables d'activité nucléaire à la protection des sources de rayonnements ionisants contre la malveillance.

L'ASN a rencontré les manipulateurs d'électroradiologie lors des Journées scientifiques de l'Association française du personnel paramédical d'électroradiologie (AFPPE) en mai à Nancy, les professionnels de la radiologie aux Journées françaises de radiologie (JFR) en octobre à Paris, et les personnes compétentes en radioprotection en novembre à Lyon. Elle y a présenté les évolutions réglementaires, notamment le nouveau régime d'enregistrement et les vérifications, sous la forme d'un quiz et de fiches pratiques.

L'ASN est également à l'initiative de séminaires professionnels thématiques. Le 29 mars 2022, 160 radiologues et entreprises concernées de la région Grand Est ont participé au webinaire organisé par les divisions de Châlons-en-Champagne et de Strasbourg de l'ASN avec la Dreets<sup>(1)</sup> sur les enjeux de radioprotection de la radiographie industrielle.



05



## UNE EXPOSITION pour sensibiliser le public

L'exposition ASN-IRSN « *Radioactivité – Découvrir et comprendre* » entend diffuser une information claire et objective, sans tabou ni parti pris, sur la radioactivité, ses usages, ses risques, ses effets sur la santé et l'environnement.

Chaque panneau comporte une infographie accompagnée d'explications précises, une rubrique « débat » faisant état de la diversité des opinions et une vulgarisation du sujet pour le jeune public.

11  
SÉQUENCES

85  
PANNEAUX

MODULAIRE





## Les onze séquences disposent d'un code couleur et d'un logo propres

L'exposition a fait l'objet d'une refonte graphique et d'une mise à jour des contenus en 2022.



**La radioactivité, c'est quoi ?**



**La radioactivité autour de nous**



**Le radon dans nos maisons**



**Les effets de la radioactivité sur le corps**



**Des rayons pour soigner**



**Usages méconnus des rayonnements**



**Les centrales sont-elles sûres ?**



**L'accident nucléaire**



**Le « cycle du combustible »**



**Que faire des déchets radioactifs ?**



**Les acteurs du nucléaire**

## Organisez votre exposition sur-mesure



L'exposition se compose de plus de 80 panneaux répartis en onze séquences thématiques qui peuvent être associés pour composer l'exposition qui correspondra le mieux aux besoins du public. Elle est consultable [en ligne](#) afin de choisir les panneaux adéquats.

### Un déploiement aisé

L'exposition se présente sous la forme de panneaux déroulables (« roll-up »), légers, faciles à monter et à démonter. Elle s'adapte à la surface et à la configuration du lieu d'accueil.



Une seule personne peut la mettre en place. Pour quinze panneaux, le temps de montage est d'environ 30 min et de 15 min pour le démontage.

### Une mise à disposition gratuite

L'ASN et l'IRSN mettent gracieusement l'exposition à la disposition des maires, enseignants, commissions locales d'information, responsables associatifs, chefs d'entreprise, professionnels de santé, etc.

Elle peut s'intégrer dans de nombreux événements et répondre à des situations variées : exercice de crise, Fête de la science, journée portes ouvertes, Journée de la résilience, projets pédagogiques, etc.

**Pour emprunter l'exposition :**

[asn.fr/l-asn-informe/exposition-asn-irsn](https://asn.fr/l-asn-informe/exposition-asn-irsn)



Bulletins *La sécurité du patient* publiés en septembre et octobre 2021

05

Le 25 octobre, la division de l'ASN de Lyon a rassemblé une centaine de professionnels de la radiothérapie et de la médecine nucléaire à finalité thérapeutique pour une journée d'échanges sur le travail en équipe et la prise en charge sécurisée du patient dans un contexte de changement (d'organisation, d'équipement, de technique).

### 1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

Les démarches réglementaires font progressivement leur mue numérique sur le portail [Téléservices](https://www.asn.fr) sur [asn.fr](https://www.asn.fr). L'ASN tend ainsi à faciliter les démarches des professionnels, ce qui participe de la culture de sûreté. Douze formulaires de déclaration étaient déjà disponibles (dont les déclarations de détention d'appareils et de sources et les déclarations des événements de transport de marchandises dangereuses). Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021, l'entrée en vigueur du nouveau régime d'autorisation simplifié – le régime d'enregistrement – s'est accompagnée de la mise en ligne de 12 nouveaux formulaires de demande d'enregistrement proposés aux responsables d'activités nucléaires dans les domaines industriel, médical, vétérinaire et de recherche. L'ASN a ainsi pu permettre une démarche dématérialisée dès l'entrée en vigueur des nouvelles réglementations.

### 1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques

Le bulletin *La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès* a été créé en mars 2011 pour restituer les enseignements des événements significatifs en radioprotection aux professionnels. Il alterne depuis juillet 2019 des sujets consacrés à la radiothérapie, à l'imagerie médicale diagnostique (conventionnelle, scanner ou médecine nucléaire) et aux PIR. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection.

Une erreur d'étalonnage d'un accélérateur linéaire de particules a fait l'objet d'une fiche *Retour d'expérience* en avril 2022.

Un bulletin est à paraître en mars 2023 sur la maîtrise des dispositifs médicaux de radiologie interventionnelle.

Ces publications sont disponibles sur [asn.fr](https://www.asn.fr).

## 1.3 Les médias

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN répondent à plus de 500 sollicitations presse et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales. L'année 2022 a été principalement marquée par les débats concernant la politique énergétique en France et l'état de la sûreté du parc nucléaire : les problèmes de corrosion sous contrainte, la poursuite de fonctionnement des réacteurs, la gestion des déchets radioactifs. Les conférences régionales ont permis d'informer les médias localement sur l'actualité du contrôle des installations, la culture du risque et sa prise en compte par la population. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients et des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#), l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2022, en raison de la pandémie, l'ASN a eu recours à des visioconférences régionales qui ont eu lieu de fin mai à mi-septembre et ont rassemblé 80 journalistes.

Lors de ces rencontres, les [divisions territoriales](#) de l'ASN rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées dans les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers, etc.

Enfin, l'ASN a une mission d'information du public en [situation d'urgence](#)<sup>(2)</sup>. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent des formations spécifiques et participent à des exercices de crise. Chaque année, des [exercices de crise](#) comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4). Depuis 2011, les réseaux sociaux sont intégrés à la « pression médiatique simulée » des exercices de crise.

### LES SUJETS AU CŒUR DE L'ATTENTION DES MÉDIAS

En 2022, certains sujets ont plus spécialement suscité l'attention des médias et de l'opinion publique :

les fissures de corrosion sous contrainte détectées sur certains réacteurs, le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville et les problèmes des soudures, le 4<sup>e</sup> réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe), la relance du nucléaire et la poursuite de fonctionnement des centrales nucléaires, ainsi que les projets de construction de nouveaux réacteurs, les besoins en compétences de la filière nucléaire, la gestion des déchets, les rejets thermiques de certaines centrales en période de canicule, la sûreté des installations nucléaires en temps de guerre, en lien avec la situation ukrainienne.

Les incidents survenus sur certains sites nucléaires (Chooz, Civaux) ont également intéressé les médias locaux.

Concernant l'actualité du secteur médical, la presse s'est plus particulièrement intéressée à l'optimisation des doses, notamment dans le domaine de la médecine nucléaire, et à l'exposition au radon.

2. Selon l'article L. 592-32 du code de l'environnement.

## 1.4 Les élus et les institutionnels

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques le présent [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#). Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis au Président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes, etc.

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi

de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien à leur demande.

## 1.5 La coopération internationale

L'ASN s'investit au [plan international](#) pour favoriser le REX et le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. L'ASN participe au groupe de travail sur la transparence du Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group* – [ENSREG](#)) ; elle prend part aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)) et du groupe de travail sur la communication avec le public (*Working group on public communication*) de l'Agence pour l'énergie nucléaire ([AEN](#)).

## 2. Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle ; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

### 2.1 L'information donnée par les exploitants

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont, en outre, soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code du commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire précisées ci-après.

#### Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement, conformément à l'article L. 125-15 du code de l'environnement. Ces rapports sont rendus publics et transmis à la CLI auprès de l'installation concernée ainsi qu'au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN – article L. 125-16).

#### L'accès aux informations détenues par les exploitants

Le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif favorisant l'accès du public aux informations. En application de l'article L. 125-10 du code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les actions menées pour prévenir ou réduire ces risques. Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

#### La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs ([CADA](#)), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuera sur la communicabilité de l'information en cause. L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information, dans le respect de la protection des intérêts prévue par la loi (notamment, la communication de l'information demandée ne doit pas porter atteinte : au secret de la défense nationale, à la sûreté de l'État, à la sécurité

publique, à la recherche et à la prévention par les services compétents d'infractions de toute nature, au secret des affaires qui comprend le secret des procédés, des informations économiques et financières et des stratégies commerciales ou industrielles).

### 2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

L'article L. 125-16-1 du code de l'environnement institue une obligation d'information régulière des riverains d'une INB (personnes domiciliées ou établies dans le périmètre d'un plan particulier d'intervention – PPI) sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les mesures de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

### 2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

L'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) consacre le droit, pour toute personne, de [participer à l'élaboration des décisions](#) publiques ayant une incidence sur l'environnement. La loi française prévoit en conséquence un certain nombre de dispositifs de participation du public (enquêtes publiques ou de consultations par Internet).

À ce titre, un grand nombre de projets de textes (décisions réglementaires ou individuelles) soumis à avis de l'ASN, ou élaborés par elle, font l'objet d'une participation du public. En outre, l'ASN a développé une politique très favorable à la participation du public, et consulte également le public sur certains projets d'avis ou de guides.

#### 2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'[article L. 123-19-1 du code de l'environnement](#) prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de décisions autres que les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement. L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont considérés comme ayant une incidence sur l'environnement et sont donc soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN. Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine

## CONSULTATIONS, MODE D'EMPLOI

La procédure de participation du public consiste en une mise à disposition du projet de décision réglementaire sur le site Internet de l'ASN pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires.

La liste indicative des [consultations](#) programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les trois mois sur [asn.fr](#).

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur [asn.fr](#) au plus tard à la date de publication de la décision.

05

de nuisances importantes pour le voisinage ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident. Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils n'aient pas de caractère réglementaire. Au cours de l'année 2022, 16 consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

Pour les décisions réglementaires relatives à la radioprotection, la consultation peut être effectuée sur le fondement de l'article R\*. 132-10 du code des relations entre le public et l'administration quand ces décisions n'entrent pas dans le cadre de l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement. Pour les décisions réglementaires relatives à la radioprotection, la consultation peut être effectuée sur le fondement de l'article R\*. 132-10 du code des relations entre le public et l'administration quand ces décisions n'entrent pas dans le cadre de l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement.

### 2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles<sup>(3)</sup> en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

#### L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique<sup>(4)</sup>. Le dossier mis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable [en ligne](#) pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

L'article L. 593-19 du code de l'environnement soumet à enquête publique « les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens au-delà de la 35<sup>e</sup> année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire ». Ce dispositif est particulier puisque l'enquête publique ne porte pas sur la poursuite du fonctionnement

d'un réacteur électronucléaire en tant que telle, mais sur le caractère suffisant de l'ensemble des « dispositions proposées par l'exploitant » dont la finalité même doit viser à réduire les incidences sur l'environnement de l'installation dans la perspective de la poursuite de son fonctionnement. Les articles R. 593-62-2 et R. 593-62-9 du code de l'environnement fixent les modalités nécessaires à la mise en œuvre de cette enquête publique, notamment pour favoriser l'effectivité de la participation du public en lui permettant d'apprécier les améliorations de sûreté déjà mises en œuvre et prévues par l'exploitant dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de son installation.

#### La mise à disposition des projets sur [asn.fr](#)

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement (comme les projets de décisions relatifs aux prélèvements d'eau ou de rejets) font l'objet d'une consultation sur Internet en application de l'article L. 123-19-2 du code de l'environnement. Dans le cas de l'application du III de l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement, certaines décisions de mise en service d'INB font l'objet d'une participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19 du même code. Au cours de l'année 2022, 68 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles.

### 2.3.3 Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis de l'autorité environnementale et des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet, ainsi que de la CLI (voir point 2.4.3). Les CLI ont en outre la possibilité d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur des projets de décrets, par exemple le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI est consultée sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement. Le préfet transmet, pour information, le projet de prescriptions et le rapport de présentation au Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (Coderst). Il peut également solliciter l'avis de ce conseil sur le projet de prescriptions.

### 2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

## 2.4 Les acteurs en matière d'information

### 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le [HCTISN](#), créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leurs effets sur la santé des personnes et sur l'environnement.

3. Décision qui s'applique à un exploitant pour une installation donnée.

4. En application des dispositions de l'article L. 593-8 ou L. 593-28 du code de l'environnement.

## LE CADRE DE FONCTIONNEMENT DES COMMISSIONS LOCALES D'INFORMATION ET DES COMMISSIONS DE SUIVI DE SITE

Les CLI, dont la création incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement ou des intérêts économiques, d'organisations syndicales de salariés et des professions médicales, ainsi que des personnalités qualifiées. Les représentants des services de l'État, dont l'ASN, et ceux de l'exploitant participent de plein droit avec voix consultative aux travaux de la CLI. La loi TECV a prévu la participation de membres étrangers dans les CLI des départements frontaliers. Les CLI sont présidées par le président du conseil départemental ou par un élu du département qu'il désigne à cet

effet. Elles reçoivent les informations nécessaires à leur mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement. À l'exception de l'installation Ionisos à Dagneux (Ain), tous les sites d'INB sont dotés d'une CLI.

Les CLI sont financées par les collectivités territoriales et par l'ASN qui consacre environ 1,25 million d'euros par an au soutien financier des CLI et de leur fédération nationale, l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli). Dans le cadre de ses réflexions sur le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'ASN propose régulièrement au Gouvernement la mise en œuvre du dispositif, prévu par la loi du 13 juin 2006, d'abondement du budget des CLI à statut associatif

(soit une dizaine) par un prélèvement sur la taxe INB.

En application du décret du 7 février 2012<sup>5)</sup>, des commissions de suivi des sites (CSS) remplacent progressivement les comités locaux d'information et de suivi (CLIS) auprès des anciens sites nucléaires, des laboratoires de recherche ou des sites de traitement de déchets. Cadres d'échange et d'information sur les actions menées par les exploitants des installations visées, elles promeuvent l'information du public. Elles sont notamment tenues informées des incidents et accidents dont les installations sont l'objet, voire des projets de création, d'extension ou de modification des installations.

L'ASN est invitée aux comités de suivi des sites de défense ainsi qu'à ceux des anciens sites miniers.

*\* Pris en application de l'article L. 125-2-1 du code de l'environnement.*

Il peut se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible sur [hctisn.fr](http://hctisn.fr). Le président de l'ASN est membre du Haut Comité, l'ASN siège au bureau du HCTISN avec un rôle consultatif, participe à ses différents groupes de travail et apporte régulièrement des éléments d'information sur les sujets à l'ordre du jour des plénières.

En 2022, les deux groupes du HCTISN, l'un consacré à la concertation relative au 4<sup>e</sup> réexamen périodique des réacteurs électronucléaires de 900 MWe, le second consacré à la concertation dans le cadre du projet Cigéo, ont poursuivi leurs travaux.

### 2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'IRSN met en œuvre une politique d'information en cohérence avec le contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») a imposé à l'IRSN de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016, l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN. Sur les sujets de préoccupation, suscitant des interrogations du public ou des acteurs publics, l'ASN et l'IRSN veillent à une bonne coordination des prises de parole, afin de garantir une information cohérente, claire et consistante.

Par ailleurs, chaque année, l'IRSN rend publics les résultats de ses programmes de recherche et développement, à l'exclusion de ceux qui relèvent de la défense nationale.

Dans le cadre d'une saisine de l'ASN et après accord de celle-ci, l'IRSN peut solliciter la participation de publics avertis, de riverains, ou encore du grand public. L'Institut leur apporte alors une information complète et accessible, et recueille en retour leurs sujets de préoccupation et leurs questionnements, afin de les intégrer au travail d'expertise réalisé au profit de l'ASN.

### 2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

Les CLI ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement des installations du site autour duquel elles ont été constituées<sup>(5)</sup>.

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en participant aux réunions publiques. En partenariat avec l'Anccli, l'ASN favorise le fonctionnement en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN est régulièrement mise à la disposition des CLI.

5. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB, et par décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.



Atelier « Mesurer et comprendre la radioactivité » lors de la 34<sup>e</sup> conférence des CLI le 15 novembre 2022, à Tours

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections<sup>6</sup>. Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis, et favorisent l'association des CLI à la préparation des exercices de crise.

L'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertises dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent fonder leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN. Avec son groupe d'experts scientifiques, l'Anccli appuie et soutient les CLI. Le 10 novembre 2022, elle a notamment participé à un webinar sur le phénomène de corrosion sous contrainte affectant certains réacteurs en France. Certaines CLI s'adjoignent les compétences de prestataires extérieurs qui les conseillent sur les dossiers techniques sur lesquels elles souhaitent prendre position.

#### Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV dispose que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année. L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site Internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient; une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

#### La 34<sup>e</sup> conférence des CLI

Dans l'objectif de valoriser l'ancrage territorial des CLI et leur rôle de relais d'information de proximité, la 34<sup>e</sup> édition de la Conférence des CLI s'est tenue en présence, et pour la première fois en région, le mardi 15 novembre 2022 au Palais des congrès de Tours, Val de Loire.

Après le traditionnel panorama des grands dossiers d'actualité du nucléaire du matin, les 160 participants ont été invités à participer à des ateliers collaboratifs autour de la culture de la radioprotection. Quatre ateliers ont permis de partager les bonnes pratiques et de dégager des pistes au sujet de la Journée de la résilience face aux risques majeurs ainsi que de la mesure de la radioactivité. Les élus ont pour leur part bénéficié d'un entraînement médiatique et d'une mise en situation post-accidentelle nucléaire.

Les ateliers ont fait l'objet d'une restitution après une table ronde de réflexion « Transmettre et mobiliser la mémoire des CLI pour éclairer les enjeux à venir ».

Les présidents de l'ASN et de l'Anccli ont salué le succès de cette édition régionale, occasion d'échanges riches entre les membres des CLI et les exploitants, les experts et représentants des pouvoirs publics.

#### 2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI (voir point 2.4.3), et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération. L'Anccli regroupe les 34 CLI françaises, ainsi que les 34 comités instaurés auprès des installations intéressant la défense. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires », « Sécurité », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échanges mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN, etc.).

6. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

### Partenariat avec l'ASN

L'Anccli a des échanges réguliers avec l'ASN et participe à plusieurs de ses groupes de travail permanents ou occasionnels. L'Anccli favorise la montée en compétence technique des membres de CLI en organisant avec l'IRSN, dans le cadre des travaux d'expertise réalisés pour l'ASN, des séminaires thématiques. L'Anccli, avec l'ASN et l'IRSN, entretient un dialogue technique sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires. Chaque année, l'ASN organise en coopération avec l'Anccli la [Conférence nationale des CLI](#).

### L'activité de l'Anccli

L'Anccli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Anccli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Anccli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

AN



ASN  
Autorité de sûreté nucléaire  
www.asn.fr

Abstracts  
ASN REPORT

Les extraits  
RAPPORT

# ASN

## THE FRENCH NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Roles  
Operations  
Key figures

**A**SN was created by the 13 June 2006 Nuclear Security and Transparency Act. It is an independent administrative authority responsible for regulating civil nuclear activities in France.

On behalf of the State, ASN ensures the oversight of nuclear safety and radiation protection to protect people and the environment. It informs the public and contributes to enlightened societal choices.

ASN decides and acts with rigour and discernment. Its mission is to exercise oversight that is recognised internationally as a benchmark for good practice.

# ASN

## THE FRENCH NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Roles  
Operations  
Key figures

ASN was created by the 13 June 2006 Nuclear Security and Transparency Act. It is an independent administrative authority responsible for regulating civil nuclear activities in France.

On behalf of the State, ASN ensures the oversight of nuclear safety and radiation protection to protect people and the environment. It informs the public and contributes to enlightened societal choices.

ASN decides and acts with rigour and discernment. Its mission is to exercise oversight that is recognised internationally as a benchmark for good practice.

# Les relations internationales

<b>1</b>	<b>Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales</b> .....	p. 198
<b>2</b>	<b>Le cadre européen des relations internationales de l'ASN</b> .....	p. 199
2.1	Le traité Euratom et ses groupes de travail	
2.2	La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires	
2.3	La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs	
2.4	La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection	
2.5	Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)	
2.6	Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)	
2.7	L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)	
2.8	L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)	
2.9	Les programmes d'assistance de la Commission européenne	
<b>3</b>	<b>Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN</b> .....	p. 203
3.1	L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)	
3.2	L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)	
3.3	Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)	
3.4	L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)	
<b>4</b>	<b>Les conventions internationales</b> .....	p. 205
4.1	La Convention sur la sûreté nucléaire	
4.2	La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs	
4.3	La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire	
4.4	La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique	
<b>5</b>	<b>Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN</b> .....	p. 206
5.1	La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères	
5.2	Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral	
5.3	Les échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangères	
<b>6</b>	<b>Perspectives</b> .....	p. 208

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans les [cadres de coopération](#) bilatéraux, européens et multilatéraux auxquels elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux. Par ailleurs, l'ASN veille, dans ces cadres, à faire connaître les positions et doctrines françaises, et à tirer parti des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France et dans le monde.

L'ASN propose par ailleurs au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales, relevant de son domaine de compétences, et représente la France dans les instances internationales et communautaires du domaine.

## 1. Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales

Le domaine international constitue un enjeu stratégique auquel l'ASN consacre une attention et des ressources particulières. L'action de l'ASN dans ce domaine vise à l'amélioration continue de la sûreté, en se fondant sur l'évolution des connaissances et le partage des pratiques, notamment en matière de contrôle. Cette action vise également à une harmonisation ambitieuse des exigences internationales en matière de sûreté et de radioprotection.

Les objectifs de l'ASN dans le domaine international s'articulent ainsi autour de quatre axes :

- promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux ;
- faire connaître les positions et la réglementation française et européenne à ses homologues ;
- susciter des travaux à l'échelle internationale sur les enjeux techniques prioritaires identifiés par l'ASN ;
- bénéficier des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

Pour atteindre ces objectifs, l'ASN entretient des relations bilatérales suivies avec de nombreux pays. Elle participe également à de nombreux échanges multilatéraux au sein d'instances et d'organisations aux statuts variés, que ce soit au plan européen avec le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group* – ENSREG), l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators Association* – WENRA) et l'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities* – HERCA) ou au plan international avec en particulier l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

À travers ses relations bilatérales, l'ASN a des échanges réguliers et nourris avec ses homologues sur des sujets d'actualité ou sur des points particuliers de la réglementation ou du contrôle. Ces échanges sont l'occasion pour l'ASN de partager son expérience et de comparer ses positions et ses pratiques dans le but de progresser. Ils nourrissent d'un éclairage extérieur les prises de

position, les questions techniques ou d'acceptabilité sociétale et permettent d'alimenter les débats nationaux et de consolider les décisions. Ils permettent également à l'ASN d'être directement informée de la situation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans les autres pays. À ce titre, les relations qu'entretient l'ASN avec ses homologues des pays limitrophes présentent un intérêt particulier. Ces échanges sont en outre essentiels dans la [gestion des situations d'urgence](#).

L'Europe constitue pour l'ASN l'un des axes prioritaires de son action internationale. L'objectif de l'ASN est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Dans les cercles associatifs ou communautaires européens, l'ASN a pour ambition de partager sa vision des enjeux prioritaires en matière de sûreté, de confronter ses analyses et d'échanger sur les pratiques de ses homologues afin de contribuer à établir et maintenir, au plan européen, un haut niveau d'exigence en matière de sûreté et de radioprotection pouvant s'appuyer sur des référentiels et doctrines harmonisés établis de manière concertée.

L'ASN veille à développer le partage des bonnes pratiques et de la radioprotection au-delà de l'Europe. À ce titre, elle s'attache à ce que la doctrine européenne, qui promeut les plus hauts niveaux d'exigence, constitue à l'échelle mondiale une référence, notamment pour les pays porteurs de nouveaux modèles de réacteur et les pays accédant à l'énergie nucléaire. Ces échanges internationaux, qui s'inscrivent dans des cercles variés, permettent également à l'ASN de bénéficier des meilleures pratiques et de l'expérience internationale, contribuant ainsi au progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

Ainsi, l'ASN œuvre à trois niveaux de coopération. Elle veille à maintenir une présence constante et équilibrée au sein de chacun d'entre eux, considérant que chacun est spécifique et que leur complémentarité contribue à l'objectif visé d'harmonisation et d'amélioration continue de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

## 2. Le cadre européen des relations internationales de l'ASN

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

### 2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail

Signé le 25 mars 1957, le [traité](#) instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue la source primaire du droit dans le domaine et a permis le développement harmonisé de dispositions permettant un contrôle rigoureux de la sûreté et la sécurité nucléaires et de la radioprotection. La Cour de justice de l'Union européenne (UE), considérant que les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection constituent un ensemble non dissociable, [a reconnu le principe](#) de l'existence d'une compétence communautaire dans le domaine de la sûreté, comme dans celui de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

Des experts de l'ASN participent aux travaux des comités et des groupes de travail du traité Euratom :

- groupe d'experts de l'article 31 (normes de base en radioprotection);
- groupe d'experts de l'article 35 (vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 36 (renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 37 (notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs).

Le groupe d'experts de l'article 31 s'est réuni à deux reprises en 2022, à distance en mai et en présentiel en novembre. Il a été informé des travaux de la Commission européenne portant, notamment, sur :

- la stratégie SAMIRA (*Strategic Agenda for Medical Ionising Radiation Applications*) et a validé, dans ce cadre, le rapport du projet QuADRANT en cours de publication, intitulé *Current status and Recommendations for Improving Clinical Audit Uptake and Implementation*;
- les études en cours relatives aux matériaux de construction, aux plans nationaux radon et à la surveillance de l'environnement.

Par ailleurs, un séminaire scientifique a été organisé en novembre 2022 pour faire le point sur les enjeux de radioprotection des réacteurs de fusion. Les actes du séminaire 2021 portant sur les

innovations dans le domaine de la dosimétrie « *Advances/Innovations in individual dosimetry* » ont été publiés en novembre 2022.

Le groupe d'experts pour les articles 35 et 36 du traité Euratom s'est réuni en octobre 2022, notamment pour évoquer l'état et les évolutions prévues des outils utilisés par la Commission européenne pour mettre à la disposition du public les données de surveillance des rejets des installations nucléaires et de leur environnement.

### 2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires

La [directive 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009, révisée en 2014 à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), établit un cadre communautaire afin d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et d'encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Elle prévoit notamment des pouvoirs et une autonomie accrues pour les autorités nationales de sûreté, renforce les exigences en matière de transparence, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour toute l'UE (issu des référentiels de sûreté produits par WENRA), établit un système européen d'examen par les pairs sur des thématiques de sûreté et requiert des réévaluations de sûreté tous les 10 ans. Elle renforce, en outre, les dispositions concernant l'éducation et la formation.

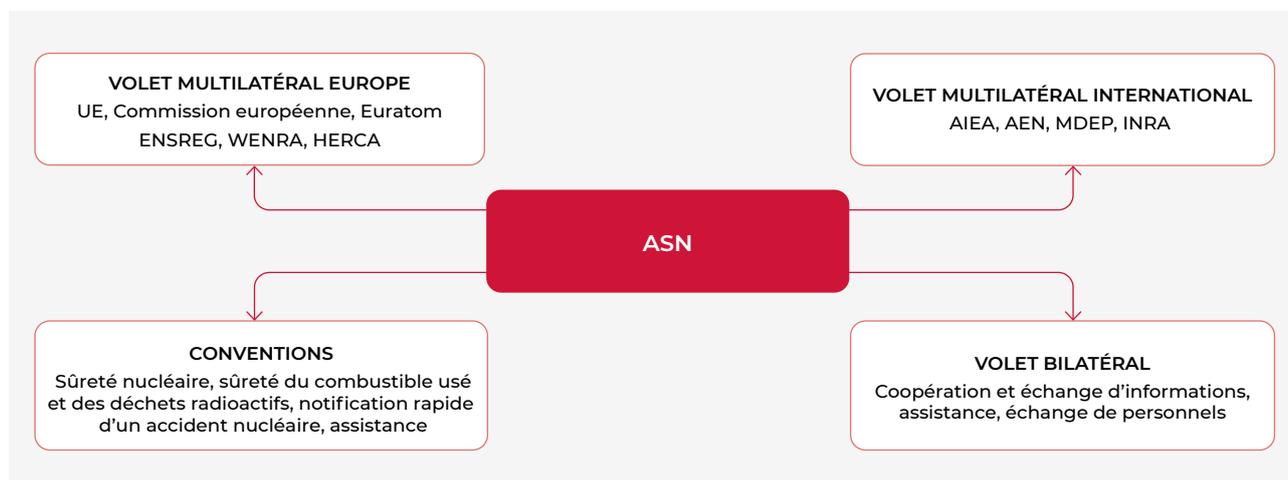
Cette directive est transposée dans le droit français.

Il est à noter que la législation européenne n'inscrit pas juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté.

### 2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'UE a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ([directive 2011/70/Euratom](#)). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'UE, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

#### L'ACTION DE L'ASN SUR LA SCÈNE INTERNATIONALE



Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des [déchets radioactifs](#), depuis leur production jusqu'à leur stockage à long terme.

Elle rappelle la responsabilité première des producteurs, et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre, d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets ;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs que chaque État membre doit mettre en œuvre. Elle prescrit notamment que chaque État membre doit être doté d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive comprend également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluation et d'examen régulier par les pairs du cadre national et de l'autorité de réglementation compétente. Ces aspects constituent des avancées majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'UE. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « TECV ») de 2015 et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition de la directive dans le droit français.

## 2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

La [directive 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 sur les normes de base en radioprotection s'applique à la justification, l'optimisation et la limitation des doses, au contrôle réglementaire, à la préparation aux situations d'urgence, à la formation et à d'autres domaines connexes (par exemple, le risque associé au radon, les substances radioactives d'origine naturelle et les matériaux de construction). Les modifications apportées en 2016 et 2018 aux codes de la défense, de l'environnement, de la santé publique et du travail ont permis d'assurer sa transposition dans le droit français.

## 2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

Créé en 2008, l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators Group*), qui rassemble des experts délégués par les pays membres de l'UE, a pour vocation de soutenir la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ENSREG a ainsi fait émerger un consensus politique dans l'élaboration des directives européennes en matière de sûreté nucléaire et de gestion du combustible usé et des déchets. L'ENSREG a également participé au processus d'élaboration de la révision de la

directive sur la sûreté nucléaire dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations nucléaires et la coopération internationale (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), structurent l'activité de l'ENSREG. L'ASN contribue aux travaux et réflexions de chacun d'entre eux.

L'ENSREG organise, conformément à la directive sûreté de 2014, des examens thématiques par les pairs européens. Le premier de ces exercices a porté sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires. Chacun des pays participants a tout d'abord rédigé un rapport national, examiné en 2018 par des experts nommés par les États membres. Cet examen a donné lieu à la rédaction d'un rapport sur les résultats génériques et d'un rapport sur les résultats spécifiques par pays. Sur cette base, les plans d'action nationaux établis par les pays ont été remis en septembre 2019 et mis à jour par la suite. Le rapport national, le plan d'action national et le rapport de clôture pour la France sont disponibles sur [asn.fr](#), en français et en anglais.

Les travaux relatifs au deuxième examen thématique par les pairs, présidés par une commissaire de l'ASN, concernant la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie, engagés par les États membres en 2020, se sont achevés avec la publication, en 2022, des termes de référence qui cadrent la revue par les pairs et de la spécification technique qui guide les pays pour la réalisation de leur autoévaluation. Les États membres ont ainsi débuté en 2022 le processus de rédaction de leur rapport national d'autoévaluation, dont la publication est attendue en octobre 2023.

## 2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

ECURIE (*European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'UE en cas d'urgence radioactive ou d'accident nucléaire majeur.

Ce système a été mis en place en 1987 par une [décision du Conseil de l'UE du 14 décembre 1987](#) à la suite, notamment, de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine) en 1986. Cette décision est entrée en vigueur le 21 mars 1988 et a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'UE ainsi que par certains pays tiers tels que la Suisse et la Turquie.

## 2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)

Créée en 1999 à l'initiative de l'ASN, [WENRA](#) (*Western European Nuclear Regulators' Association*) regroupe actuellement, à titre de membres, les 18 chefs des autorités de sûreté nucléaire des pays européens qui ont une expérience en matière de réacteurs de production d'électricité. Elle s'est ouverte à 14 autres pays qui ont le statut de membres associés ou d'observateurs.

[WENRA](#) est présidée depuis 2019 par Olivier Gupta, directeur général de l'ASN.

Considérant que les autorités de sûreté nationales, compte tenu de leur expérience et de leur connaissance pratique des installations, sont mieux à même que la Commission européenne de fixer les règles techniques applicables aux installations nucléaires en Europe, WENRA s'est fixée comme mission principale



Réunion plénière de WENRA à Bonn (Allemagne) – avril 2022

d'harmoniser de façon volontaire les réglementations nationales de ses pays membres, en visant le plus haut niveau de sûreté raisonnablement possible. Dans ce cadre, WENRA a mis au point une méthodologie originale qui consiste à définir, par thème technique, des « niveaux de référence de sûreté » reposant sur les normes les plus récentes de l'AIEA et sur les approches les plus exigeantes adoptées dans l'UE en matière de sûreté. Les membres de WENRA examinent ensuite, sous le contrôle de leurs pairs, si ces niveaux de référence sont bien inclus dans la réglementation de leur pays, et la modifient si ce n'est pas le cas. Des travaux ont aussi été entamés pour comparer les modalités de mise en œuvre concrète de ces niveaux de référence sur les installations nucléaires.

WENRA s'appuie pour ce faire sur trois groupes de travail, chacun compétent dans un domaine de la sûreté nucléaire :

- le groupe de travail sur l'harmonisation de la sûreté des réacteurs (*Reactor Harmonisation Working Group – RHWG*) ;

- le groupe de travail sur les déchets radioactifs et le démantèlement (*Working Group on Radioactive Waste and Decommissioning – WGWD*) ;
- le groupe de travail sur les réacteurs de recherche (*Working Group on Research Reactors – WGRR*).

Les travaux menés par WENRA en 2022 ont permis plusieurs avancées importantes, en particulier :

- l'achèvement de la rédaction de la spécification technique de la deuxième revue thématique par les pairs, consacrée à la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie ;
- la définition de critères d'élargissement de l'association à d'autres pays et de changement de statut de membre observateur à membre associé ;
- l'adoption d'une déclaration commune rappelant l'importance de la sûreté nucléaire dans le contexte de crise énergétique ;

## GUERRE EN UKRAINE : WENRA SE MOBILISE

Dès le début du conflit, l'ensemble de la communauté internationale des autorités de sûreté nucléaire s'est mobilisé. Que ce soit au niveau national, européen ou international, diverses initiatives ont été conduites pour rappeler les principes internationaux du droit nucléaire, établir des points de la situation, partager les préoccupations et fournir au *State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine* (SNRIU) et au gouvernement ukrainien une assistance matérielle ou humaine.

En complément de plusieurs échanges organisés dans le cadre des réunions plénières de WENRA ou de réunions extraordinaires dédiés à la crise ukrainienne, WENRA a mis en place un groupe d'experts. Ce groupe, dont la présidence est assurée par l'ASN, associe des appuis techniques des

membres de WENRA ainsi que des représentants de la Commission européenne.

Ce groupe d'experts a réalisé des analyses techniques sur des situations présentant des enjeux particuliers en matière de sûreté et a rendu publiques les positions qui en ont résulté. Après avoir publié une première position commune avec HERCA le 9 mars, il a rédigé trois positions concernant le site de Tchernobyl (11 mars) et la centrale nucléaire de Zaporijia (24 mars et 10 août). Ces positions, axées sur les aspects techniques de la situation en Ukraine, expriment une vision commune des régulateurs sur des situations pouvant avoir un impact potentiel important sur la sûreté.

Ce groupe d'experts a également procédé à des évaluations

comparatives de termes source émis dans l'atmosphère à partir d'un accident spécifique de fusion du cœur choisi en commun. Les travaux qu'il a conduits ont permis de confirmer la compréhension mutuelle et la connaissance des outils, hypothèses et codes utilisés par les différentes organisations pour réaliser leur modélisation. Ils ont montré que plusieurs organisations, même en nombre limité, au niveau européen ont la capacité de calculer les termes source en temps réel et avec des résultats cohérents. Les hypothèses qui devraient être ajustées pour mieux refléter la réalité ont également été identifiées permettant ainsi de renforcer la mise en œuvre d'une réponse coordonnée au niveau européen en cas d'accident.

- la coordination de la position des membres de WENRA sur plusieurs sujets en cours de discussion à l'échelle européenne ou internationale. En particulier, les membres de WENRA ont confirmé que les différentes initiatives internationales dans le domaine des petits réacteurs modulaires devaient permettre aux autorités de sûreté nucléaire d'assurer leurs responsabilités nationales.

Le président de WENRA a de plus participé en 2022 à diverses conférences organisées par les parties prenantes de WENRA. En lien avec la déclaration commune mentionnée ci-dessus, il a insisté sur le fait que le regain d'intérêt actuel pour le nucléaire devait à la fois appeler à une vigilance collective quant au maintien d'un haut niveau de sûreté et être considéré comme une opportunité pour faire émerger, grâce aux travaux sur des technologies innovantes, de nouveaux progrès en matière de sûreté.

Enfin, dans le cadre de la guerre en Ukraine, WENRA a mis en place un groupe dédié à la diffusion régulière auprès de ses membres d'informations sur la situation des installations nucléaires et chargé de rendre publiques des positions communes sur les événements susceptibles d'avoir des conséquences en matière de sûreté, ainsi que de conduire des simulations de scénarios d'accidents afin d'anticiper la mise en œuvre de mesures coordonnées entre les membres de WENRA, dans l'hypothèse où un accident surviendrait sur une installation nucléaire ukrainienne.

Pour 2023, une des priorités de WENRA sera la comparaison des modalités de mise en œuvre des niveaux de référence sur les différentes centrales nucléaires européennes, permettant ainsi de compléter le travail d'harmonisation des réglementations par une vérification des mesures concrètes mises en place.

## 2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)

Dans le domaine de la radioprotection, [HERCA](#) (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), créée en 2007 sous l'impulsion de l'ASN, est l'association regroupant les chefs des autorités européennes compétentes en radioprotection. Son objectif est de renforcer la coopération européenne et l'harmonisation des pratiques nationales en matière de radioprotection.

HERCA regroupe désormais 56 autorités de 32 pays européens comprenant les 27 pays membres de l'UE, l'Islande, la Norvège, le Royaume-Uni, la Serbie et la Suisse. Son secrétariat technique a été assuré par l'ASN en 2022 et a récemment été transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire suédoise ([SSM](#)), qui assure actuellement la présidence de l'association avec l'appui de deux vice-présidents, l'un issu des services du ministère de la Santé du Luxembourg et l'autre étant un commissaire de l'ASN.

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :

- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche ;
- les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence ;
- les applications vétérinaires ;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle ;
- l'éducation et la formation.

En 2022, l'association s'est réunie à Budapest en mai, puis à Athènes en décembre. Parmi les décisions et actions majeures, on peut noter :

- la mise en application de la nouvelle stratégie d'HERCA, à la définition de laquelle l'ASN a fortement contribué, avec comme axe principal le renforcement de la coopération entre les autorités compétentes en matière de radioprotection et le développement d'un axe sur les inspections croisées ;
- la participation active d'HERCA au projet de refonte des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)), avec la publication des [HERCA's Reflections on the Revision of the System of Radiological Protection](#).

HERCA a également organisé plusieurs séminaires en 2022, concernant notamment la mise en œuvre des plans nationaux en matière de gestion du risque lié au radon ou l'audit clinique dans le secteur médical.

Par ailleurs, en réponse aux événements en Ukraine, HERCA a mobilisé en 2022 un groupe d'experts pour renforcer et préparer la coopération transfrontalière en cas d'accident. L'ASN a contribué à ces travaux qui ont notamment conduit à la publication d'un guide destiné à aider l'Ukraine, les pays frontaliers et les autres pays à gérer une situation accidentelle. Des réunions de coordination entre ces différents cercles de pays ont également été conduites à l'initiative de ce groupe d'experts en vue de renforcer l'efficacité et la coordination des mesures qui seraient prises pour protéger la population.

## 2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

Entre 2007 et 2022, les actions de l'UE sur le plan de l'assistance et de la coopération auprès de pays tiers en matière de sûreté nucléaire se sont poursuivies au titre de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN), dispositif offrant un cadre administratif, technique et financier aux pays souhaitant bénéficier d'une telle assistance.

Un nouvel instrument européen concernant l'assistance et la coopération en matière de sûreté nucléaire (IESN) a été approuvé le 27 mai 2021 par le Parlement européen et a pris la place de l'ancien instrument ICSN. Entre la date d'approbation et le 31 décembre 2027, une enveloppe budgétaire de 300 millions d'euros est prévue pour soutenir les différents projets retenus.

Les objectifs du nouvel instrument IESN portent sur :

- la promotion et la mise en œuvre des normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans les installations nucléaires et pour les pratiques en radiologie des pays tiers ;
- la mise en place de cadres et méthodes pour l'application de contrôles efficaces des matières nucléaires dans des pays tiers ;
- l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies responsables concernant le stockage du combustible usé, la gestion des déchets, le déclassement des installations et l'assainissement d'anciens sites nucléaires.

En 2022, la division de Marseille de l'ASN a accueilli deux inspecteurs marocains qui ont participé à des inspections dans le domaine médical dans le cadre du soutien de l'UE à l'Autorité de sûreté nucléaire marocaine (AMSSNuR).

L'instrument IESN est complété par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le [G8](#) ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'états donateurs et de l'UE.

### 3. Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN

Sur le plan multilatéral, la coopération se déroule, notamment, dans le cadre de l'[AIEA](#), agence de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'[AEN](#) créée en 1958. Ces deux agences sont les deux plus importantes organisations intergouvernementales dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

#### 3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'[AIEA](#), organisation des Nations unies basée à Vienne, comprend 173 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications nucléaires, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 et visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'AIEA concentre notamment ses travaux sur deux domaines d'activité : les normes de sûreté et les missions d'examen par les pairs.

##### Normes de sûreté

Les normes de sûreté de l'AIEA décrivent les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale. Cette activité est supervisée par la Commission sur les normes de sûreté de l'AIEA (*Commission on Safety Standards – CSS*), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté nationales, nommés pour quatre ans. Un commissaire de l'ASN siège à cette Commission. Elle coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : le NUSCC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des réacteurs, le RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, le TRANSSC (*Transport Safety Standards Committee*) pour la sûreté des transports de substances radioactives, le WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et l'EPRcSC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents. En 2021, des efforts significatifs ont été réalisés par l'AIEA afin de réduire les délais de publication des normes. Une priorisation des normes de sûreté à réviser ou établir durant la période 2022-2027 est en cours. Des travaux sont également menés afin d'identifier les adaptations à faire dans le corpus de normes pour prendre en compte des enjeux liés aux petits réacteurs modulaires.

##### Missions d'examen par les pairs

L'AIEA propose aux États membres des missions d'examen par les pairs dans le domaine de la sûreté. Ces services consistent en des missions d'experts organisées par l'AIEA dans les pays demandeurs. Chaque équipe d'auditeurs est constituée d'experts provenant d'autres pays membres et de l'AIEA. Ces audits s'établissent à partir du référentiel des normes de sûreté de l'AIEA. Plusieurs types d'audit sont proposés, dont en particulier les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) consacrées au cadre

réglementaire national de la sûreté nucléaire et au fonctionnement de l'autorité de sûreté ; les missions OSART (*Operational Safety Review Team*) consacrées à la sûreté des centrales nucléaires en exploitation ; enfin, les missions ARTEMIS, dédiées aux programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. Les résultats des audits sont formalisés dans un rapport transmis au pays demandeur et peuvent comprendre différents niveaux de recommandations ainsi que de reconnaissance de bonnes pratiques. Il appartient au pays demandeur de tenir compte des recommandations émises par les experts. Une mission de suivi, dont le but est de constater l'état d'avancement de la prise en compte des recommandations, est organisée entre 18 mois et 4 ans après la mission initiale, en fonction du type d'audit. L'actualité de l'ASN concernant ces missions est présentée ci-après.

##### Missions IRRS

Les [missions IRRS](#) portent sur l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et intègre leurs résultats dans sa démarche d'amélioration continue. On notera que les pays membres de l'UE sont déjà soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des examens par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Un nombre important de missions IRRS se sont déroulées en 2022 afin de rattraper le retard accumulé durant la pandémie de Covid-19. Des experts de l'ASN ont participé aux missions au Portugal, en Slovaquie, en Argentine, en Suède et en Bosnie-Herzégovine. En outre, un commissaire de l'ASN a tenu le poste de chef d'équipe lors de la mission en Finlande.

Par ailleurs, l'ASN accueillera une mission IRRS en France en mars 2024.

##### Missions OSART

En France, la réalisation de missions OSART, dédiées à la sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires, est demandée par l'ASN à l'AIEA en coordination avec l'exploitant des centrales nucléaires EDF.

Deux missions OSART se sont déroulées en France en 2022 respectivement dans les centrales nucléaires de Civaux (mission de suivi) et du Tricastin.

##### Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont souvent des pays de culture francophone.

Par ailleurs, toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le [RCF](#) (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédants dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter, en veillant à ce que les principes fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté, etc.) soient respectés.

En 2022, outre l'examen attentif de la situation des autorités de sûreté du Bangladesh, de l'Égypte, du Ghana et de la Pologne, le RCF a renforcé sa coopération avec l'UE (IESN) et avec des forums « régionaux » d'autorités de sûreté.

### L'harmonisation des outils de communication

L'ASN participe au comité consultatif INES, instance composée d'experts dans l'évaluation du caractère significatif des événements en radioprotection et sûreté nucléaire, chargé de conseiller l'AIEA et les représentants nationaux INES de pays membres sur l'utilisation de l'[échelle INES](#) (*International Nuclear and Radiological Event Scale*) et ses évolutions. Elle a été, à ce titre, fortement impliquée dans les travaux de révision du manuel de l'échelle INES récemment publié par l'AIEA, dont la précédente édition datait d'une dizaine d'années. En plus de mises à jour prenant en compte l'avancée des connaissances scientifiques, cette révision inclut aussi des lignes directrices pour la communication liée à l'utilisation de l'échelle, ainsi que pour son application lors d'une crise.

De manière générale, l'ASN s'investit fortement dans les différentes actions menées par l'AIEA en apportant un soutien significatif à certaines initiatives, notamment celles qui ont été développées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

### La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de [situation d'urgence radiologique](#).

Dans ce cadre, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA organise pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés « exercices au titre des conventions » ou « [exercices ConvEx](#) ». Ces exercices, qui sont conçus pour permettre aux participants d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3, visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2022, l'ASN a participé à un exercice de type ConvEx-2 (voir chapitre 4).

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance au sein de l'AIEA, le [réseau RANET](#) (*Response Assistance Network*). Ce réseau a été mobilisé en 2022 pour répondre aux besoins formulés par l'Ukraine en matière de moyens de protection individuelle et de radioprotection.

### 3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Créée en 1958, l'[AEN](#) regroupe aujourd'hui 38 pays membres parmi les pays les plus industrialisés. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre et respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire. En raison de la guerre en Ukraine, l'adhésion de la Russie à l'AEN a été suspendue le 2 avril 2022.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique, au Comité de gestion des déchets radioactifs, au Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et

la gestion des situations historiques ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires.

Les différents comités de l'AEN coordonnent des groupes de travail auxquels prennent part les experts des pays membres. Au sein du CNRA, l'ASN contribue aux groupes de travail portant sur les pratiques en matière d'inspection, sur l'expérience acquise au cours de l'exploitation, sur la réglementation des nouveaux réacteurs, sur la culture de sûreté, sur les codes et les normes, ainsi que sur la communication publique des autorités de sûreté. En 2022, le CNRA s'est restructuré autour de ses priorités pour les cinq années à venir, en établissant de nouveaux groupes de travail en nombre réduit.

L'ASN a pris part à la mise en place de ces groupes de travail et participera au pilotage de certains d'entre eux.

### 3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)

Le [MDEP](#) (*Multinational Design Evaluation Programme*) est une association d'autorités de sûreté créée en 2006 par l'ASN et la NRC, et dont le format a profondément évolué depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022. Le MDEP visait à partager l'expérience et les approches dans le domaine de l'évaluation réglementaire de nouveaux modèles de réacteurs pour contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre. Le MDEP regroupait jusqu'à la fin de l'année 2021 les autorités de sûreté nucléaire de 16 pays intéressés à mettre en commun leurs pratiques d'évaluation de la sûreté de modèles de réacteurs nucléaires de troisième génération.

#### La clôture du programme dans son format actuel

En 2022, les 16 membres du programme et son secrétariat technique, l'AEN, constatant la fin des travaux relatifs à plusieurs modèles de réacteurs, ont organisé la transition vers un format réduit du MDEP. En effet, huit des seize membres, dont l'ASN, se sont retirés du MDEP en 2021. Les modalités de la poursuite de la coopération internationale à partir de 2023 dans le domaine de l'exploitation des réacteurs EPR se poursuivront entre les autorités de sûreté concernées dans un cadre restant à définir.

### 3.4 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

L'association INRA (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les dirigeants des autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet des échanges réguliers et informels sur les actualités de ces différents pays et sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle.

En 2022, deux réunions ont eu lieu. La première, organisée au Japon, a permis d'échanger sur les évolutions réglementaires et les enjeux de chacun des membres de l'association, notamment au vu des enjeux climatiques et de leurs conséquences potentielles sur l'exploitation des centrales nucléaires, sur les différentes initiatives bi- ou multilatérales concernant les petits réacteurs modulaires (*Small Modular Reactor – SMR*) et sur le projet du gouvernement japonais de rejeter en mer les eaux retraitées actuellement entreposées sur le site de la centrale nucléaire de Fukushima. Lors de la seconde réunion, organisée en marge de la Conférence générale de l'AIEA, l'initiative de l'AIEA en matière d'harmonisation et de normalisation des processus réglementaires applicables aux SMR, la situation des centrales nucléaires ukrainiennes, en particulier celle de Zaporijia, et les conditions de participation du public dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, ont été largement abordées.

## 4. Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national et d'autorité compétente pour les deux conventions de sûreté nucléaire qui ont trait respectivement aux centrales nucléaires (Convention sur la sûreté nucléaire) et au combustible usé et aux déchets radioactifs (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion transfrontalière des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

### 4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire

La [Convention sur la sûreté nucléaire](#) a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde.

Cette convention fixe un certain nombre d'objectifs en matière de sûreté nucléaire et définit des mesures visant à les atteindre. Signée par la France en 1994, la Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996. Elle compte 91 parties contractantes.

Les objectifs de la convention sont d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

En 2015, les parties contractantes à la convention, prenant acte des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, ont adopté la [déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire](#). Cette déclaration, qui reprend largement les principes de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires, fixe des objectifs de sûreté nucléaire précis et ambitieux visant à prévenir les accidents nucléaires dans le monde et, en cas d'accident, à en limiter les conséquences radiologiques.

La convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En tant qu'autorité compétente, l'ASN coordonne la participation française à cet exercice triennal d'examen par les pairs, en étroite relation avec les partenaires institutionnels et industriels concernés. Ce travail de coordination concerne l'élaboration du rapport national, l'analyse des rapports des autres parties contractantes et la participation aux réunions d'examen.

En raison de la pandémie de Covid-19, la réunion d'examen n'a pu se tenir en mars 2020; elle a été reportée en 2023 sous la forme d'une réunion d'examen commune aux 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> cycles. En 2022, les rapports nationaux ont été remis et l'examen par les pairs a débuté: chaque partie contractante peut poser des questions sur ces rapports et des réponses seront apportées par écrit avant la réunion d'examen. Le rapport de la France est disponible sur [asn.fr](#) en français et en anglais. En 2022, l'ASN a analysé 59 rapports soumis par des pays étrangers.

### 4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

La [Convention commune](#) est l'analogue de la Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus des activités nucléaires civiles. La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention compte 87 parties contractantes à la fin 2021. Comme la convention sur la sûreté nucléaire, elle est basée sur un mécanisme d'examen par les pairs comprenant la remise par chaque partie contractante d'un rapport national triennal, soumis à l'examen des autres parties contractantes, ainsi que la tenue d'une réunion d'examen des parties contractantes.

Le rapport français, dont l'élaboration est coordonnée par l'ASN, a été remis à l'AIEA en octobre 2020 et est publié sur le [site Internet de l'ASN](#). En 2021, ce travail a consisté en l'analyse des rapports étrangers pour la préparation de la participation française à la 7<sup>e</sup> réunion d'examen de la convention commune.

En raison de la pandémie de Covid-19, la 7<sup>e</sup> réunion d'examen de la convention commune prévue en mai 2021 a été reportée à l'été 2022.

### 4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

La [Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire](#) est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 131 parties contractantes à fin 2022.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique. L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, [USIE](#) (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La [directive interministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

### 4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

La [Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire](#) ou de situation d'urgence radiologique est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 124 parties contractantes à fin 2022.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France a déjà pris en charge le traitement, par des services médicaux spécialisés, de victimes de tels accidents.

## 5. Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN

L'ASN collabore avec une vingtaine d'autorités de sûreté nucléaire étrangères dans le cadre d'accords bilatéraux. Ces accords sont, dans la plupart des cas, des arrangements administratifs bilatéraux, mais ils font parfois partie d'accords gouvernementaux plus larges (cas de l'Allemagne, de la Suisse, de la Belgique et du Luxembourg).

Les pays avec lesquels l'ASN entretient des relations privilégiées sont, d'une part, les pays limitrophes, en particulier ceux dont la frontière est située à proximité d'une installation nucléaire française et, d'autre part, les grands pays nucléaires et ceux disposant de technologies nucléaires françaises.

Ces relations permettent des échanges d'informations au niveau stratégique. C'est notamment le cas lors de réunions de haut niveau, au cours desquelles les points de doctrine et l'actualité de chaque autorité (évolutions organisationnelles et réglementaires, événements, retour d'expérience – REX, etc.) sont abordés. Elles permettent également des échanges d'informations au niveau technique et opérationnel. En particulier, la comparaison de pratiques peut être approfondie lors d'ateliers thématiques ou d'observations croisées d'inspection afin de mettre en exergue des pratiques dont l'ASN peut s'inspirer.

De nombreux thèmes ont été abordés tout au long de l'année par l'ASN et ses homologues, tels le nouveau contexte du nucléaire, les quatrièmes réexamens périodiques de sûreté des réacteurs, la corrosion sous contrainte, le démantèlement, la gestion des déchets radioactifs, la culture de précaution, les réacteurs modulaires, la gestion des situations d'urgence ou la transformation des régulateurs.

### 5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangers

#### AFRIQUE DU SUD

Le 3 juin 2022 s'est tenue à distance une réunion technique entre l'ASN et son homologue sud-africaine (*National Nuclear Regulator – NNR*) sur la poursuite d'exploitation des réacteurs et, notamment, sur la tenue au vieillissement du génie civil et de certains équipements. À la suite de ces échanges, une délégation de l'ASN s'est rendue au Cap le 21 novembre 2022 pour une rencontre bilatérale avec NNR et la visite de la centrale nucléaire de Koeberg. Ces échanges ont permis de réaffirmer l'importance de la coopération entre les deux autorités et de confirmer le principe d'une mission d'échange d'inspecteurs de la division de Lyon de l'ASN et de la NNR sur les réexamens périodiques des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe).

#### ALLEMAGNE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande implique plusieurs autorités compétentes tant au niveau national que local. En complément des réunions plénières de cette commission, deux groupes de travail se réunissent régulièrement, l'un dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, l'autre à la gestion des situations d'urgence.

En 2022, la commission et ses groupes de travail se sont réunis les 8 et 9 juin, les 26 et 27 septembre en présentiel et le 26 octobre à distance. La réunion plénière de la commission a été l'occasion d'échanger sur plusieurs sujets d'actualité dont, pour la France, le 4<sup>e</sup> réexamen des réacteurs de 900 MWe, la situation des centrales nucléaires près de la frontière franco-allemande et la situation de l'EPR de Flamanville.

Le 21 juillet 2022, la division de Strasbourg de l'ASN a organisé en France une inspection croisée, à laquelle a participé un membre de l'autorité allemande, sur le chantier de décontamination du circuit primaire de la centrale de Fessenheim. Cela a

été l'occasion de partager les pratiques d'inspection en France et en Allemagne et de partager l'expérience acquise en Allemagne sur ce sujet technique spécifique.

#### BELGIQUE

L'ASN échange sur l'ensemble des sujets de son domaine de compétence avec son homologue belge, l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN). Cela se traduit par des actions de coopération tant au niveau national que local avec certaines divisions territoriales de l'ASN. Le comité directeur franco-belge s'est réuni le 16 mai 2022 au siège de l'AFCN à Bruxelles. Les deux délégations ont discuté notamment de l'impact des orientations énergétiques de leur pays respectif sur l'exploitation des centrales nucléaires. Les phénomènes de corrosion sous contrainte affectant certains réacteurs électronucléaires exploités par EDF ont également été abordés. La réunion technique sur la sûreté des centrales nucléaires a été organisée à distance le 18 mars 2022.

#### CANADA

Les 7 et 8 septembre 2022 s'est tenu à Ottawa le *Country Specific Safety Culture Forum*. Organisé conjointement par l'AEN, la *World Association of Nuclear Operators* (WANO) et la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), ce forum international, auquel ont participé des opérateurs canadiens et plusieurs autorités de sûreté nucléaire, dont l'ASN, a permis de confronter les différentes approches et de partager les expériences en matière de culture de sûreté.

#### CHINE

En 2022, les échanges avec l'homologue chinoise de l'ASN (*National Nuclear Safety Administration – NNSA*) ont porté sur le REX de l'exploitation de la centrale de Taishan, implantée dans la province du Guangdong au sud de la Chine, et qui comprend les deux premiers réacteurs de type EPR à avoir été mis en service dans le monde.

Ces échanges visaient principalement à examiner dans quelle mesure le REX des anomalies ayant affecté le cœur des réacteurs de Taishan pouvait être pris en compte dans le cadre de l'instruction en cours de la demande de mise en service de l'EPR de Flamanville.

#### CORÉE DU SUD

Le président de l'ASN a rencontré son homologue de l'Autorité de sûreté nucléaire coréenne (*Nuclear Safety and Security Commission – NSSC*) le 27 septembre 2022 en marge de la conférence générale de l'AIEA. Cet entretien a été l'occasion de signer la prorogation de l'accord de coopération qui lie les deux autorités depuis plus de dix ans et de confirmer le souhait mutuel des deux présidents de poursuivre les échanges entre l'ASN et NSSC à travers des réunions bilatérales.

C'est ainsi que le 19 décembre 2022 s'est tenue à Séoul une réunion bilatérale entre les deux autorités. Les sujets abordés ont concerné la gestion des déchets radioactifs, la corrosion sous contrainte affectant certains réacteurs exploités par EDF et les processus d'autorisation des SMR. L'ASN et NSSC ont décidé, lors de cette réunion, de poursuivre, courant 2023, le partage d'expérience sur le processus d'autorisation des SMR et d'organiser des échanges bilatéraux, dont une visite technique, entre la division de l'ASN de Bordeaux et son homologue de Kori.

#### ESPAGNE

Le 24 juin 2022 s'est tenue, à Montrouge, la réunion bilatérale entre l'ASN et son homologue espagnole (*Consejo de Seguridad Nuclear – CSN*). Les échanges ont porté notamment sur les actualités nationales et réglementaires des deux pays, la corrosion sous contrainte affectant certains réacteurs exploités par EDF, la gestion des déchets radioactifs, le REX sur la manière dont



Signature d'accords de coopération entre l'ASN et ses homologues. De gauche à droite : PAA (Pologne), NSSC (Corée du Sud) et CNCAN (Roumanie)

certaines contrôles sont externalisés et la révision du processus d'autorisation dans le domaine médical. L'ASN et le CSN ont décidé, lors de cette réunion, de poursuivre leurs échanges sur la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires et l'analyse de risque en radiothérapie, et de mettre en place des courts échanges de personnel.

Par ailleurs, deux inspecteurs de la division de Bordeaux de l'ASN ont participé à l'inspection des activités de radiographie industrielle exercées au siège d'une société transfrontalière située à proximité de Madrid (Ajalvir). Cette inspection croisée a permis d'échanger sur les pratiques d'inspection et de comparer les dispositions de sûreté en place dans les deux pays pour ce type d'activité.

#### ÉTATS-UNIS

Le 5 décembre 2022 s'est déroulée en visioconférence une réunion internationale entre groupes d'experts. À l'initiative du groupe d'experts américains *Advisory Committee on Reactor Safeguards* (ACRS) de la *Nuclear Regulatory Commission* (NRC), cette rencontre a permis d'échanger sur les bonnes pratiques et le partage d'expériences afin d'améliorer le fonctionnement des groupes consultatifs. La France était représentée par le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR).

#### IRLANDE

Une réunion bilatérale, à distance, a été organisée le 21 septembre 2022 entre l'ASN et son homologue irlandaise (*Environmental Protection Agency* – EPA) en charge de la radioprotection. Cette réunion a permis d'échanger sur les thématiques de la gestion post-accidentelle en France et les récentes évolutions de la réglementation de la radioprotection en Irlande.

#### ISRAËL

Le 4 juillet 2022 s'est tenue, à distance, une réunion technique entre l'ASN et son homologue israélienne (*Israel Atomic Energy Commission* – IAEC) sur la réglementation du risque lié au radon ainsi que sur les relations entre les autorités de sûreté et leurs appuis techniques respectifs (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire pour l'ASN).

#### JAPON

Une commissaire de l'ASN a participé les 28 et 29 novembre 2022 à la conférence internationale organisée pour les dix ans de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et a, en outre, participé à une visite de ce site. Par ailleurs, un commissaire de l'ASN participe à la mission d'experts de haut niveau organisée par l'AIEA sur le rejet des eaux retraitées de Fukushima. Enfin, des échanges ont été menés afin de reprendre en 2023 le cours normal de la coopération avec, en particulier, la tenue d'une réunion bilatérale à Tokyo et la reprise des activités de terrain entre inspecteurs.

#### LUXEMBOURG

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa 20<sup>e</sup> réunion le 10 juin 2022 au Luxembourg.

Composée à la fois des autorités compétentes des niveaux national et préfectoral et des ministères des Affaires étrangères, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2021 de la centrale nucléaire de Cattenom, l'actualité dans le domaine médical (approche graduée et inspections en radiothérapie), les réexamens de sûreté des réacteurs nucléaires français ou encore la préparation et la gestion des situations d'urgence.

#### POLOGNE

Les 6 et 7 juillet 2022 s'est tenue à Montrouge une réunion bilatérale entre l'Autorité de sûreté nucléaire polonaise (*Państwowa Agencja Atomistyki* – PAA) et l'ASN. La réunion a permis d'échanger sur l'actualité dans les deux pays, sur le rôle de la PAA dans le futur programme nucléaire polonais, les projets de SMR et le rôle de la division de Caen de l'ASN en matière de contrôle du réacteur EPR de Flamanville. Une visite de l'EPR de Flamanville a été organisée. La réunion a permis de réaffirmer la volonté des deux autorités de poursuivre leur coopération, se traduisant par la signature de la mise à jour de leur accord de coopération.

#### ROUMANIE

Le 28 septembre 2022, un accord de coopération entre l'ASN et son homologue roumaine, la *Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare* (CNCAN) a été signé en marge de la Conférence générale de l'AIEA à Vienne. Les sujets qui pourront faire l'objet d'échanges à l'avenir concernent notamment la gestion des déchets et la réglementation de petits réacteurs de production d'électricité.

#### SUISSE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la Commission franco-suisse implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que local. Cette Commission s'est réunie les 13 et 14 avril 2022. À l'échelle de l'ASN, elle implique à la fois les services centraux et les divisions de Lyon et de Strasbourg. Le 27 septembre 2022, l'ASN a suivi un exercice de crise à la centrale de Leibstadt en lien avec son homologue suisse, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), afin de renforcer les échanges d'informations en cas d'accident.

#### TURQUIE

Les 20 et 21 octobre 2022, l'ASN a organisé, en coopération avec l'IRSN, un échange technique avec l'Autorité de sûreté nucléaire turque (*Nükleer Düzenleme Kurumu* – NDK). L'objectif de cette réunion était de partager l'expérience sur la préparation et la réponse en cas d'une urgence nucléaire et radiologique. Dans ce cadre, la délégation turque a observé l'exercice de crise à la centrale de Cruas-Meysses.

Par ailleurs, NDK a indiqué souhaiter établir courant 2023 un cadre formalisé d'échanges et engager des relations bilatérales suivies avec l'ASN.

## 5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

L'ASN peut être conduite à répondre à des demandes d'assistance dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (IESN) et internationaux (RCF). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, par les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat et sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

L'ASN estime que le développement d'une infrastructure de sûreté adaptée nécessite un délai minimum d'une quinzaine d'années avant que puisse démarrer l'exploitation, dans de bonnes conditions, d'un réacteur nucléaire de production d'électricité. Il s'agit en effet pour ces pays de mettre en place un cadre législatif et une autorité de sûreté indépendante et compétente, disposant des moyens financiers et humains pour accomplir leurs missions, et de développer des compétences en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle ainsi que de gestion des situations d'urgence radiologique. En 2022, l'ASN a finalisé sa mission dans le projet ICSN qu'elle coordonnait au bénéfice de l'Autorité de sûreté nucléaire turque NDK.

## 6. Perspectives

En 2022, le contexte sanitaire plus favorable que celui rencontré au cours des deux années précédentes a permis à l'ASN de maintenir des échanges réguliers avec plusieurs de ses homologues, que ce soit dans un cadre bilatéral ou multilatéral. Cette dynamique se poursuivra en 2023 avec, notamment, la reprise prévue des réunions en présentiel avec le Royaume-Uni, la Suède, la Finlande et le Japon.

Par ailleurs, une dynamique de nouvelles relations bilatérales devrait voir le jour avec plusieurs autres autorités telles celles de l'Inde, des Pays-Bas, de la République tchèque, de la Roumanie ou encore de la Turquie, avec qui des accords ont récemment été signés ou sont en cours d'élaboration.

## 5.3 Les échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangers

La connaissance du fonctionnement et des pratiques des autorités de sûreté et de radioprotection étrangères permet de tirer des enseignements pour le fonctionnement de l'ASN et de compléter la formation des personnels. Un des moyens utilisés pour atteindre cet objectif est l'échange de personnels, en général, sur des périodes de un à trois ans, mais aussi sur des périodes plus courtes par des missions portant sur des sujets spécifiques. Cette immersion dans les activités et le fonctionnement de l'autorité de sûreté homologue constitue un moyen unique de partage sur les sujets d'intérêt commun. Entre janvier 2018 et août 2021, un agent de l'ASN a ainsi été mis à disposition de la NRC pour une durée de trois ans et demi. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019, un inspecteur expérimenté de l'ASN est détaché auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire britannique, l'*Office for Nuclear Regulation* (ONR).

En 2022, des missions courtes ont été mises en place entre l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire canadienne (CCSN). Un inspecteur canadien a ainsi été accueilli par plusieurs entités de l'ASN (divisions de Paris et de Nantes, ainsi que la Direction des rayonnements ionisants et de la santé – DIS – et la Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle – DRC) pendant trois mois sur la radioprotection dans le domaine médical, tandis qu'un inspecteur de l'ASN a accompli une mission de deux semaines à la CCSN sur les processus d'autorisation des SMR.

En 2023, des rendez-vous internationaux importants sont également prévus : la France présentera en mars son rapport national dans le cadre de la Convention sur la sûreté nucléaire. La France publiera par ailleurs, en octobre, son rapport national au titre du deuxième examen thématique par les pairs concernant la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie.

Dans un contexte nucléaire porteur de nouveaux enjeux, liés notamment à la crise énergétique, au changement climatique, à la guerre en Ukraine et à l'intérêt croissant pour des nouvelles technologies et l'innovation, l'ASN veillera à favoriser, au plan international, une vigilance collective quant au maintien d'un haut niveau de sûreté et à considérer ces enjeux comme une opportunité pour faire émerger de nouveaux progrès en matière de sûreté.

01

02

03

04

05

**06**

07

08

09

10

11

12

13

14

AN

PHILIPS



# Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

<b>1</b>	<b>Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants</b> .....	p. 212
1.1	Les différentes catégories d'activité	
1.2	Les situations d'exposition en milieu médical	
1.2.1	L'exposition des professionnels	
1.2.2	L'exposition des patients	
1.2.3	L'exposition de la population	
1.2.4	L'impact sur l'environnement	
1.3	La réglementation	
1.3.1	La réglementation générale	
1.3.2	Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques	
1.3.3	Le régime administratif	
1.3.4	Les spécificités de la radioprotection des patients	
1.4	Les enjeux et les priorités de contrôle	
1.5	Les événements significatifs de radioprotection	
<b>2</b>	<b>Les activités nucléaires à finalité médicale</b> .....	p. 218
2.1	La radiothérapie externe	
2.1.1	La présentation des techniques	
2.1.2	Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe	
2.1.3	L'état de la radioprotection en radiothérapie externe	
2.2	La curiethérapie	
2.2.1	La présentation des techniques	
2.2.2	Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie	
2.2.3	L'état de la radioprotection en curiethérapie	
2.3	La médecine nucléaire	
2.3.1	La présentation des techniques	
2.3.2	Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire	
2.3.3	L'état de la radioprotection en médecine nucléaire	
2.4	Les pratiques interventionnelles radioguidées	
2.4.1	La présentation des techniques	
2.4.2	Les règles techniques d'aménagement des locaux	
2.4.3	L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées	
2.5	Le radiodiagnostic médical et dentaire	
2.5.1	La présentation des équipements	
2.5.2	Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire	
2.5.3	L'état de la radioprotection : focus sur le scanner	
2.5.4	Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire	
2.6	Les irradiateurs de produits sanguins	
2.6.1	Description	
2.6.2	Les règles techniques applicables aux installations	
2.7	Les événements significatifs de radioprotection	
<b>3</b>	<b>Synthèse et perspectives</b> .....	p. 240

**D**epuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Ces techniques représentent la deuxième source d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1). On distingue l'exposition des patients liée à l'utilisation des rayonnements ionisants de celle des travailleurs, du public et de l'environnement, pour lesquels il n'y a pas de bénéfice direct. Le principe de limitation de dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter la dose délivrée à l'objectif diagnostique ou thérapeutique. Les principes de justification et d'optimisation sont fondamentaux, même si les enjeux de radioprotection diffèrent selon les utilisations médicales. En radiothérapie (externe ou

curiethérapie) comme en radiothérapie interne vectorisée (RIV), l'enjeu majeur est lié à la dose administrée et, le cas échéant, aux hauts débits de dose utilisés. Il existe des enjeux spécifiques liés à l'utilisation de sources de radionucléides scellées (en curiethérapie, avec des sources de haute activité) et non scellées (en médecine nucléaire), associés, pour ces dernières, à la gestion des déchets et des effluents. Les procédures interventionnelles radioguidées, en plein essor, réalisées à l'aide de dispositifs de plus en plus sophistiqués, peuvent conduire à une exposition significative du patient et des personnels qui se trouvent à proximité immédiate. Enfin, les examens de scanographie, s'ils ne présentent pas d'enjeu majeur en matière de dose délivrée ou de débit de dose, contribuent de façon très importante à l'exposition de la population liée aux actes de diagnostic médical, par la fréquence de leur utilisation, soulignant l'importance de la justification de chaque acte utilisant des rayonnements ionisants.

## 1. Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants

### 1.1 Les différentes catégories d'activité

On distingue les activités nucléaires à finalité diagnostique comme la scanographie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique, les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées – PIR), qui regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou thérapeutique et les activités à finalité thérapeutique, en majorité dédiées au traitement de cancer, comme la radiothérapie externe, la curiethérapie et la radiothérapie interne vectorisée<sup>1)</sup>.

Ces différentes activités, avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2.1 à 2.6.

### 1.2 Les situations d'exposition en milieu médical

#### 1.2.1 L'exposition des professionnels

Les professionnels du milieu médical sont soumis en particulier au risque d'exposition externe, générée par les dispositifs médicaux (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées. En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination doit également être pris en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2021 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), le domaine médical et vétérinaire regroupe la majorité des effectifs suivis : 60%, soit

234 284 personnes, ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. La dose individuelle moyenne annuelle est de 0,27 millisievert (mSv). Cette dose est relativement stable sur la période 2015-2021 à l'exception de l'année 2020 où une baisse de 17% a été constatée due à la pandémie de Covid-19. L'analyse de la répartition des effectifs en fonction de leur niveau d'exposition montre que la très grande majorité des travailleurs (75% tous secteurs confondus) n'a reçu aucune dose supérieure au seuil d'enregistrement.

L'effectif le plus important (48%) des personnels de santé exposés concerne les activités de radiologie (radiodiagnostic et radiologie interventionnelle), avec une dose individuelle moyenne annuelle de 0,20 mSv. La médecine nucléaire représente 3% des effectifs, mais avec une dose individuelle moyenne annuelle corps entier significativement plus élevée, estimée à 0,84 mSv.

Le domaine des activités médicales et vétérinaires contribue majoritairement aux expositions des extrémités, avec près de 61% des travailleurs ayant ce suivi en 2020 et 2021. Au total, 17 252 personnels ont bénéficié d'une dosimétrie des extrémités, avec une dose moyenne de 14,9 mSv contre 14,7 mSv en 2020. La médecine nucléaire et les pratiques interventionnelles sont les secteurs qui utilisent le plus la dosimétrie par bague et qui contribuent le plus aux expositions des extrémités (respectivement 68% et 16% de la dose totale enregistrée pour le domaine des activités médicales et vétérinaires). La contribution à la dose totale des activités interventionnelles est vraisemblablement sous-estimée, en particulier en raison de lacunes dans le port des dosimètres aux extrémités au bloc opératoire. Pour la première fois depuis 2013, aucun cas de dépassement de la limite réglementaire de dose équivalente

1. La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique dont les rayonnements ionisants délivrent une dose importante à un organe cible dans un but curatif ou palliatif.

aux extrémités (500 mSv) n'a été recensé en 2021 dans le domaine médical.

Enfin, plus de 87 % de l'effectif de travailleurs suivis pour l'exposition au niveau du cristallin exercent dans le domaine des activités médicales et vétérinaires, représentant 5 219 travailleurs avec une dose individuelle moyenne de 1,72 mSv. Près de deux tiers des effectifs suivis pour la dosimétrie du cristallin appartiennent au secteur des PIR qui contribue à 59 % de la dose totale du domaine médical et vétérinaire.

### 1.2.2 L'exposition des patients

Pour les applications médicales à visée diagnostique, l'optimisation de l'exposition aux rayonnements ionisants permet de délivrer la dose minimale permettant d'obtenir l'information diagnostique pertinente ou de réaliser l'acte interventionnel prévu. Pour les applications à visée thérapeutique, il faut délivrer la dose la plus forte possible pour obtenir la destruction des cellules tumorales ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins. Le principe de limitation ne s'appliquant pas aux patients, les principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3) doivent être appliqués avec d'autant plus de rigueur.

En imagerie médicale, les principes d'optimisation et de justification (éviter les examens non nécessaires, ou ceux dont le résultat peut être obtenu par des techniques non irradiantes de même niveau diagnostique lorsqu'elles sont disponibles) sont au cœur des plans d'action pour la maîtrise des doses délivrées aux patients. Ces plans d'action ont été élaborés par l'ASN en 2011 et 2018, en concertation avec les services du ministère chargé de la santé et les professionnels de santé (voir chapitre 1, point 3.3). Une actualisation du plan d'action 2018 sera réalisée en 2023 après avoir dressé un bilan avec l'ensemble des parties prenantes.

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique (voir chapitre 2), connu sous le nom de principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), a conduit, dans le domaine de l'imagerie médicale utilisant des rayonnements ionisants, à introduire le concept de « niveaux de référence diagnostique » (NRD). Ne devant pas être assimilés à des « limites de dose » ou à des « doses optimales », ces niveaux sont établis pour des examens standards et des patients types. Les NRD sont ainsi des indicateurs dosimétriques de la qualité des pratiques, destinés à identifier les examens sur lesquels doivent porter prioritairement les efforts d'optimisation. Ils ne devraient pas être dépassés sans justification pour des procédures courantes. La [décision n°2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019](#) fixe les valeurs de NRD et demande aux responsables des services de radiologie et de médecine nucléaire de procéder (ou de faire procéder) à des évaluations dosimétriques périodiques et d'en transmettre les résultats à l'IRSN. Les données recueillies par l'IRSN sont analysées, en vue de la mise à jour des NRD. En 2022, l'ASN a saisi l'IRSN afin que celui-ci propose de nouvelles valeurs de NRD pour la mammographie dite « DR » (*Digital Reconstruction*) et pour la mammographie par tomosynthèse. Le [Groupe permanent d'experts en radioprotection](#) de l'ASN (voir chapitre 2) a été saisi pour se prononcer sur ces valeurs en vue de mettre à jour en 2023 la décision n°2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019.

La dernière étude « [ExPRI](#) », qui analyse l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique, a été publiée par l'IRSN fin 2020. Elle présente les données de l'année 2017, qui sont comparées, en matière d'évolution, à celles de 2012. Ces analyses sont réalisées à partir des actes d'imagerie diagnostique extraits d'un

échantillon représentatif des bénéficiaires de l'assurance maladie, par modalité d'imagerie (radiologie conventionnelle, interventionnelle et dentaire, scanner et médecine nucléaire), par région anatomique explorée, par âge et par sexe. On y observe globalement en moyenne une stabilité des expositions (voir chapitre 1, point 3.3).

### 1.2.3 L'exposition de la population

L'impact des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :

- les personnes du public, à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants ;
- les personnels des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration susceptibles d'être exposés à des effluents produits par des services de médecine nucléaire ;
- les personnes participant au réconfort d'un patient.

Les doses estimées liées à l'impact des rejets des services de médecine nucléaire sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) sont de quelques dizaines de microsieverts (µSv) par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014). En 2015, l'IRSN a développé l'outil [CIDRRE](#) (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), qui permet aux services de médecine nucléaire et aux laboratoires de recherche d'estimer, avec des hypothèses raisonnablement majorantes, des valeurs de dose enveloppes pour les personnels des systèmes d'assainissement, sur la base des activités administrées par les services.

En cas d'examen réalisé sur une femme enceinte, l'embryon ou le fœtus exposé *in utero* est considéré comme une personne du public, pour laquelle les limites de dose au public sont applicables. Les femmes enceintes ignorant leur grossesse représentent environ un tiers des événements significatifs de radioprotection (ESR) déclarés annuellement à l'ASN, soit environ 200 cas par an (voir point 2.7). Les examens d'imagerie délivrent habituellement des doses à l'utérus inférieures à 100 milligrays (mGy), valeur en deçà de laquelle aucun surcroît de malformation ni de diminution du quotient intellectuel n'a, jusqu'à présent, été décelé en comparaison des risques spontanés (estimés à 3%)<sup>(2)</sup>.

En médecine nucléaire, une source de radionucléide est administrée au patient, qui peut ensuite émettre des rayonnements ionisants et exposer les personnes de son entourage. Afin de maîtriser cette exposition, la réglementation a introduit la notion de « contraintes de dose ». Pour s'assurer du respect de ces contraintes de dose, des mesures de débit d'équivalent de dose ambiant peuvent être effectuées avant la sortie d'un patient ayant bénéficié d'un traitement ou d'un examen de médecine nucléaire. Dans la pratique clinique, les services de médecine nucléaire conditionnent la sortie des patients ayant reçu une forte activité (application thérapeutique) à un débit d'équivalent de dose d'environ 20 microsieverts par heure (µSv/h) à 1 m (recommandations du Groupe permanent d'experts pour la radioprotection dans les applications médicales – oct. 2017). Dans l'attente de la décroissance de l'activité, une hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée est généralement nécessaire.

### 1.2.4 L'impact sur l'environnement

En médecine nucléaire, les sources radioactives administrées aux patients vont suivre une décroissance physique (période physique issue de leurs propriétés physico-chimiques) mais également une élimination biologique (issue du métabolisme biologique, comme tout médicament). Les patients ayant reçu

2. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30. ICRP Supporting Guidance 2. Ann. ICRP 31. ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37.

une injection éliminent, principalement par voie urinaire, une partie de la radioactivité administrée. Les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients (voir point 2.3.2) et sont tenus d'établir un plan de gestion des effluents et des déchets (PGED) détaillant leurs collectes, leurs gestions et leurs éliminations. De plus, une surveillance des rejets doit être mise en place.

L'impact de l'utilisation des rayonnements ionisants à visée médicale sur l'environnement est mesuré par la [surveillance radiologique de l'environnement](#) assurée par l'IRSN (chapitre 3). La mesure du rayonnement gamma ambiant ne relève pas d'exposition supérieure aux variations du bruit de fond de la radioactivité naturelle. La mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (par exemple, l'iode-131; bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020). En revanche, aucun de ces radionucléides n'a été détecté dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1). Par ailleurs, l'étude bibliographique conduite par l'IRSN<sup>(3)</sup> en 2021 met en évidence que l'impact radiologique estimé sur la population des déversements radioactifs des services de médecine nucléaire dans les systèmes d'assainissement apparaît faible (doses évaluées inférieures à 1 µSv/an pour les riverains des stations de traitement des eaux usées).

07

## 1.3 La réglementation

### 1.3.1 La réglementation générale

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est [encadrée](#) par les dispositions du code du travail ([articles R. 4451-1 à R. 4451-135](#)).

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants doivent, de plus, satisfaire aux règles techniques définies dans des [décisions de l'ASN](#) (voir règles techniques décrites au point 2).

Le suivi des sources (sources radioactives dont les médicaments radiopharmaceutiques (MRP), dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique ([articles R. 1333-152 à R. 1333-164](#)) lesquelles portent sur l'acquisition, la distribution, l'importation, l'exportation, la cession, le transfert, la reprise et l'élimination des sources. En particulier, les sources doivent être déclarées, enregistrées ou autorisées si elles ne sont pas exemptées, inventoriées, reprises lorsqu'elles sont périmées, et faire l'objet de garanties financières de reprise.

### 1.3.2 Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques

Les radionucléides utilisés en médecine nucléaire peuvent être classés en deux catégories :

- les MRP, soumis à l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché (AMM), délivrée soit par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), soit par l'Agence européenne des médicaments (EMA);

- les dispositifs médicaux, soumis à l'obtention d'un marquage «CE» (par exemple, dispositif médical implantable, tel que les microsphères marquées à l'yttrium-90).

Dans l'attente de l'obtention d'une AMM et pour permettre un accès précoce aux médicaments pour les patients atteints d'une maladie grave ou rare, des processus dérogatoires se sont multipliés en France ces vingt dernières années. Afin de simplifier et d'unifier ces différents processus, une réforme de l'accès dérogatoire aux médicaments a vu le jour le 1<sup>er</sup> juillet 2021 ([décret n° 2021-869 du 30 juin 2021](#)). Cette réforme, ayant pour objectif de « *permettre un accès encore plus rapide à ces médicaments pour des patients en impasse thérapeutique* », remplace les six régimes d'autorisation par deux modalités d'accès, l'accès compassionnel et l'accès précoce.

Les dispositifs médicaux (DM) émetteurs de rayonnements ionisants (générateurs électriques de rayons X et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique ([articles R. 5211-12 à R. 5211-24](#)). Le marquage «CE», qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. À la suite d'évolutions technologiques, l'[arrêté du 15 mars 2010](#) fixant les exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux a été modifié, pour renforcer les dispositions concernant l'affichage de la dose en imagerie. Par ailleurs, le [nouveau règlement européen EU 2017/745](#) est entré en application le 26 mai 2021 et sa mise en œuvre est prévue pour 2028. Ce nouveau règlement européen renforce, d'une part, la sécurité des patients par une meilleure évaluation clinique des DM et, d'autre part, la transparence, grâce à la base de données européenne sur les dispositifs médicaux (*European database on medical devices – EUDAMED*), accessible également au grand public, qui contribue à l'amélioration de la collaboration entre les autorités compétentes européennes. Pour faciliter l'accès précoce à des technologies innovantes et utiles pour le patient, qui ne bénéficient pas encore d'un marquage «CE», la Haute Autorité de santé ([HAS](#)) a mis en place un « [forfait innovation](#) », conditionné par le déploiement d'une étude clinique afin de confirmer le bénéfice pour la santé de la nouvelle technologie.

Les études cliniques conduites dans le cadre de la mise sur le marché des dispositifs médicaux, des MRP ou des processus dérogatoires permettant aux patients de bénéficier d'un traitement innovant sont des éléments déterminants dans la mise en œuvre du principe de justification (voir point 1.3.4).

Afin d'anticiper les enjeux de radioprotection liés à l'introduction de nouvelles techniques et pratiques émergentes utilisant des rayonnements ionisants, l'ASN a créé, le 8 juillet 2019, le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#) – voir chapitre 2). Présidé par l'ASN et composé de 16 experts et des représentants d'institutions sanitaires françaises, le Canpri a pour objectif d'identifier, dans le domaine médical, les nouvelles techniques et pratiques, d'analyser leurs enjeux en matière de radioprotection et d'élaborer des recommandations et conclusions en matière de radioprotection pour les patients, les travailleurs et l'environnement. Ses travaux portent sur la radiothérapie peropératoire, la plateforme gyroscopique ZAP-X® de radiothérapie et radiochirurgie intracrâniennes en conditions stéréotaxiques, les nouveaux radionucléides en médecine nucléaire et les thérapies Flash. Le Canpri rendra son 1<sup>er</sup> avis en 2023 s'agissant de la plateforme gyroscopique ZAP-X®.

3. Rapport IRSN N°2021-00848 sur l'estimation sur la population d'effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche.

TABLEAU 1 Classification des activités nucléaires à finalité médicale selon les enjeux de radioprotection

ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
Radiothérapie externe	3	1	1
Curiethérapie	2	2	2
Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
Scanographie	2	1	1
Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
Radiologie conventionnelle	1	1	1
Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

### 1.3.3 Le régime administratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires introduit par le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Trois régimes sont désormais en place, l'autorisation, la déclaration et, depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021, une autorisation simplifiée, appelée « enregistrement ». La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes, les patients et l'environnement. L'autorisation permet d'encadrer les activités présentant les enjeux les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier accompagnant la demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières destinées à limiter leurs effets sont appropriées. L'enregistrement, qui fait également l'objet d'une instruction, se caractérise par un nombre plus limité de pièces à transmettre.

Ainsi, depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021, le [portail Téléservices de l'ASN](#) permet aux responsables d'activité nucléaire d'enregistrer leurs activités. La liste des activités médicales soumises à enregistrement a été définie, sur la base des enjeux de radioprotection (voir tableau 1), par la [décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN du 4 février 2021](#). Ce régime est applicable à la scanographie et aux PIR, activités à enjeux en ce qui concerne la radioprotection. La radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continuent de bénéficier du régime de déclaration. Le régime d'autorisation est maintenu pour la radiothérapie externe, la curiethérapie et la médecine nucléaire à finalités diagnostique et thérapeutique.

### 1.3.4 Les spécificités de la radioprotection des patients

*La justification et l'optimisation* – La protection des patients bénéficiant d'examens d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique ([articles R. 1333-45 à R.1333-80](#)). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif diagnostique ou thérapeutique. L'ASN veille à la mise à jour de ce cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification comme décrit ci-après.

*Les qualifications requises* – L'emploi des rayonnements ionisants sur le corps humain est réservé aux médecins et chirurgiens-dentistes justifiant des compétences requises pour réaliser ces actes (article R. 1333-68 du code de la santé publique). En octobre 2020, l'ASN a actualisé et précisé les qualifications nécessaires. Cette mise à jour vise à adapter les dispositions réglementaires aux évolutions des techniques et des conditions d'exercice. La décision n° 2020-DC-0694 de l'ASN du 8 octobre 2020, homologuée par [arrêté du 5 juillet 2021](#), est entrée en vigueur en juillet 2021. Elle abroge celle du 23 août 2011 (DC-2021-0238) et met à jour les qualifications requises pour les médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, ainsi que pour les médecins désignés coordonnateur d'une activité nucléaire à des fins médicales ou qui demandent une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique.

*Les obligations d'assurance de la qualité* – Afin de maîtriser les doses délivrées aux patients et contribuer ainsi à une meilleure sécurité des soins, deux décisions de l'ASN encadrent les obligations des responsables d'activité nucléaire en matière d'assurance de la qualité pour l'ensemble des activités médicales mettant en œuvre des rayonnements ionisants :

- la [décision n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019](#) en imagerie médicale, c'est-à-dire en médecine nucléaire à des fins diagnostiques, en radiologie dentaire et conventionnelle, en scanographie et pour les PIR ;
- la [décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 de l'ASN](#) pour les actes thérapeutiques, c'est-à-dire la radiothérapie externe, dont la contactthérapie et la radiothérapie peropératoire, la curiethérapie, la médecine nucléaire à finalité thérapeutique (RIV) et la radiochirurgie.

Ces décisions obligent le responsable de l'activité nucléaire, avec des exigences proportionnées aux enjeux de radioprotection, à formaliser les processus, procédures et instructions de travail associés à la mise en œuvre opérationnelle des deux principes généraux de la radioprotection, la justification des actes et l'optimisation des doses, ainsi que ceux portant sur le retour d'expérience (REX) des événements, la formation des professionnels et, pour les actes thérapeutiques, l'analyse des risques *a priori*. La décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 actualise et renforce les exigences d'assurance de la qualité, en particulier lors d'un changement organisationnel ou technique, ainsi qu'en cas d'externalisation de prestations.

*La formation à la radioprotection des patients* – Les obligations de formation continue à la radioprotection des patients sont fixées

## LA MISE EN PLACE DES AUDITS CLINIQUES PAR LES PAIRS

Afin de transposer la directive 2013/59/ Euratom du Conseil du 5 décembre 2013, les réflexions sur la mise en place des audits cliniques par les pairs démarrées à la suite de la parution de la directive ont été relancées en 2022 par le ministère chargé de la santé qui pilote la rédaction des textes.

Les travaux en cours visent à définir les modalités de réalisation de ces audits (recrutement des auditeurs, formation, financement, etc.) et à élaborer les référentiels sur lesquels les auditeurs pourront s'appuyer.

Des actions sont en cours sur l'imagerie et la radiothérapie, travaux auxquels les conseils nationaux professionnels respectifs, des radiologues et des radiothérapeutes contribuent. L'ASN est associée aux échanges sur les deux thématiques.

Plusieurs institutions sont impliquées dans la démarche (DGS, DGOS, HAS, INCa, ASN), la réussite de la mise en œuvre de ces audits cliniques par les pairs reposant en partie sur leur bonne articulation avec les dispositifs existants notamment la certification HAS et le contrôle déployé par l'ASN.

L'ASN encourage le déploiement d'une approche graduée aux enjeux de la radioprotection en ciblant les audits cliniques par les pairs sur les activités de radiothérapie, médecine nucléaire thérapeutique, les PIR ainsi

que la scanographie qui reste de loin la modalité contribuant le plus fortement à l'exposition de la population française.

L'ASN veillera au respect du cadre de la directive, ainsi qu'à :

- nourrir la réflexion sur la base des travaux européens (projet QUADRANT, EU-JUST-CT);
- participer activement au comité de pilotage que le ministère en charge de la santé souhaite mettre en place pour évaluer le dispositif et proposer des orientations notamment sur les évolutions nécessaires;
- cibler ces audits sur les pratiques cliniques;
- articuler le dispositif avec les deux décisions de l'ASN sur les obligations d'assurance de la qualité (la [décision n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019](#) en imagerie médicale – médecine nucléaire à des fins diagnostiques, radiologie dentaire et conventionnelle, scanographie et PIR et la [décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 de l'ASN](#) pour les actes thérapeutiques (radiothérapie, radiochirurgie et médecine nucléaire à finalité thérapeutique) avec une vigilance pour maintenir les acquis (formalisation de la conduite du changement, des opérations sous-traitées, des habilitations au poste de travail notamment);

- promouvoir une approche graduée en fonction des enjeux en priorisant la mise en place des audits en scanographie ciblée sur la mise en œuvre du principe de justification ainsi que lors du déploiement des nouvelles techniques/pratiques en radiothérapie.

La réalisation des audits cliniques par les pairs devrait améliorer la justification des actes, c'est pourquoi l'ASN en a fait une action prioritaire (justification/audits cliniques par les pairs) du Plan national de maîtrise des doses en imagerie. Sur ce sujet, l'ASN ne peut agir seule, son champ de compétence ne lui permettant de vérifier la mise en œuvre du principe de justification, lors de ses inspections, que dans une approche « processus du système de management de la qualité » (formalisation du processus, enregistrement des éléments de preuve du processus de justification). C'est pourquoi l'ASN s'attachera à poursuivre la mobilisation de l'ensemble des acteurs institutionnels et sociétés savantes sur le sujet des audits cliniques notamment au travers des accords-cadres qu'elle a signés avec ces différents acteurs.

En parallèle de ces travaux, l'ASN poursuivra son activité de contrôle sur le terrain afin de suivre le déploiement et l'impact de la mise en place des audits cliniques.

07

dans les articles L. 1333-19, R. 1333-68 et R. 1333-69 du code de la santé publique. L'ensemble du dispositif a été révisé dans la décision 2017-DC-0585 de l'ASN du 8 janvier 2015 modifiée, à la suite des échanges avec l'ensemble des conseils nationaux professionnels (CNP) concernés afin de clarifier et de renforcer les objectifs pédagogiques concernant la justification, d'intégrer de nouveaux acteurs et de favoriser l'articulation avec les autres dispositifs de formation continue. Depuis la mise en application de cette décision, une vingtaine de guides professionnels ont été élaborés par les sociétés savantes puis validés par l'ASN et mis en ligne sur [asn.fr](#). Afin de suivre la mise en œuvre sur le terrain de ce nouveau cadre, une évaluation qualitative et quantitative a été engagée fin 2021, en impliquant l'ensemble des acteurs. Un état des lieux des offres de formation a été réalisé afin d'identifier les principaux acteurs (établissements de santé, sociétés savantes, organismes de formation continue). Pour le guide des professionnels de la radiothérapie et celui des manipulateurs en électroradiologie médicale ([MERM](#)) exerçant en imagerie, une évaluation spécifique a été conduite par le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) à la demande de l'ASN sur le nombre et le contenu de ces deux formations. Cette évaluation a porté sur le respect de la réglementation, l'organisation des formations, leurs modalités pédagogiques, ainsi que sur la satisfaction des professionnels qui les ont suivies. Les premiers résultats montrent que les guides de formation sont globalement suivis par les organismes de formation (publics ou privés). Ces travaux seront présentés en 2023 au comité de suivi du Plan national de maîtrise des doses en imagerie.

### 1.4 Les enjeux et les priorités de contrôle

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte plus particulièrement des doses délivrées ou administrées aux patients, sur le plan individuel ou collectif, des conditions d'aménagement des locaux et d'utilisation des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, de la production de déchets et d'effluents contaminés par des radionucléides, des enjeux en matière de sécurité des sources (sources scellées de haute activité), du REX des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

Sur la base de cette classification (voir point 1.3.3, tableau 1), l'ASN considère que les priorités de son contrôle doivent porter sur la radiothérapie externe, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les PIR. Les fréquences d'inspection ont été adaptées et permettent de contrôler l'ensemble des activités à enjeux sur une période de 3 et 5 ans, selon les secteurs. À partir de 2018, l'ASN a défini une liste de points de contrôle systématiques portant sur la radioprotection des travailleurs, des patients et du public, la gestion des sources, des déchets et des effluents ainsi que la sécurité des sources. Ces contrôles, assortis d'indicateurs, permettent de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national et d'en mesurer, dans le temps, les évolutions.

TABLEAU 2 Fréquence des inspections par domaine d'activité nucléaire

DOMAINE D'ACTIVITÉ NUCLÉAIRE	FRÉQUENCE EN ROUTINE
Radiothérapie externe	Tous les 4 ans
Curiethérapie	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée diagnostique	Tous les 5 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique en ambulatoire (par exemple, iode <800 mégabecquerels (MBq), synoviorthèses, etc.)	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique avec des thérapies complexes utilisant de l'iode >800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 et en hospitalisation	Tous les 3 ans
Pratiques interventionnelles radioguidées	Tous les 5 ans
Scanographie (urgences ou pédiatrie)	Échantillonnage : environ une vingtaine d'installations par an

Certains indicateurs sont communs à l'ensemble des activités contrôlées, tels que l'organisation de la radioprotection des travailleurs, celle de la physique médicale, la formation à la radioprotection des travailleurs ou des patients. D'autres sont spécifiques à une activité donnée, par exemple, la gestion des déchets et effluents en médecine nucléaire ou la sécurité des sources en curiethérapie. C'est sur la base de ces indicateurs qu'est, en particulier, évalué l'état de la radioprotection en milieu médical (voir point 2). En complément de ces vérifications systématiques, des investigations sont menées sur des thèmes spécifiques, définis dans un cadre annuel ou pluriannuel et adaptées aux situations particulières rencontrées en inspection.

En 2022, les principaux thèmes retenus étaient :

- pour la radiothérapie et la curiethérapie : la gestion des risques, la gestion des compétences et des formations, la maîtrise des équipements et la sécurité des sources scellées de haute activité ;
- pour la médecine nucléaire : le processus de REX des événements déclarés en interne ou en externe (ESR) ;
- pour les PIR : la mise en œuvre de la démarche d'optimisation.

Par ailleurs, l'ASN a défini, pour les inspections de routine, une fréquence de contrôle par activité nucléaire contrôlée (tableau 2), basée sur une approche graduée aux enjeux de radioprotection. Ces fréquences sont augmentées lorsque sont identifiées certaines fragilités susceptibles d'avoir un impact sur la radioprotection (difficultés liées aux ressources humaines, changement technique ou organisationnel, gestion de la qualité ou des risques insuffisamment maîtrisée – retard dans la formalisation des pratiques, absence d'études de risque, défaut de culture du risque –, enjeux particuliers associés à certaines techniques, etc.). Cela peut conduire l'ASN à mettre certains centres sous surveillance renforcée, lorsque des dysfonctionnements importants persistants ont été constatés, et d'y réaliser des inspections *a minima* annuelles.

### 1.5 Les événements significatifs de radioprotection

Les ESR doivent obligatoirement être déclarés à l'ASN en application du code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22) et du code du travail (article R. 4451-74 – voir chapitre 3, point 3.3). Dans le domaine médical, les ESR sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent, après analyse, un REX vers les professionnels, dans une perspective d'amélioration continue de la radioprotection.

Le portail [Téléservices](#) sur [asn.fr](#) a été mis à disposition pour permettre à l'ensemble des professionnels du domaine médical de télétransmettre leur déclaration. Celui-ci est intégré au « portail unique des vigilances » géré par le ministère chargé de la santé. En fonction du type d'événement déclaré, la déclaration est automatiquement transmise à l'ASN (division territoriale), à l'agence régionale de santé (ARS) pour tous les événements concernant le patient, et à l'ANSM pour les événements relevant de la matériovigilance ou de la pharmacovigilance (MRP).

Un projet de décision de l'ASN sur les « [Modalités de déclaration et de codification des critères de déclaration des événements significatifs](#) » a été soumis à la consultation du public en 2022, accompagné, pour le domaine médical, du [Guide n°11](#) mis à jour, qui précise les modalités de déclaration. La décision et le guide devraient être publiés dans le courant de l'année 2023. Le classement des événements concernant les patients lors d'un traitement de radiothérapie ou de curiethérapie sur l'[échelle ASN-SFRO](#) demeure inchangé. L'objectif de cette échelle, élaborée en collaboration avec la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO), est d'informer le public sur les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'un traitement de radiothérapie ou de curiethérapie, en prenant en compte, en plus des conséquences avérées, les effets potentiels de l'événement et le nombre de patients exposés (voir chapitre 3).

Par ailleurs, les avis d'incidents sont publiés sur [asn.fr](#).

Afin d'encourager le partage des enseignements issus du REX des professionnels, l'ASN [publie](#) des bulletins sur *La sécurité du patient – pour une dynamique de progrès* depuis mars 2011, des fiches de *Retour d'expérience à la suite d'un ESR* ainsi que des lettres circulaires à l'attention des responsables d'activité nucléaire. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluri-professionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection. La fiche *Retour d'expérience*, quant à elle, alerte sur un ESR particulier déclaré à l'ASN pour éviter qu'il ne se reproduise dans un autre établissement.

## 2. Les activités nucléaires à finalité médicale

### 2.1 La radiothérapie externe

La **radiothérapie** est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes mais également non malignes. Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement est extérieure au patient (accélérateur de particules ou source radioactive, par exemple Gamma Knife®), de la **curiethérapie**, où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse.

Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants. Ce plan de traitement définit la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). Son élaboration nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le physicien médical et, le cas échéant, les dosimétristes.

Le principal enjeu de radioprotection est lié à la dose délivrée au patient; l'évolution des techniques de traitement avec le développement de l'hypofractionnement (voir point 2.1.1), consistant à délivrer des doses plus importantes lors d'une même séance rend d'autant plus cruciale la maîtrise de la délivrance de cette dose.

C'est pourquoi le contrôle de l'ASN porte à la fois sur la capacité des centres à maîtriser la délivrance de la dose au patient et à tirer les enseignements des dysfonctionnements susceptibles de se produire. La mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, la gestion des compétences, la maîtrise des équipements, l'enregistrement et le suivi des ESR sont ainsi au cœur des contrôles de l'ASN. Les changements techniques, organisationnels et humains ayant été identifiés comme des situations susceptibles de générer des risques, la conduite du changement fait également l'objet d'une attention particulière lors des inspections.

#### 2.1.1 La présentation des techniques

Plusieurs techniques de thérapie externe sont actuellement utilisées en France. La **radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle** est considérée par la SFRO comme la technique de base dans son *Guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie* (Recorad) actualisé en février 2022. Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants, obtenues à l'aide d'un scanner, parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (tomographie par émission de positons – TEP, imagerie par résonance magnétique nucléaire – IRM, etc.). Depuis plusieurs années toutefois, la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue, au profit de la **radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité** (*Intensity-modulated radiotherapy* – IMRT), qui a vu le jour en France au début des années 2000 et qui permet une meilleure adaptation à des volumes tumoraux complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins, grâce à la modulation d'intensité des faisceaux en cours d'irradiation.

Dans le prolongement de l'IMRT, l'**archthérapie volumétrique avec modulation d'intensité** (AVMI) est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France. Cette technique consiste

à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue en rotation autour du patient.

La **radiothérapie hélicoïdale ou tomothérapie** permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La modulation possible de l'intensité du rayonnement permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance, à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

La **radiothérapie en conditions stéréotaxiques** est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions intra ou extracrâniennes, avec une précision millimétrique, par de multiples mini-faisceaux convergeant au centre de la cible. La dose totale est délivrée lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique. Cette technique exige une grande précision dans la définition du volume cible à irradier, au plus près de la forme de la tumeur, et fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation millimétrique des lésions.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques, tels que :

- le Gamma Knife® qui utilise plus de 190 sources de cobalt-60. Il agit comme un véritable scalpel, sur une zone extrêmement précise et délimitée;
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée; le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé;
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini-collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini-faisceaux.

Depuis 2018, l'association **d'un accélérateur linéaire pour la radiothérapie couplée à une IRM** se développe.

La **contactthérapie ou radiothérapie de contact** est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de basse énergie, particulièrement adaptés pour le traitement des cancers cutanés, car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

La **radiothérapie peropératoire** associe la chirurgie et la radiothérapie, la dose de rayonnement étant délivrée au bloc opératoire sur le lit tumoral au cours d'une intervention chirurgicale. Elle constitue principalement une technique de traitement des petits cancers du sein. En avril 2016, la HAS a publié les [résultats](#) de l'évaluation de cette pratique et a conclu que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour en proposer la prise en charge par l'assurance maladie. Elle considère qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. Toutefois, certains dispositifs de **radiothérapie peropératoire par électrons**, disposant du marquage « CE », ont été mis sur le marché. Ils permettent une irradiation optimale de la tumeur en préservant au maximum les tissus sains environnants. Cette technique innovante fait actuellement l'objet de discussions au sein du Canpri.

L'**hadronthérapie** est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées (protons et noyaux de carbone), qui permettent d'assurer la délivrance de la dose de

façon très localisée lors des traitements et ainsi une réduction drastique du volume de tissu sain irradié. Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radiorésistantes et pourrait permettre plusieurs centaines de guérisons supplémentaires chaque année.

### 2.1.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

En raison du débit de dose important lors de la délivrance de la dose au patient, les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates (bunker), dont l'épaisseur des parois en béton ordinaire peut varier de 1 à 2,5 mètres. Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter, autour de ceux-ci, les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Les conditions actuelles de conception de ces locaux ont été revues en 2019. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le physicien médical et le conseiller en radioprotection. Elle permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements, ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (au-dessus ou en-dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'ASN à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie.

En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

Le bunker avec chicane reste la référence, dans la mesure où il permet de réduire le blindage requis à l'entrée des conduits de ventilation et des conduits électriques et offre une meilleure sécurité en cas de perte de motorisation de la porte ou d'enfermement accidentel de personnes. Cependant, si l'exploitant dispose d'un emplacement limité, qui compromet l'installation de l'accélérateur, une chicane réduite, voire l'absence de chicane est envisageable sous certaines conditions restrictives. Par ailleurs, la plateforme gyroscopique ZAP-X®, nouveau dispositif médical ayant obtenu le marquage « CE » en janvier 2021, présente la caractéristique innovante d'être auto-blindée. Un premier dispositif est en cours d'installation en France avec un début d'exploitation prévu pour 2023. Dans le cadre de l'instruction par l'ASN de la demande d'autorisation de détention et d'utilisation de ce dispositif, l'IRSN a été saisi et le Canpri rendra son avis sur cette nouvelle technique début 2023.

### 2.1.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Le parc des installations de radiothérapie externe comporte, en 2022, 592 accélérateurs de particules, répartis dans 174 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN (voir graphique 1). Plus de [200 000 patients](#)<sup>(4)</sup> sont traités chaque année, ce qui représente près de 4,2 millions de séances d'irradiation. L'Observatoire national de la radiothérapie (Institut national du

cancer – INCa) recense 901 radiothérapeutes en 2021. En 2022, l'ASN a délivré 115 autorisations représentant 35 % de hausse par rapport à 2021. Ces demandes concernent soit des nouvelles installations (environ 15 %), soit des changements d'appareils (accélérateurs ou scanners de simulation). Le parc d'accélérateurs étant vieillissant (âge > 10 ans), pouvant représenter de 20 à 30 % du parc pour certaines régions, les demandes de renouvellement pourraient croître dans les prochaines années.

Par ailleurs, l'ASN constate une montée en puissance de l'activité des traitements en conditions stéréotaxiques dans les services de radiothérapie sur l'ensemble du territoire, avec une augmentation des indications de stéréotaxie extra-crânienne (poumon, foie, rachis, os, ORL). Cette activité présente des enjeux en matière de radioprotection et nécessite un haut niveau de compétences et une plus grande maîtrise des doses délivrées.

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN en raison des doses importantes délivrées au patient. Le programme d'inspections pour la période 2020-2023 met l'accent sur la capacité des centres à déployer une démarche de gestion des risques. En fonction des centres, la gestion des compétences, ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements sont également examinées de manière approfondie.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :

- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui a ainsi été portée, à partir de 2020, à une fois tous les quatre ans (au lieu de trois ans précédemment), ce qui permet un contrôle de l'ensemble des centres tous les quatre ans ;
- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées.

En 2022, 48 inspections ont été réalisées par l'ASN, représentant 25 % du parc national. Sur les 48 inspections réalisées, 9 l'ont été sur un mode mixte, à la fois sur site et à distance. Ceci résulte de l'expérience acquise les deux années précédentes où des inspections à distance ont été conduites du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19. L'analyse des documents et des points généraux à distance permet aux inspecteurs de consacrer davantage de temps sur site à la visite de l'installation et aux entretiens avec le personnel.

#### 2.1.3.1 La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont conçues conformément aux règles en vigueur, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par l'installation.

Le bilan des inspections réalisées en 2022 ne fait pas apparaître de difficulté dans ce secteur :

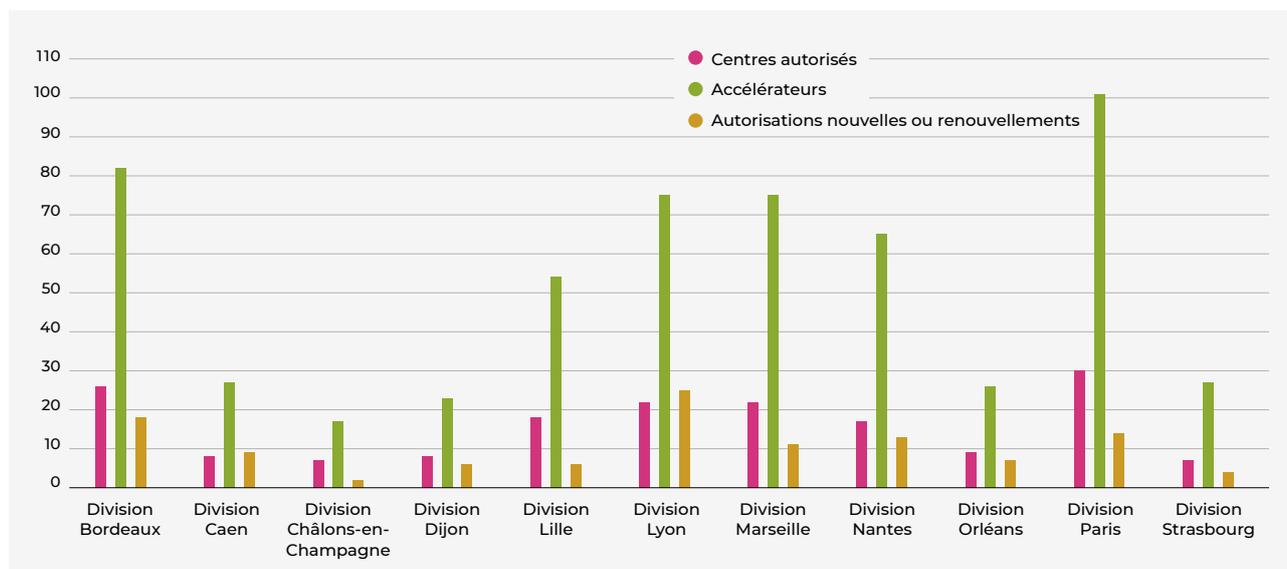
- la désignation des conseillers en radioprotection est effective dans l'ensemble des centres inspectés ;
- les vérifications techniques de radioprotection ont toutes été réalisées à la fréquence réglementaire requise.

#### 2.1.3.2 La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la [décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021](#). Dans le cadre des inspections, l'ASN réalise des vérifications depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines, notamment la présence du physicien médical et les

4. En 2020, 204 062 personnes atteintes de cancer ont été traitées par radiothérapie pour 4 093 819 séances (source : Observatoire INCa).

GRAPHIQUE 1 Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres et d'accélérateurs de radiothérapie externe contrôlés et du nombre d'autorisations nouvelles ou de renouvellements d'autorisations par l'ASN en 2022



07

modalités d'organisation interne pour assurer le suivi et l'analyse d'événements indésirables – ou dysfonctionnements – enregistrés par les centres de radiothérapie.

La présence du médecin, pendant la durée des traitements, est effective dans 100 % des centres inspectés. Un plan d'organisation de la physique médicale existe également dans tous les centres inspectés, mais de qualité inégale selon les centres.

Les inspecteurs de l'ASN constatent que la démarche d'habilitation se déploie, avec toutefois des disparités entre les personnels médicaux et paramédicaux, cette démarche étant davantage déclinée pour les professionnels paramédicaux. L'ASN a été invitée à présenter la décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021 concernant l'habilitation du personnel lors d'une journée organisée par l'AFCOR<sup>(5)</sup> en septembre 2022.

Par ailleurs, l'analyse du respect des exigences réglementaires portant sur la gestion des événements sur la période 2018-2022 montre une proportion constante de services respectant la réglementation, sur les 3 dernières années, avec des disparités importantes selon les exigences concernées (voir graphique 2) :

- La détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants avec des taux variant entre 80 % et 88 % sur la période considérée.
- L'analyse de ces événements indésirables, la définition d'actions correctives et leur capitalisation, après une première phase de progression, semblent se stabiliser avec environ 74 % des centres inspectés qui réalisent ces étapes de façon satisfaisante sur la période considérée.
- L'amélioration des pratiques par le REX et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constituent toujours le point faible de ces démarches de REX avec des situations jugées satisfaisantes stagnantes entre 27 % et 36 % sur la période 2018-2022, sans dynamique de progrès pour ce point (voir graphique 2). Ces démarches doivent en particulier associer des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins, or le manque de disponibilité du personnel, en particulier médical, en limite l'efficacité. En outre, l'évaluation régulière des actions correctives mises en place et la mise à jour de l'analyse des risques *a priori*, obligatoire en application de la décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 précitée,

à partir des enseignements issus des événements déclarés en interne sont incontournables pour faire progresser la qualité et la sécurité des soins. En effet, seule l'évaluation des actions correctives permet de tester dans la durée la robustesse des mesures prises. L'ajout de points de contrôle peut par exemple constituer une « fausse sécurité » si ceux-ci ne peuvent pas être mis en œuvre par les professionnels pour diverses raisons. En outre, l'analyse des événements peut révéler que les barrières de sécurité mises en place n'ont pas été efficaces comme celles permettant de s'assurer de la délivrance du traitement du bon côté, ce qui doit conduire à réviser l'analyse des risques *a priori* et à réfléchir en équipe à des parades plus robustes.

La capacité d'un centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2022. Il en ressort que :

- bien que les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie soient respectées dans la plupart des cas, des hétérogénéités persistent toujours d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori* n'est complète ou actualisée que dans la moitié des centres inspectés, principalement par manque de formation, de moyens, ou du fait d'un changement de responsable opérationnel de la qualité. Cette incomplétude porte, par exemple sur l'absence de prise en compte du REX (par exemple celui d'autres centres, diffusé par des publications de l'ASN – bulletins de *La sécurité du patient* et fiches de *Retour d'expérience*) ou des nouvelles pratiques ou l'organisation du centre en cas d'évolution du plateau technique ;
- plus généralement, l'ASN considère que le pilotage de la démarche de gestion des risques n'est mis en œuvre de façon satisfaisante que dans la moitié des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluables et évalués, a communiqué sur les résultats de cette politique et alloué les ressources nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité. *A contrario*, ces démarches stagnent ou régressent lorsque la direction n'octroie pas de façon pérenne de moyens suffisants au responsable opérationnel de la qualité ou lorsque ce dernier ne dispose pas d'une autorité suffisante pour la déployer.

5. Association de formation continue en oncologie.

**CENTRE DE RADIOTHERAPIE DE RIS-ORANGIS (CRRO) : GESTION D'UNE SITUATION DE CRISE**

Une inspection du CRRO, concomitante avec celle de l'ARS d'Île-de-France, a été diligentée en août 2022, à la suite de la publication d'articles dans la presse grand public mentionnant le départ des 4 radiothérapeutes du centre après dénonciation de leur contrat survenue deux ans auparavant, dans un contexte de conflit de droit privé entre la direction du CRRO et les radiothérapeutes. La nouvelle équipe médicale arrivant au 1<sup>er</sup> septembre 2022, le centre a dû mettre en place une organisation transitoire pour assurer la continuité des soins pendant le mois d'août 2022. Il a également dû prévoir

une période de montée en compétence des différentes équipes médicales.

À la suite de cette inspection, l'ASN a formulé des demandes, qui ont été prises en compte par le centre, portant sur :

- la complétude de la cartographie des risques *a priori*, notamment en précisant certaines barrières et les actions préventives ou correctives associées et la poursuite de son enrichissement dans le cadre de l'arrivée de la nouvelle équipe médicale à partir de septembre 2022;
- la relance de la démarche REX, en particulier la détection et la

déclaration des événements indésirables;

- le suivi des nouveaux radiothérapeutes à leur arrivée avec l'organisation du suivi médical renforcé par la médecine du travail pour les travailleurs classés et la réalisation d'une formation à la radioprotection des travailleurs adaptée aux pratiques du service par le conseiller en radioprotection.

Une nouvelle inspection est programmée début 2023 afin de suivre les engagements pris par le centre.

**ERREURS D'ÉTALONNAGE : RETOUR D'EXPÉRIENCE D'ÉVÉNEMENTS DÉCLARÉS EN 2022****Centre d'oncologie et de radiothérapie Saint-Jean de Saint-Doulchard (18)**

Le 30 mai 2022, le Centre d'oncologie et de radiothérapie Saint-Jean de Saint-Doulchard (18)<sup>(\*)</sup> a déclaré à l'ASN un événement significatif survenu dans son service de radiothérapie de Moulins (03), lié à une erreur d'étalonnage de la dose dans les conditions de référence, consécutif à un défaut de paramétrage d'un baromètre.

Ce paramétrage a induit un surdosage de l'ordre de 3%, sans conséquence clinique attendue, pour tous les patients traités entre novembre 2010 et mai 2022, soit une cohorte d'environ 5800 patients.

À la suite de la détection de cet événement, le service a immédiatement procédé à une vérification des baromètres et corrigé l'étalonnage des doses de l'ensemble des faisceaux des accélérateurs.

Toutefois, cet événement se cumule avec un autre événement, déclaré le 23 mars 2022 par le même centre, qui avait également conduit à un surdosage ponctuel de rayonnements ionisants pour cinq patients, avec une erreur de 7,5% pour l'un d'entre eux. Bien qu'un tel écart ne soit pas non plus de nature à entraîner des conséquences cliniques, les patients ont été revus par leur(s) médecin(s) référent(s) plus précocement dans leur suivi.

En réponse à la demande de l'ASN, le centre a établi un protocole d'étude clinique rétrospective pour rechercher dans un échantillon représentatif de la cohorte des patients concernés les éventuels effets secondaires inattendus. Les conclusions de cette étude n'ont pas encore été communiquées à l'ASN.

L'ASN a classé cet événement au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO des événements en radiothérapie, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité.

**Centre Léon Bérard à Lyon (69)**

Le 19 décembre 2022, le centre Léon Bérard (CLB), situé à Lyon, a déclaré un événement significatif survenu au sein de son service de radiothérapie externe concernant six patients soumis à une irradiation corporelle totale (ICT), dans le cadre de traitements d'hémopathies malignes, supérieure à celle attendue.

L'ICT est une radiothérapie externe utilisée principalement comme phase préparatoire pour une transplantation de moelle osseuse (allogreffe médullaire) de patients souffrant de cancers des cellules sanguines et de leurs précurseurs (leucémies, lymphomes, myélomes, etc.).

En septembre 2022, à la suite du constat de dérive de l'étalonnage du dispositif délivrant la dose prescrite au patient, l'équipe de physique médicale de l'établissement a examiné, *a posteriori*, l'impact de cette dérive sur les plans de traitements des patients traités selon cette technique. Pour six patients, les doses délivrées par séance de traitement étaient supérieures à celles attendues. Le CLB a évalué prioritairement la dose aux poumons de ces patients (organes sensibles). Les estimations de doses reçues aux poumons sont restées en dessous des doses considérées à risque de toxicité majorée pour tous les patients concernés.

À la suite de cet événement, l'établissement a informé les patients concernés et a mis en place des actions correctives. Les pratiques de contrôles des doses délivrées aux patients ont été modifiées et renforcées. En outre, l'utilisation d'un nouveau système de mesure par chambre d'ionisation positionné directement sur le patient au cours des séances de traitement est envisagée.

Compte tenu de la surexposition avérée des patients et des conséquences potentielles, et après avis de la SFRO, l'ASN classe cet événement au niveau 2+ de l'échelle ASN-SFRO des événements de radiothérapie, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité.

L'ASN a examiné les actions correctives proposées et considère qu'elles sont de nature à limiter les risques de survenue d'un événement similaire. Prenant en compte les recommandations de la SFRO, elle demande un suivi au niveau pulmonaire des six patients concernés tous les trois mois pendant 18 mois.

De manière générale, l'ASN rappelle que l'étalonnage des dispositifs médicaux est une étape critique pour la sécurité des soins et invite les services de radiothérapie à questionner leurs pratiques grâce aux publications de l'ASN établies à partir du REX suite à plusieurs événements liés à des erreurs d'étalonnage.

L'ASN rappelle :

- qu'une lettre circulaire du 19 mai 2016 avait été adressée à tous les services de radiothérapie afin d'apporter des recommandations sur les conditions de détermination de la dose absorbée, notamment en utilisant des appareils de mesures étalonnés pour mesurer la pression atmosphérique prise en compte pour corriger la réponse de la chambre d'ionisation;
- qu'une fiche de *Retour d'expérience* publiée le 25 avril 2022, relative aux erreurs d'étalonnage d'accélérateurs de particules, partage l'analyse d'un centre et ses pistes pour réduire le risque d'erreur lors de l'étalonnage d'un accélérateur.

\* Le Centre d'oncologie et de radiothérapie Saint-Jean (18) a repris début 2022 la responsabilité de l'activité nucléaire de radiothérapie précédemment exercée par le centre hospitalier de Moulins (03).

La mise en place de revues de direction et d'audits internes est également observée mais reste encore très dépendante d'une dynamique interne et repose pour beaucoup sur la disponibilité des personnes en charge de la qualité (ROQ). Par ailleurs, l'ASN a pu noter lors de ses inspections que certains établissements ont engagé des démarches d'audits par les pairs dans le domaine de la physique médicale, en particulier à l'occasion du remplacement de leurs accélérateurs. Ces initiatives volontaires vont tout à fait dans le sens des réflexions sur les audits cliniques par les pairs, menées par le ministère chargé de la santé (voir point 1.3.4).

L'ASN constate à nouveau que l'analyse d'impact d'une modification organisationnelle ou technique sur l'activité des opérateurs n'est pas systématiquement réalisée, alors que ces changements sont sources potentielles de déstabilisation, en particulier, pour l'organisation des traitements et les pratiques de travail et peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place. À cet égard, il est indispensable de réinterroger l'analyse de risque *a priori* afin de la compléter, le cas échéant, dès lors que de nouveaux processus de travail sont mis en place ou pour vérifier que les barrières existantes sont toujours adaptées. Les démarches de formalisation du processus de conduite du changement, dorénavant obligatoires, ne sont pas toujours très abouties dans les centres concernés par des évolutions récentes ou en cours.

Les enseignements des inspections réalisées en 2022 montrent en effet que, lors de la mise en place d'une nouvelle technique, la démarche de conduite des changements est considérée comme satisfaisante pour la moitié des centres seulement, chiffre constant si l'on considère la période 2018-2022. L'ASN attire particulièrement l'attention des professionnels sur des situations à forts enjeux tels qu'un déménagement couplé à l'extension de l'activité (nouvelles salles, nouvelles machines) qui nécessitent un investissement important du personnel en place mais également le recrutement et l'intégration de personnel supplémentaire rendu nécessaire du fait des nouvelles acquisitions. En outre, l'ASN constate que le fonctionnement des centres peut être soudainement perturbé lors de rachat de centres privés ou à la suite d'un départ massif de personnels (radiothérapeutes ou médecins médicaux). Cette situation s'est présentée à l'été 2022 au centre de radiothérapie de Ris-Orangis (voir encadré page précédente).

La gestion en mode projet de ces changements (désignation d'un pilote, planification du projet, formation des équipes, organisation de la continuité du travail de routine pendant l'implémentation du

projet, mise à jour documentaire) n'est pas encore très implantée dans les services. Afin de les aider à mieux s'approprier les modifications matérielles et/ou techniques, l'IRSN a publié en partenariat avec les professionnels de la radiothérapie, dans le cadre d'une saisine de l'ASN, un [Guide pour l'appropriation d'un changement technique ou matériel en radiothérapie](#). L'ASN a organisé une journée d'échange avec les professionnels à Lyon le 25 octobre 2022 sur la conduite du changement et la gestion en mode projet de ces changements. Les centres ayant déployé cette démarche soulignent qu'elle constitue un moyen de dynamiser les équipes.

### 2.1.3.3 Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2022, 102 ESR ont été déclarés en radiothérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique). Parmi ces événements, 70 ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO, soit 68% du total, et trois au niveau 2. Ces derniers concernent :

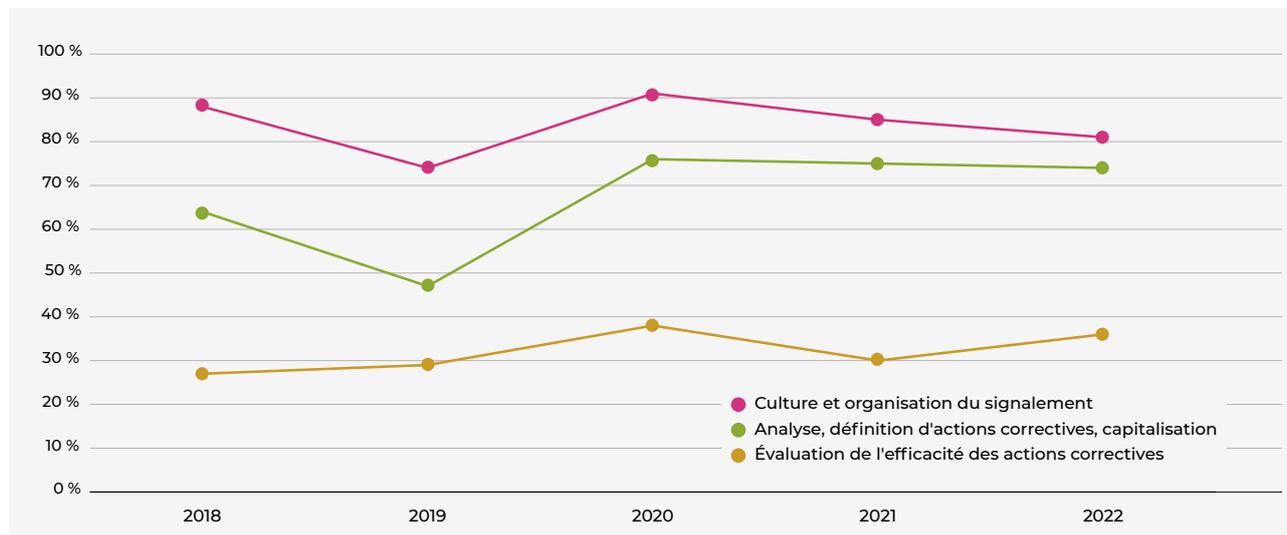
- une erreur de dose ou une erreur de volume ayant entraîné une exposition supérieure à la dose prévue pour l'un des organes ciblés par le traitement ainsi que pour un organe voisin et une exposition inférieure à la dose prévue pour un autre organe ciblé par la radiothérapie ;
- une erreur de fractionnement, ayant entraîné une exposition supérieure à la dose prévue aux organes à risques ;
- une erreur d'étalonnage concernant six patients ayant conduit à un surdosage lors du traitement par radiothérapie externe.

Deux ESR classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO concernent des cohortes de patients liés à :

- une erreur d'étalonnage pour plus de 5 800 patients. Cette erreur d'étalonnage est consécutive à une mauvaise utilisation de données barométriques, qui a engendré une valeur incorrecte de la pression atmosphérique lors des contrôles de qualité des appareils. L'ASN avait déjà alerté les centres par [lettre circulaire du 19 mai 2016](#) sur ce même type d'erreur et dressé des recommandations pour l'étalonnage des faisceaux de traitement ;
- une erreur de modélisation informatique de la table de traitement, au niveau de la position de la tête des patients pour 134 patients, dans le système informatique de planification dosimétrique.

La majorité des événements déclarés en 2022 concerne la radioprotection des patients et sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

GRAPHIQUE 2 Pourcentage de conformité des installations de radiothérapie externe relatif à la gestion des événements en 2022



Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau :

- de la gestion des flux de dossiers de patients ;
- des étapes de validation, qui sont insuffisamment explicitées ;
- de la tenue des dossiers des patients, permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires.

Des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes horaires de travail, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique constituent des situations qui viennent perturber les activités de travail et fragiliser les mesures de sécurité qui ont été définies dans le système de management de la qualité. Il est ainsi essentiel d'évaluer régulièrement ces mesures et de tirer les enseignements des dysfonctionnements qui se produisent.

L'ASN note une baisse notable et régulière depuis 2015 des déclarations d'ESR dans le domaine de la radiothérapie (voir point 2.7 graphique 12). Il est probable que cette baisse soit pour partie attribuable à la mise en place d'organisations qui ont permis de fluidifier et sécuriser davantage la préparation des traitements (dématisation complète avec utilisation des listes de tâches des « record and verify », harmonisation des protocoles médicaux, logiciel d'aide au contourage, application automatique des décalages de dosimétrie, suivi des délais de préparation, etc.), ainsi que par la prise en compte du REX des événements. La mise en place d'audits pour évaluer la performance du processus de prise en charge de radiothérapie (audit de dossiers, suivi des délais), le respect des règles d'identitovigilance ou l'efficacité d'une action d'amélioration peuvent également expliquer cette baisse du nombre de déclarations des ESR même si ces démarches sont encore loin d'être généralisées.

Cependant, dans le même temps, les inspecteurs de l'ASN constatent une baisse de la culture de déclaration des ESR avec

une diminution du nombre d'événements indésirables enregistrés en interne qui sont analysés (moins de comités de retour d'expérience organisés) et davantage d'analyses d'événements superficielles explorant peu leurs causes profondes. Les inspecteurs relèvent également un manque de prise en compte des enseignements issus du REX des événements déclarés fait au niveau national et des faiblesses dans la communication, uniquement descendante, dans certains centres. La baisse des déclarations des ESR en radiothérapie est l'un des thèmes du séminaire organisé par l'ASN le 15 mars 2023 intitulé « Démarche qualité-sécurité en radiothérapie : quels enseignements après plus de 15 ans de mise en œuvre ? ».

Parmi les événements indésirables déclarés en 2022 figure un nombre croissant de cyberattaques (3 centres de radiothérapie dont 1 en 2021 et 2 en 2022, 1 centre de médecine nucléaire en 2022). Ces attaques entraînent une paralysie des systèmes informatiques et de fortes perturbations dans l'organisation des traitements. Compte tenu du risque de perte de chance pour les patients dont les traitements seraient interrompus ou d'erreurs dans la délivrance du traitement, en raison des potentielles pertes de données, ces cyberattaques engendrent un stress tant pour les équipes de soins que pour les patients. La cybersécurité n'étant pas de la compétence de l'ASN, ces situations sont toutefois portées à la connaissance de l'ASN et font l'objet d'une déclaration lorsqu'elles sont à l'origine de la survenue d'un ESR. Ces cyberattaques questionnent les pratiques actuelles du dossier patient « tout informatisé ». Une réflexion vient d'être initiée par la SFRO, à laquelle l'ASN est associée, dont l'objectif est d'émettre des recommandations permettant d'anticiper et de limiter les risques liés à des cyberattaques dans un contexte où la numérisation des données est croissante (pertinence de conserver des documents papier, révision des procédures de sauvegarde en cas de perte des données numériques, etc.).

## SYNTHÈSE

En radiothérapie, les inspections conduites par l'ASN dans près d'un quart des services de radiothérapie en 2022, mises en perspective avec celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, confirment que les fondamentaux de la sécurité sont en place : organisation de la physique médicale, contrôles des équipements, formation à la radioprotection des patients, déploiement des démarches d'assurance de la qualité, recueil et analyse des événements. Toutefois, l'analyse sur la période 2018-2022 confirme que l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constitue toujours le point faible des démarches de REX et peine à se généraliser. Si les analyses de risque *a priori* sont insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du REX des événements, l'ASN note positivement le développement, sur une base volontaire, des pratiques d'audit par les pairs, en physique médicale, lors de l'installation de nouveaux équipements. L'ASN souligne que les rachats de centres constituent des situations de fortes perturbations génératrices de risques si l'impact sur l'activité de travail des professionnels n'est pas analysé et si ces changements ne sont pas préparés avec l'ensemble des équipes. Par ailleurs, l'ASN constate que la formalisation des modalités d'habilitation au poste de travail, obligatoire depuis août 2021, se déploie avec des disparités selon les catégories professionnelles. Enfin, la survenue d'événements, tels que des erreurs d'identification de patients, de contourage des organes à risque et/ou des organes cibles et à nouveau d'étalonnage, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques. En outre, l'ASN constate une perte de mémoire des enseignements issus des ESR passés et une diminution régulière des ESR déclarés à l'ASN depuis 2015. Si celle-ci est pour partie attribuable à une meilleure sécurisation des traitements, une baisse de la culture de déclaration des événements internes est perceptible avec des comités de retour d'expérience qui se réunissent moins souvent et des analyses moins approfondies. Par ailleurs, la survenue de cyberattaques souligne les nouveaux enjeux auxquels les professionnels de la radiothérapie sont confrontés dans un contexte où la numérisation des données est croissante. Enfin, les nouvelles techniques et pratiques, en constante évolution, ne font toujours pas l'objet d'une évaluation suffisante pour permettre une évaluation des effets radio-induits à long terme (radiothérapie adaptative, hypofractionnement, flash-thérapie, etc.).

## 2.2 La curiethérapie

La [curiethérapie](#) permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses.

Cette technique consiste à placer des sources de radionucléides, scellées, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter.

Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

La curiethérapie met en œuvre trois types de techniques, qui diffèrent en particulier par le débit de dose mis en œuvre (détaillées ci-après) en fonction des indications.

À l'instar de la radiothérapie, les enjeux de radioprotection sont liés à l'importance de la dose délivrée au patient et, le cas échéant, aux débits de dose élevés et à la maîtrise des équipements. En outre, s'agissant de source de haute activité, la gestion des situations d'urgence en cas de blocage de source, comme illustré par le REX des événements déclarés à l'ASN, ainsi que la sécurité des sources constituent des enjeux spécifiques de la curiethérapie. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent, en plus de ceux relatifs à la radiothérapie externe, sur la gestion et la sécurité des sources.

### 2.2.1 La présentation des techniques

Les enjeux de radioprotection en curiethérapie, outre la problématique de la gestion d'une source scellée, sont fonction du débit de dose associé à la technique, du mode de délivrance de l'irradiation à la tumeur (implantation permanente ou temporaire, ou application temporaire). L'utilisation le cas échéant de projecteurs de source évite la manipulation de ces sources par les professionnels et permet la réalisation de soins au patient sans irradiation du personnel ou interruption du traitement lorsque les sources sont stockées dans le projecteur. En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au dysfonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

La **curiethérapie à bas débit de dose (Low Dose-Rate – LDR)** est aujourd'hui réalisée au moyen de sources scellées d'iode-125, sous forme de grains implantés de façon permanente, ou de césium-137 appliquées de manière temporaire. Les débits de dose sont compris entre 0,4 et 2 grays par heure (Gy/h).

Un nouveau dispositif médical DART (*Diffusing Alpha Emitters Radio Therapy*) est actuellement testé dans le cadre d'une investigation clinique pour le traitement de cancers cutanés. L'action de ce dispositif consiste en l'émission de particules alpha provenant de sources scellées de radium-224 qui sont implantées dans la tumeur à l'aide d'un applicateur et y restent de 15 à 20 jours.

La **curiethérapie à débit de dose pulsé (Pulsed Dose-Rate – PDR)** délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h et utilise des sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 gigabecquerels (GBq), qui sont mises en œuvre avec un projecteur de source spécifique. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant dans des positions et pour des durées prédéterminées. Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

La **curiethérapie à haut débit de dose (High Dose-Rate – HDR)** est réalisée au moyen de sources scellées d'iridium-192 ou de cobalt-60 de forte activité (de l'ordre de 370 GBq). Les débits de dose sont supérieurs à 12 Gy/h. Le traitement est réalisé à l'aide d'un projecteur contenant la source, les traitements sont délivrés, en mode ambulatoire, en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours.

### 2.2.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages (voir point 1.3.1).

Dans le cas des techniques par implants permanents (LDR), les applications sont réalisées au bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée. S'agissant des projecteurs de sources (en règle

générale 18,5 GBq d'iridium-192), cette technique PDR nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Enfin, l'activité maximale utilisée dans les projecteurs de sources HDR étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe en matière de protection collective, en raison du haut niveau de dose utilisé.

Par ailleurs, l'arrêté du 29 novembre 2019 fixe les obligations en matière de protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance. Les exigences concernant les barrières et leur temps de résistance pour les sources de catégories A, B et C sont opposables depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2022.

### 2.2.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

L'ASN a autorisé 60 centres de curiethérapie, dont 52 utilisent la technique HDR. En 2022, 18 autorisations ont été mises à jour (voir graphique 3).

L'activité de curiethérapie est stable. L'observatoire de l'INCa recense, par an, 500 à 600 traitements par grains d'iode-125 (LDR), 650 à 800 traitements pour les cancers gynécologiques (PDR) et environ 3000 traitements (HDR).

À l'instar de la radiothérapie externe, la sécurité des soins en curiethérapie constitue, depuis 2007, un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN, en raison de l'importance de la dose délivrée et, le cas échéant, des débits de dose importants. La curiethérapie étant réalisée au sein des services de radiothérapie, le programme d'inspection sur la période 2020-2023 est identique à celui de la radiothérapie externe, avec une fréquence quadriennale et des contrôles analogues à ceux réalisés en radiothérapie externe (voir point 2.1.3.2). Du fait de l'utilisation de sources de haute activité, des contrôles spécifiques portent sur la formation des professionnels, notamment la connaissance des consignes à suivre en cas d'urgence (blocage de source) et la sécurité de ces sources (organisation mise en place pour la gestion des sources, mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé aux sources, inventaire des sources, protection contre la malveillance et gestion des informations sensibles).

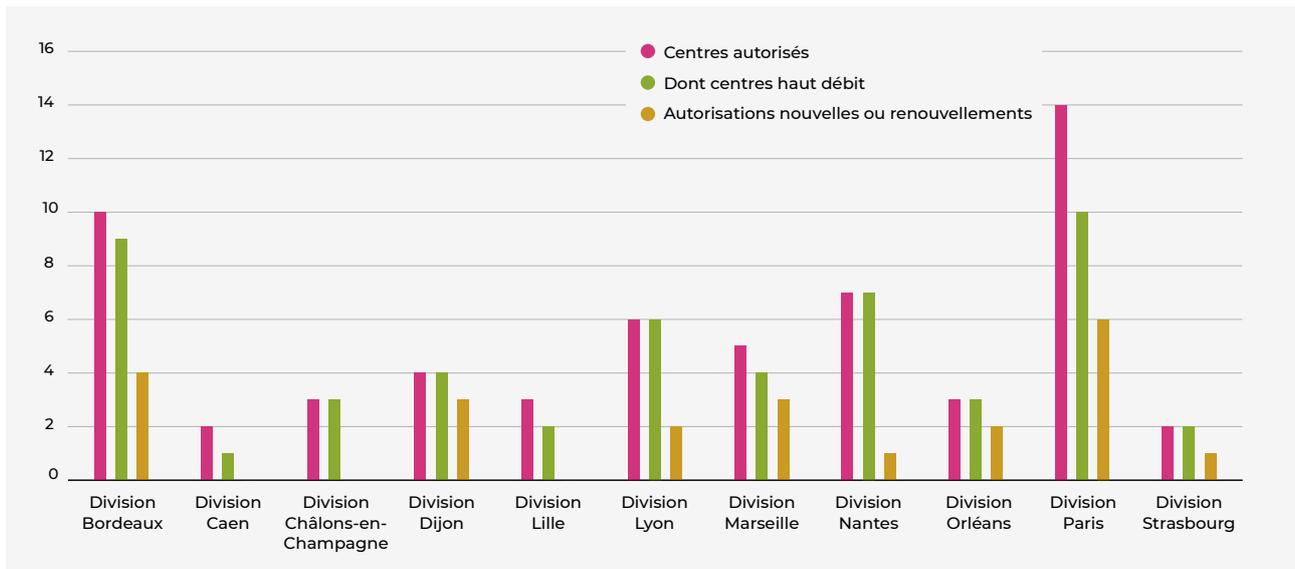
En 2022, 14 inspections ont été réalisées, représentant un quart des services autorisés, dont trois en mode mixte (à distance et sur site).

#### 2.2.3.1 La gestion des sources

La gestion des sources de curiethérapie est jugée satisfaisante. Ainsi, tous les centres inspectés en 2022 enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire de celles-ci et les entreposent en attente de chargement ou de reprise dans un local adapté. Les organisations mises en place permettent de connaître la catégorie de chaque source ou lot de sources, dans tous les centres inspectés et les trois quarts des centres ont délivré à leur personnel les autorisations nécessaires d'accès aux sources scellées de haute activité. En outre, 75% des centres inspectés ont mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources.

L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité continuent de se déployer progressivement mais que certains services sont confrontés à des difficultés de mise en conformité en raison des coûts des travaux.

GRAPHIQUE 3 Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres de curiethérapie, de centres de curiethérapie à haut débit de dose et du nombre d'autorisations nouvelles ou de renouvellements d'autorisations en 2022



### 2.2.3.2 Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Les dysfonctionnements des appareils de curiethérapie pouvant entraîner des blocages ou des mauvais positionnements de la source sont susceptibles de conduire à des surexpositions pour les travailleurs ou les patients, parfois graves. Aussi, ce type d'événement rappelle la nécessité de respecter les conditions techniques d'utilisation de ces dispositifs, les obligations de formation à la gestion des situations d'urgence et de réalisation d'exercices.

### 2.2.3.3 La radioprotection des professionnels

En 2022, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des professionnels ont été jugées satisfaisantes. Sur les 16 centres inspectés disposant de sources de haute activité, 88% ont mis en place une formation renforcée aux situations d'urgence et organisé des exercices de mise en situation, notamment pour la gestion des situations liées aux blocages de sources. L'ASN considère que ces efforts doivent être poursuivis pour renforcer la formation à la radioprotection des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité.

### 2.2.3.4 La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins.

La présence de médecins médicaux, en nombre suffisant en fonction de l'activité, a été constatée dans l'ensemble des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est également disponible dans l'ensemble des centres inspectés.

### 2.2.3.5 Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2022 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé un système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe.

Un bilan des inspections réalisées sur la période 2018-2022 permettant de couvrir l'ensemble du parc permet de dégager les tendances suivantes :

- la culture de déclaration et l'organisation pour gérer les signalements sont jugées satisfaisantes pour l'ensemble des services

depuis deux ans, ce taux étant déjà satisfaisant en 2018 avec 85% de taux de satisfaction ;

- l'analyse, la définition d'actions correctives et leur capitalisation sont jugées satisfaisantes dans environ deux tiers des services (entre 60 et 66%), ce taux évoluant peu d'une année sur l'autre ;
- l'évaluation de l'efficacité des actions correctives progresse depuis 2018 mais reste un axe d'amélioration. Ainsi, si seulement un quart des services évaluait l'efficacité des actions correctives en 2018, la moitié des centres inspectés le font en 2022.

*La maintenance et les contrôles de qualité* – La majorité des centres disposent d'un inventaire des dispositifs médicaux ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence d'un référentiel réglementaire des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre s'appuient notamment sur des recommandations des constructeurs ou des sociétés savantes : guide de l'*European Society Radiation Oncology (ESTRO) Booklet n°81* et guide n°36 de la Société française de physique médicale (SFPM).

*La maintenance des projecteurs* (pour les applications HDR et PDR) – Elle est assurée par les constructeurs, en particulier lors des changements de sources. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Des contrôles de l'activité de la source à chaque livraison et de sortie de source sont également réalisés.

L'ASN relève que les contrôles réalisés par les services peuvent s'avérer parfois insuffisants notamment lors de la réception d'un nouveau matériel et attire l'attention sur la nécessité de bien définir ces contrôles en prenant en compte les exigences du constructeur en particulier pour la curiethérapie HDR. Les doses délivrées à chaque séance de curiethérapie étant de l'ordre de 4 à 10 Gy, des erreurs dans la délivrance du traitement peuvent avoir de graves conséquences sur la santé du patient.

### 2.2.3.6 Les événements déclarés en curiethérapie

En 2022, quatre ESR ont été déclarés en curiethérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique), dont un classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO relatif à une erreur dans la délivrance du traitement, à la suite de l'utilisation d'un applicateur inadéquat lors d'une curiethérapie HDR. Par ailleurs,

un événement est lié à la perte d'un dosimètre passif dans une chambre de traitement avec un projecteur de curiethérapie PDR, la personne titulaire de ce dosimètre étant partie à la retraite lors de la découverte fortuite de ce dosimètre.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer l'information du patient, les sources ou les situations d'urgence.

## SYNTHÈSE

En curiethérapie, les inspections réalisées en 2022 dans près d'un quart des services, mises en perspective de celles réalisées pendant la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, ne mettent pas en évidence de manquement aux règles de radioprotection. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont ainsi jugées satisfaisantes. L'effort de formation des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité doit être poursuivi et renforcé pour certains centres. L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, qui sont pleinement entrées en vigueur en 2022, continuent de se déployer progressivement, en particulier s'agissant des mesures permettant d'empêcher l'accès non autorisé à ces sources. Toutefois, certains centres font face à des difficultés de mise en conformité lorsque cette dernière requiert la réalisation de travaux importants. Les événements déclarés en 2022 soulignent l'importance d'avoir un système d'enregistrement des événements actif pour repérer au plus tôt les dysfonctionnements, de formaliser, réaliser et enregistrer les contrôles de qualité des appareils en veillant, pour ces derniers, à se conformer aux standards professionnels et consignes du constructeur.

## 2.3 La médecine nucléaire

La **médecine nucléaire** est une discipline médicale utilisant des radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic (imagerie fonctionnelle *in vivo* ou biologie médicale *in vitro*) ou à des fins thérapeutiques (RIV).

Grâce à l'essor de nouveaux radionucléides et de nouveaux vecteurs, la médecine nucléaire connaît depuis quelques années une forte évolution, tant en diagnostic qu'en thérapie.

La médecine nucléaire fait partie des priorités d'inspection de l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sont en particulier liés à l'utilisation de sources non scellées, lesquelles sont susceptibles de conduire à des contaminations et génèrent des déchets et des effluents radioactifs. La médecine nucléaire est en outre le principal contributeur des doses aux extrémités des professionnels du nucléaire (voir point 1.2.1). La gestion des sources, des déchets et des effluents, la radioprotection des travailleurs, la maîtrise de la dispensation des médicaments, au travers des obligations d'assurance de la qualité, et le processus de REX font l'objet d'une attention particulière en inspection.

### 2.3.1 La présentation des techniques

La **médecine nucléaire diagnostic *in vivo*** permet de réaliser une imagerie fonctionnelle, complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Cette technique consiste à étudier une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un MRP – administrée à un patient. Le choix du MRP dépend de l'organe ou de la fonction à étudier. Le MRP est classiquement constitué d'un radionucléide qui peut être utilisé seul (le radionucléide constitue alors le MRP) ou fixé à un vecteur (molécule, hormone, anticorps, etc.). C'est la fixation spécifique du vecteur qui détermine alors

la fonction qui est étudiée. Le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

C'est la détection du rayonnement ionisant issu du radionucléide, grâce à un détecteur spécifique, qui permet la localisation dans l'organisme du MRP et ainsi des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. La plupart des appareils de détection permettent des acquisitions tomographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes. Selon la nature du radionucléide utilisé, on parle de tomographie par émissions monophotoniques (TEMP), appelées encore « gamma-caméras », pour les radionucléides émetteurs de rayonnement gamma, et de tomographie par émission de positons (TEP) pour les radionucléides émetteurs de positons.

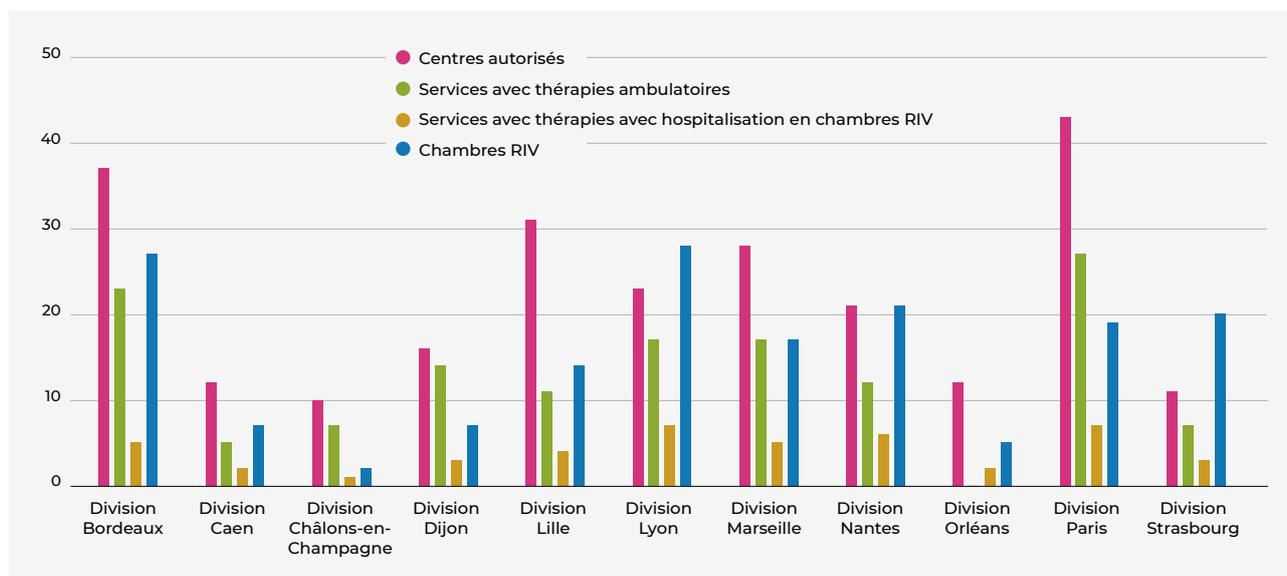
Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés. Ils associent des caméras TEP ou les gamma-caméras à un scanner (TEP-TDM ou TEMP-TDM). Plus rarement, une caméra TEP peut être couplée à une IRM.

La **médecine nucléaire diagnostic *in vitro*** est une technique de biologie médicale permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient (par exemple, hormones, marqueurs tumoraux, etc.), très utilisée en raison de la sensibilité de détection plus élevée des techniques utilisant des rayonnements ionisants. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie (*Radio Immunity Assay* – RIA). Toutefois, le nombre de laboratoires de diagnostic *in vitro* diminue du fait de l'utilisation de techniques plus performantes en matière de sensibilité de détection, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence.

TABLEAU 3 Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo*

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Rubidium-82, technétium-99m, thallium-201
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Krypton-81m, technétium-99m
Processus ostéo-articulaire	Fluor-18, technétium-99m
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Fluor-18, gallium-68, technétium-99m
Neurologie	Fluor-18, technétium-99m

GRAPHIQUE 4 Répartition, par division territoriale de l'ASN, des installations de médecine nucléaire, du nombre de services avec thérapies ambulatoires et de services avec chambres d'hospitalisation dédiées à la radiothérapie interne vectorisée en 2022



La médecine nucléaire à visée thérapeutique ou RIV utilise l'administration de MRP pour délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques. La recherche impliquant la personne humaine (RIPH) en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, et principalement dans le domaine de la thérapie en oncologie avec l'émergence de nouveaux vecteurs et radionucléides.

Les traitements RIV peuvent être administrés soit par voie orale (par exemple, capsules d'iode-131), soit par voie systémique (injection intraveineuse ou *via* un cathéter).

Selon l'activité administrée ou la nature du radionucléide utilisé, certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 167 chambres de RIV sont réparties dans 45 services de médecine nucléaire (voir graphique 4).

#### Les pharmacies à usage intérieur

Lorsqu'une pharmacie à usage intérieur est autorisée dans un établissement de santé, le local de préparation des MRP au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la pharmacie à usage intérieur. 128 radiopharmacies étaient dénombrées en 2019 au sein des unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du MRP (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité), ainsi que la qualité de sa préparation. Concernant la préparation, l'ANSM a publié le 20 septembre 2022 le guide des *Bonnes pratiques de préparation* qui entrera en vigueur à compter du 20 septembre 2023 en remplacement de celui de 2007.

#### Les équipements

Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire, des enceintes radioprotégées sont installées dans les services, afin de manipuler en toute sécurité les sources non scellées.

Sont également utilisés des dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation des MRP marqués au fluor-18 et des dispositifs automatisés d'injection.

#### 2.3.2 Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire

Les contraintes spécifiques de radioprotection en médecine nucléaire sont liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées. Les services sont conçus et organisés pour recevoir, stocker et manipuler ces sources radioactives non scellées en vue de leur administration aux patients ou en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

#### Conformité aux règles techniques de conception, d'exploitation et de maintenance des services de médecine nucléaire

Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles de ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le [Guide n° 32](#) précisant certains points de cette décision, publié par l'ASN en mai 2017, a été mis à jour en février 2020.

Par ailleurs, les installations équipées d'un TDM couplé à une gamma-caméra ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

### La gestion des déchets et des effluents issus des services de médecine nucléaire

La gestion des déchets et effluents potentiellement contaminés par des radionucléides doit être décrite dans un plan de gestion qui comprend, notamment, les modalités de la surveillance des effluents rejetés, conformément à l'article R. 1333-16 du code de la santé publique et à la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#). Des locaux doivent être dédiés à ces activités, avec des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites, etc.). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire doit être vérifiée régulièrement. Des travaux de révision de la décision ont débuté fin 2020 et conduiront également à faire évoluer le [Guide de l'ASN n° 18](#) du 26 janvier 2012.

Parmi les 15 recommandations du [rapport](#) du Groupe de travail «*Déversement dans les réseaux d'assainissement des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche*» publiées en juin 2019 sur [asn.fr](#), l'une d'entre elles introduit la notion de niveaux guides «contractuels» ou «de gestion» à fixer, le cas échéant, dans l'autorisation de déversement mentionnée à l'[article L. 1331-10 du code de la santé publique](#).

Ces niveaux guides, dont la valeur serait spécifique à chaque établissement, sont des niveaux de gestion qui, en cas de dérive des résultats de mesure, doivent déclencher une investigation et, le cas échéant, des corrections au niveau du système de collecte et d'élimination des effluents de l'établissement. L'ASN a saisi l'IRSN afin de proposer un protocole de mesure et mettre à disposition des établissements une méthode d'exploitation des résultats en vue de définir au plan local ces niveaux guides, qui pourraient figurer dans les autorisations de déversements entre l'établissement générant ces rejets et les gestionnaires de l'assainissement. Les recommandations de l'IRSN sont attendues en 2023.

### 2.3.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

Le parc des installations de médecine nucléaire, en 2022, comporte 244 services de médecine nucléaire autorisés, dont 45 pratiquant la thérapie RIV à forte activité nécessitant une hospitalisation en chambre RIV, 140 pratiquant la thérapie RIV à activité modérée en ambulatoire et 59 services ne pratiquant que des examens à visée diagnostique.

Au cours de l'année 2022, 119 autorisations de médecine nucléaire ont été délivrées, dont la majorité concernait des changements de caméras, des extensions d'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides, des augmentations de l'activité de radioisotopes déjà utilisés et des autorisations pour la réalisation d'études cliniques avec des nouveaux MRP (actinium-225 par exemple).

La programmation des inspections de l'ASN en médecine nucléaire est établie selon une approche graduée, en prenant en compte notamment la répartition des types d'actes dans les services, avec des enjeux distincts selon qu'il s'agit d'actes à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans ce contexte, la fréquence des inspections est fixée de manière quinquennale pour les services ne réalisant que des examens à visée diagnostique, quadriennale pour les services réalisant des examens diagnostiques et des thérapies ambulatoires (iode délivré en activité inférieure à 800 MBq, synoviorthèses, etc.) et triennale pour les services réalisant des thérapies complexes utilisant de l'iode dans les activités délivrées

supérieures à 800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 (avec hospitalisation en chambre radioprotégée ou non). En conséquence, environ un quart du parc national est inspecté chaque année, soit environ 15 services sur les 45 réalisant des thérapies complexes, 34 services sur les 140 réalisant des examens diagnostiques et des thérapies ambulatoires et 11 services sur les 59 ne réalisant que des examens à visée diagnostique.

Au regard des enjeux de radioprotection, les contrôles de l'ASN portent sur la radioprotection des travailleurs (organisation de la radioprotection, délimitation des zones réglementées, dosimétrie d'ambiance, dosimétrie des travailleurs) et des patients (analyse des NRD, contrôles de qualité des dispositifs médicaux, maîtrise de la dispensation des MRP) et la gestion des sources (circuit des sources non scellées, de la livraison à leur élimination, tels que les locaux de livraison, les cuves d'entreposage et les rejets des effluents).

En 2022, 79 services de médecine nucléaire ont été inspectés, représentant 32% des installations.

#### 2.3.3.1 La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire

Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131, du gallium-68 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des MRP, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les résultats concernant la radioprotection des professionnels (voir graphique 5) montrent que les mesures de radioprotection déployées par les services de médecine nucléaire sont satisfaisantes s'agissant de la désignation d'une personne compétente en radioprotection (PCR) dédiée à cette activité (attestation valide délivrée par l'employeur dans tous les services inspectés), l'analyse des résultats dosimétriques des professionnels et la cohérence de la délimitation des zones réglementées avec les résultats des vérifications des ambiances de travail. Ces résultats sont assez stables dans le temps sur une période d'observation permettant de couvrir l'ensemble du parc (2019-2022), même si les centres inspectés diffèrent d'une année sur l'autre.

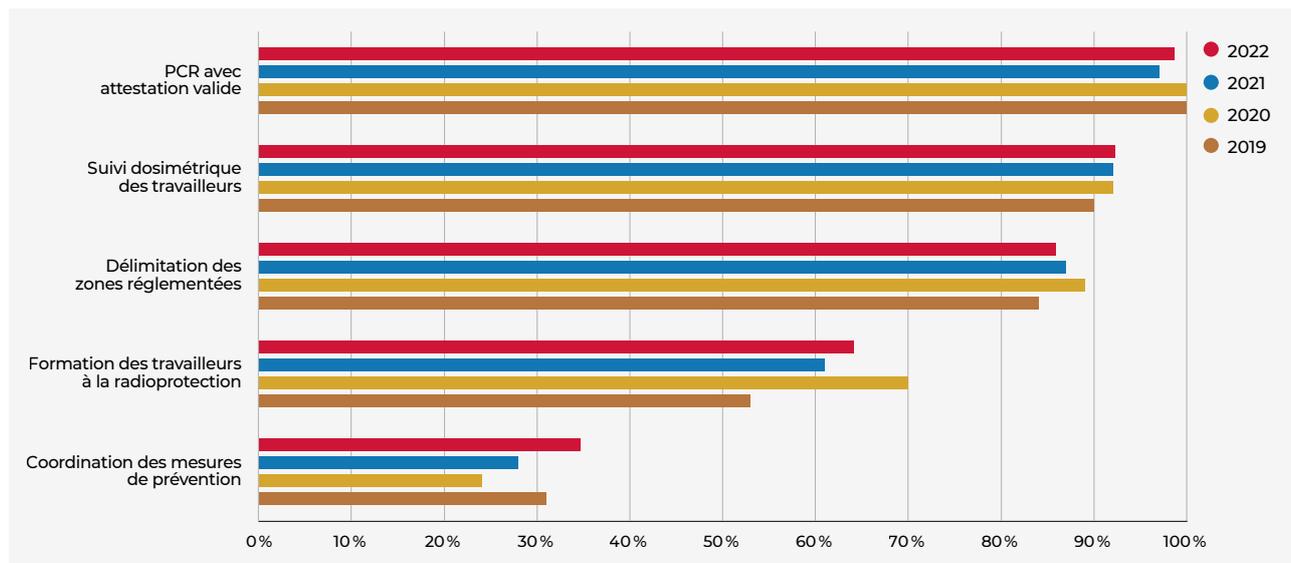
Deux axes d'amélioration sont systématiquement identifiés chaque année. Le premier concerne la mise à jour de la formation des personnels à la radioprotection des travailleurs (64% des services ont la totalité des professionnels concernés formés depuis moins de trois ans en 2022), exigence pour laquelle l'ASN note un léger recul ces deux dernières années. Le second axe d'amélioration également récurrent est celui de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures, avec environ un tiers des services de médecine nucléaire ayant établi un plan de prévention avec l'ensemble des entreprises intervenantes (35% en 2022).

Par ailleurs, les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées, à la fréquence réglementaire requise, pour toutes les sources et appareils dans 86% des services inspectés en 2022, pourcentage relativement constant d'une année sur l'autre. Il en est de même des vérifications périodiques des appareils de mesure et de détection de la radioactivité qui sont conformes dans 87% des services inspectés en 2022.

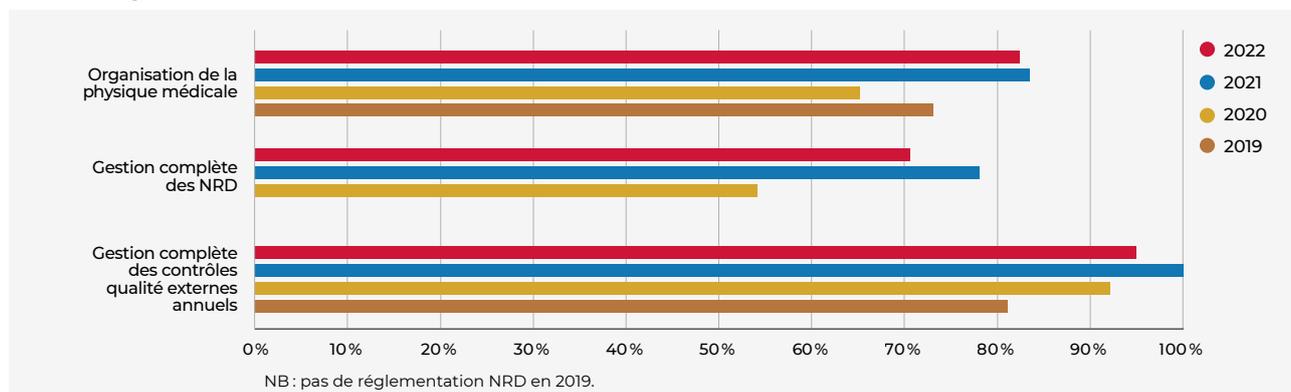
#### 2.3.3.2 La radioprotection des patients en médecine nucléaire

L'ASN évalue, depuis l'entrée en vigueur de la décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019 sur les niveaux de référence

GRAPHIQUE 5 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la réglementation des travailleurs entre 2019 et 2022



GRAPHIQUE 6 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la radioprotection des patients entre 2019 et 2022



diagnostique<sup>(6)</sup>, les nouvelles exigences relatives à la qualité du recueil des doses, leur analyse et l'optimisation mise en place, si celle-ci s'avère nécessaire. Les contrôles opérés montrent de meilleurs résultats ces deux dernières années avec plus de 70% des services qui déploient une démarche complète d'optimisation (voir graphique 6). Seuls 12% des services en 2022 n'avaient pas procédé à une optimisation de leurs pratiques alors que celle-ci était nécessaire (niveaux d'exposition significativement supérieurs aux NRD).

La gestion des contrôles de qualité externes des dispositifs médicaux est également de mieux en mieux assurée ces dernières années. En 2022, 95% des services ont réalisé les contrôles qualité de l'ensemble de leurs dispositifs médicaux à la fréquence réglementaire requise, et les non-conformités identifiées ont été levées (voir graphique 6).

L'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, l'identification de ses missions et la quantification de son temps de présence sur site sont là encore mieux définies ces deux dernières années et jugées satisfaisantes dans plus de 80% des services, 82% en 2022 (voir graphique 6). En revanche, dans 10% des cas, le Plan d'organisation de la physique

médicale (POPm) était incomplet et l'organisation de la physique médicale décrite dans le POPm a été jugée insuffisante en 2022. Pour 8% des centres inspectés, au regard des enjeux liés à l'activité, les moyens de la physique médicale apparaissent inadéquats et des tâches telles que les recueils des doses et leur analyse pour le scanner n'ont pas été assurées.

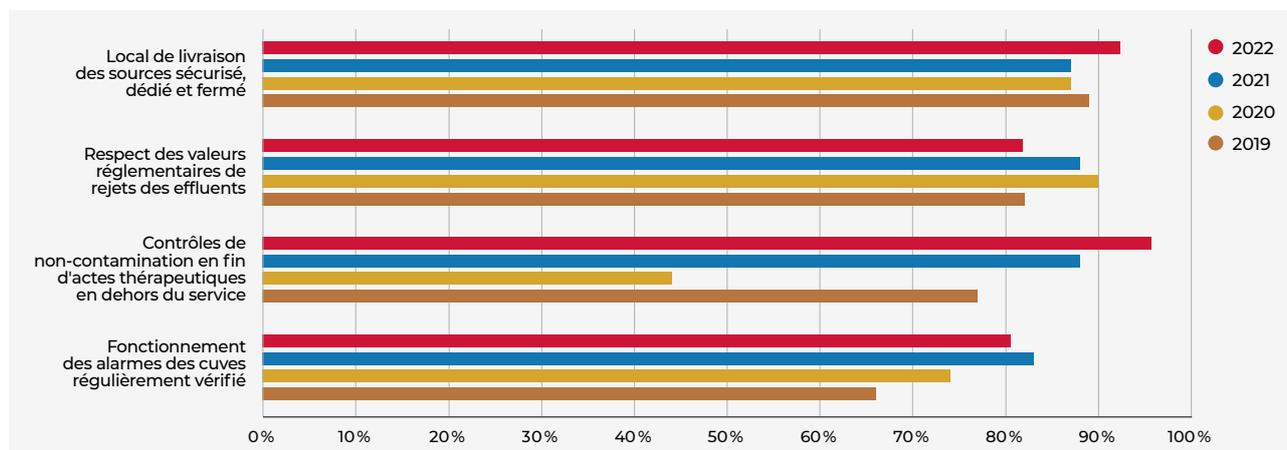
Enfin, à la suite de la publication des deux décisions de l'ASN n° 2019-DC-660 et n° 2021-DC-0708 fixant les obligations d'assurance de la qualité, respectivement en imagerie médicale et pour les actes thérapeutiques, l'ASN constate un engagement et un investissement importants des services de médecine dans le déploiement des systèmes de management de la qualité et relève que la culture de déclaration des événements est présente dans la majeure partie des services inspectés mais qu'elle doit encore se développer.

### 2.3.3.3 La protection de la population et de l'environnement

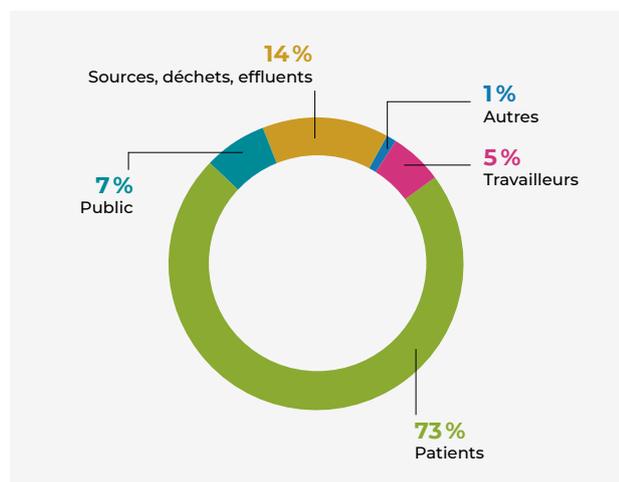
Le respect des exigences relatives à la protection de la population et de l'environnement a été contrôlé pour l'ensemble des centres inspectés.

6. Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.

GRAPHIQUE 7 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la protection des populations et de l'environnement entre 2019 et 2022



GRAPHIQUE 8 Répartition des ESR en médecine nucléaire en 2022



07

Plus de 90% des services (92% en 2022) disposent d'un local de livraison dédié et sécurisé (voir graphique 7), conforme aux exigences de la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#). Environ 20% des services inspectés chaque année (18% en 2022) ont des difficultés pour respecter les limites réglementaires (10 becquerels par litre – Bq/L – pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131) fixées pour l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance des effluents (voir graphique 7). Ces deux dernières années, des améliorations sont relevées concernant la vérification des détecteurs de fuites des cuves d'entreposage dans le bac de rétention ainsi que la formalisation des contrôles avec plus de 80% qui respectent la réglementation (81% en 2022). Dans 5% des cas, le suivi documentaire (registres) doit être amélioré, les fréquences définies dans le PGED ne sont pas respectées et les contrôles sont insuffisamment tracés. Quatre services inspectés en 2022 présentaient un défaut de contrôle des détecteurs de fuite.

Enfin, l'ASN relève une amélioration ces deux dernières années concernant la réalisation des contrôles de non-contaminations en fin d'actes thérapeutiques lorsque ceux-ci sont réalisés en dehors des services de médecine nucléaire, lesquels sont effectués de manière satisfaisante par 90% des services inspectés (96% en 2022).

### 2.3.3.4 Les événements déclarés en médecine nucléaire

Parmi les 79 services inspectés, 73% disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables. Ces derniers ont analysé les événements et ont fait, lorsque cela était requis, une déclaration à l'ASN. En revanche, 20% des services inspectés n'avaient pas déclaré leur ESR à l'ASN, principalement par manque de sensibilisation du personnel à la déclaration (pas de recensement ou pas de déclaration des ESR).

Après une baisse successive sur les deux dernières années, le nombre d'ESR déclarés en 2022 s'élève à 191, ce nombre augmente progressivement sur les 10 dernières années.

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés concerne les patients (> 70%), qui avaient bénéficié d'un acte de médecine nucléaire. Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue au regard des activités injectées (voir graphique 8).

#### Les événements concernant les patients (140 ESR, soit > 70% des ESR déclarés)

La grande majorité des ESR concernant des patients en médecine nucléaire a lieu dans le cadre d'actes à visée diagnostique (> 90%). Ces ESR sont majoritairement liés à des erreurs survenues lors de l'injection (erreur de MRP, activité injectée différente de celle prescrite) ou à la suite d'erreurs d'identitovigilance (administration d'un MRP au mauvais patient), et résultent de dysfonctionnements organisationnels et humains, en général dans des contextes de forte activité. Si la majorité des services a mis en place des systèmes d'enregistrement des événements en application de la décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN, les démarches de REX restent néanmoins à améliorer dans la grande majorité des services, en particulier pour approfondir les analyses et évaluer la robustesse des actions correctives.

En 2022, 11 événements survenus au cours d'un acte thérapeutique ont été déclarés dont cinq événements liés à des complications associées à la mise en œuvre de microsphères d'yttrium-90, les autres ESR concernent des erreurs lors de la manipulation ou de l'injection de MRP (lutétium-177 et iode-131).

#### Les événements concernant les professionnels (10 ESR, soit 5% des ESR déclarés)

Dix événements concernant des professionnels en médecine nucléaire ont été déclarés en 2022. Ils résultent de contaminations ayant entraîné des expositions internes à la suite du dysfonctionnement d'une hotte ou externe (contaminations superficielles liées à des manipulations non maîtrisées ou lors de la

réception d'un flacon cassé). Un événement est lié à l'irradiation d'un manipulateur exposé à des rayons X déclenchés par inadvertance simultanément à l'injection du produit de contraste.

#### Les événements concernant le public (15 ESR, soit < 10 % des ESR déclarés)

Tous les événements concernant le public, à l'exception d'un seul, résultent de l'exposition de fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant à naître (source: [CIPR, 2007](#)). Un bulletin *La sécurité des patients*, publié en 2021, a été consacré à ce type d'événement (voir point 2.7). Le dernier ESR impliquant un membre du public est

l'exposition de personnes s'étant introduites dans un bâtiment pollué par des anciennes activités de médecine nucléaire (acte de malveillance).

#### Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (26 ESR, soit 14 % des ESR déclarés)

Ces ESR sont liés majoritairement aux pertes/découvertes de sources, à la dispersion de radionucléides (liée à des débordements de cuves d'effluents radioactifs), à des livraisons non conformes aux autorisations et aux rejets non autorisés d'effluents dans l'environnement (vidange de cuves, etc.).

### SYNTHÈSE

En médecine nucléaire, les inspections 2022 mises en perspective de celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble du parc, mettent en évidence le fait que la radioprotection est correctement prise en compte dans la grande majorité des services avec des améliorations observées pour les services inspectés ces deux dernières années, en particulier pour la radioprotection des patients. Néanmoins, des améliorations sont nécessaires dans trois domaines récurrents: la gestion des effluents, pour maîtriser les rejets dans les réseaux d'assainissement, la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.) et la formation des professionnels. De même, l'organisation de la physique médicale a été jugée insuffisante dans 20 % des services inspectés en 2022, notamment au regard des enjeux de radioprotection associés aux traitements thérapeutiques, et constitue un axe de progrès dans un contexte de déploiement de nouvelles thérapies basées sur des médicaments radiopharmaceutiques. L'investissement des services de médecine nucléaire dans le déploiement des systèmes de management de la qualité se poursuit et l'ASN note une progression dans la formalisation des modalités d'habilitation des professionnels au poste de travail. Si la culture de déclaration des événements indésirables est présente dans la majorité des services inspectés en 2022, elle doit encore être développée. Les événements déclarés révèlent à nouveau que le processus d'administration des médicaments doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques en raison des conséquences potentiellement graves en cas d'erreur d'administration.

## 2.4 Les pratiques interventionnelles radioguidées

Les [PIR](#) regroupent l'ensemble des techniques d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle.

Ces pratiques sont en constante évolution et les indications continuent de se diversifier. Elles peuvent être mises en œuvre dans des services d'imagerie dédiés à l'imagerie interventionnelle ou au bloc opératoire. Les salles fixes de radiologie interventionnelle ont été conçues et aménagées en prenant en compte l'utilisation des rayonnements ionisants. Ce n'est pas le cas pour tous les blocs opératoires, qui font progressivement l'objet de mise en conformité. Les chirurgiens et les médecins de disciplines différentes qui interviennent dans ces services ne maîtrisent pas toujours l'utilisation des rayonnements ionisants avec des dispositifs médicaux de plus en plus sophistiqués.

Les PIR, et particulièrement en blocs opératoires, font partie des priorités nationales d'inspection de l'ASN en raison, d'une part, d'une moindre culture de radioprotection; d'autre part, des niveaux d'exposition mis en jeu, tant pour les patients que pour les professionnels qui peuvent être amenés à travailler à proximité des rayons.

### 2.4.1 La présentation des techniques

#### Les établissements

Selon les codes de la classification commune des actes médicaux et les données remontées en matière d'activités par les

établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation ([ATIH](#)), environ 900 établissements pratiquent des PIR à enjeux (en matière de radioprotection) dans une ou plusieurs disciplines. Parmi les PIR à enjeux, peuvent être citées la cardiologie (pose de défibrillateur, angioplastie, etc.), la neurologie interventionnelle (embolisation pour malformation artérioveineuse), la radiologie vasculaire (embolisation du tronc coeliaque), ou bien encore l'embolisation utérine. La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR, pour les établissements ayant déclaré les PIR<sup>7</sup> pratiquées est présentée dans le graphique 9. Sur la base des informations disponibles, les activités les plus répandues dans les établissements sont celles réalisées sur le système digestif et viscéral en urologie et sur l'appareil locomoteur (environ 450 établissements sont concernés).

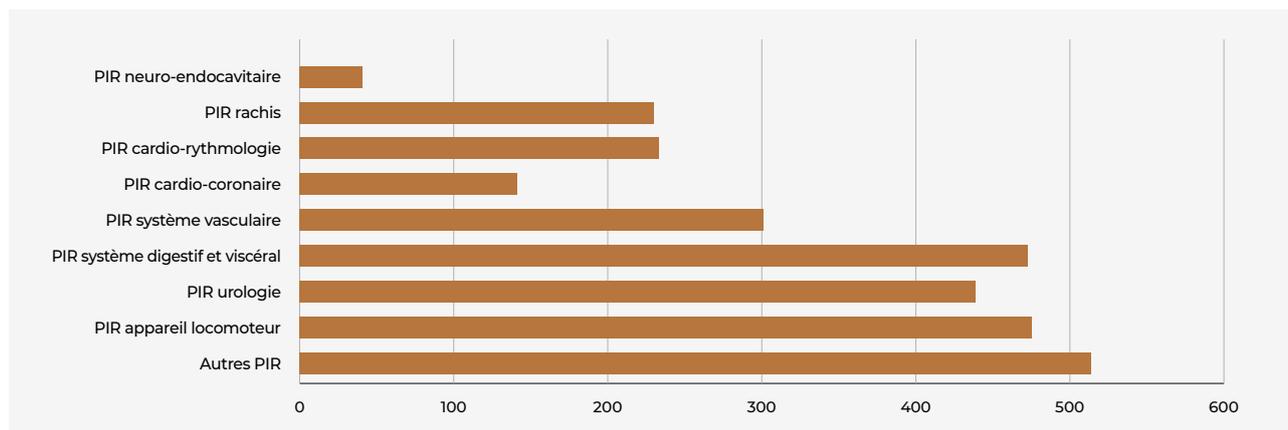
#### Les équipements

Les équipements utilisés en PIR sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle où sont exercées les spécialités vasculaires (neuroradiologie, cardiologie, etc.), soit des arceaux déplaçables de radiologie, utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en chirurgie vasculaire, en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale. Le mode d'obtention des images par soustraction peut être également utilisé par les praticiens, après injection de produit de contraste.

7. Formulaire que les établissements ont dû renseigner avec les informations demandées au paragraphe 1 de l'article 12 de la décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN relative au régime de l'enregistrement dans le domaine médical « Pour les pratiques interventionnelles radioguidées ayant fait l'objet d'une déclaration à l'ASN, doivent être transmis, dans les douze mois suivant l'entrée en vigueur de la présente décision (avant le 1<sup>er</sup> juillet 2022), une description des types d'actes exercés selon la liste figurant à l'article 1<sup>er</sup> (de la décision), ainsi que les références de la déclaration concernée ».

GRAPHIQUE 9 Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées en 2022



Des dispositifs médicaux de plus en plus performants et sophistiqués sont installés dans les établissements pratiquant des PIR. Les installations de salles dites « hybrides », qui associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle continuent de se développer. Dans ces salles sont combinés des arceaux fixes ou mobiles et des scanners fixes ou mobiles. Cette combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D. Utilisés sans technologie spécifique de réduction de dose et sans maîtrise des principes de radioprotection, ils peuvent exposer le patient et les personnels, qui interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient, à des niveaux de doses plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles. Dans ces conditions, compte tenu des risques d'exposition pour l'opérateur et pour le patient, les pratiques doivent être optimisées pour réduire les doses et assurer la radioprotection des opérateurs et des patients.

#### 2.4.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux dans lesquels sont réalisées les PIR, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelle, doivent être aménagés conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques de conception auxquels doivent répondre les locaux où sont utilisés des appareils électriques émetteurs de rayons X.

Les règles de conception des locaux, fixées par la décision, visent à protéger les travailleurs pour limiter leur exposition aux rayonnements ionisants. Les dispositions doivent permettre à tout personnel pénétrant dans un local où un appareil électrique émettant des rayonnements X est présent et utilisé, d'évaluer le risque pour adopter les mesures de radioprotection adéquates en entrant ou étant présent dans la salle. S'agissant des signalisations, elles s'imposent à l'accès des salles d'opération et à l'intérieur de celles-ci dès lors qu'un appareil y est présent et pour signaler l'émission d'un rayonnement. Il est important de souligner que de nombreux professionnels médicaux ou non-médicaux interviennent particulièrement au bloc opératoire. Des consignes simples et opérationnelles, dans un contexte de risques multiples et d'environnement complexe, doivent être privilégiées. Les signalisations sont en outre les mesures de prévention parmi les plus efficaces, ainsi que le port de protection individuelle et de dosimètre adapté pour chaque intervenant dès lors qu'une zone réglementée est délimitée en raison du risque d'exposition aux rayonnements ionisants.

#### 2.4.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

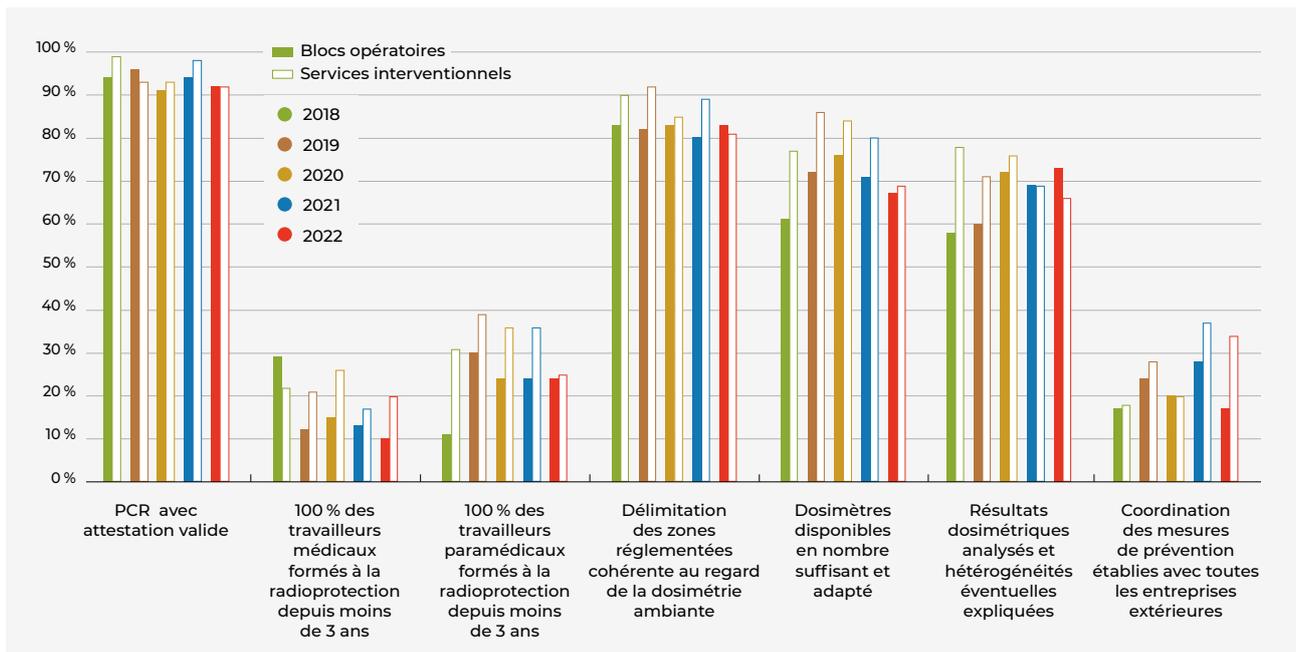
Depuis plusieurs années, des ESR sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des PIR en soulignant que leur nombre est faible au regard du nombre d'actes pratiqués. L'ASN constate lors de ses inspections un manque de connaissance des professionnels interrogés s'agissant des critères de déclaration des événements alors que dans certains centres les doses administrées sont importantes (pour une activité diagnostique) et dépassent parfois les seuils de dose au-delà desquels des dommages tissulaires apparaissent (radiodermites, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements, soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier au niveau des extrémités (doigts) et du cristallin.

Des techniques, de plus en plus performantes et sophistiquées, se développent dans des environnements peu familiers du risque radiologique. Dans ce contexte, optimiser les doses, tant pour les patients que les travailleurs, est essentiel. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent notamment sur les règles d'aménagement des locaux, la délimitation et la signalisation des zones réglementées, le suivi dosimétrique et médical des personnels, la mise à disposition d'équipements de protection individuels. Concernant les patients, une vigilance particulière est portée à l'optimisation des doses délivrées au patient (mise en place de niveaux de référence diagnostique et analyse de doses), la formation des personnels à la radioprotection des patients et à l'utilisation des dispositifs médicaux. La décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN du 15 janvier 2019 fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants permet par son application d'aider les établissements à gérer le risque lié aux rayonnements ionisants.

Les PIR étant nombreuses, variées, réalisées dans de multiples services (neuroradiologie, cardiologie interventionnelle, radiologie interventionnelle et bloc opératoire) au sein d'un même établissement, le programme d'inspections est établi pour que l'ensemble des services réalisant des actes à enjeux soit inspecté en 5 ans.

La priorisation des inspections est basée sur le volume d'actes réalisés au sein d'un établissement, la nature de ces derniers, dont dépendent les enjeux de radioprotection pour les patients ou les professionnels, l'état des installations (conformité aux règles

GRAPHIQUE 10 Évolution de la conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des professionnels en 2022 (blocs opératoires et services interventionnels)



d'aménagement des installations), la culture de radioprotection des équipes ainsi que des éléments conjoncturels (ESR, fragilités identifiées dans les établissements déjà inspectés). De l'ordre de 150 à 200 inspections sont conduites chaque année.

En 2022, les plateaux de blocs opératoires des centres hospitaliers universitaires et des centres hospitaliers les plus importants, ainsi que les services autorisés par l'ARS (autorisation de soins en rythmologie, cardiologie interventionnelle et neuroradiologie) ont été prioritaires. Cent trente-quatre établissements ont ainsi été inspectés, correspondant à 209 services qui réalisent des PIR. En 2022, 60% des inspections réalisées ont été effectuées dans les services de bloc opératoire. Depuis 2018, l'ASN priorise ses inspections dans les blocs opératoires où la culture de radioprotection est plus faible.

**Caractéristiques des services inspectés**

Les 209 services ayant fait l'objet d'une inspection en 2022 se répartissent comme suit :

- parmi les 83 services d'imagerie interventionnelle inspectés figurent 25 services de cardiocoronarographie, 29 de cardiorythmologie, 23 de radiologie interventionnelle vasculaire et ostéo-articulaire et enfin 6 de neuroradiologie. 56 services disposaient au moins d'un arceau fixe, 14 d'arceaux mobiles, 4 de scanners fixes ;
- parmi les 126 services de blocs opératoires inspectés en 2022, 109 disposaient au moins d'un arceau mobile, 8 d'arceaux fixes, 2 d'un scanner mobile.

En 2022, 56% des services de radiologie interventionnelle et 39% des blocs opératoires disposent de salles conformes aux exigences de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques d'aménagement et ont établi un rapport de conformité. Ces pourcentages fluctuent peu au cours des quatre dernières années. Les établissements doivent faire face à des difficultés financières et les mises en conformité des salles de bloc opératoire se heurtent toujours à des difficultés techniques permettant de répondre aux exigences de signalisation lumineuse des zones réglementées.

**2.4.3.1 La radioprotection des professionnels**

**Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires**

La radioprotection des professionnels est jugée satisfaisante, s'agissant de la nomination d'une PCR (92% des services inspectés) et de la mise en œuvre du zonage radiologique des installations (86% des services inspectés). Ces constats sont stables au cours des quatre dernières années. Les manquements constatés en 2022 sont majoritairement dus au non-respect de l'arrêté du 18 décembre 2019 modifié relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection qui permettait aux personnes compétentes en radioprotection titulaire d'un certificat valide délivré entre le 1<sup>er</sup> juillet 2016 et le 31 décembre 2019 de faire valoir leur droit à un certificat transitoire au titre de l'article 23 de l'arrêté 2019. La demande devait être formulée avant le 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour conserver leur certificat délivré en application de l'arrêté du 6 décembre 2013.

Le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs est un constat récurrent en inspection ces quatre dernières années. En 2022, la situation est encore moins satisfaisante, tant pour les blocs opératoires que pour les services d'imagerie interventionnelle et particulièrement pour le personnel médical. En effet, au bloc opératoire, seuls 10% des services ont formé l'ensemble de leur personnel médical et 24%, l'ensemble de leur personnel paramédical ; ces chiffres étant respectivement de 20% et 25% pour les services d'imagerie interventionnelle. Le constat peut être fait d'un moindre respect des exigences relatives à la formation à la radioprotection des travailleurs pour les services inspectés en 2022 comparativement aux années antérieures. La difficulté à rattraper les reports de formation engendrés par la crise sanitaire, la charge de travail des PCR qui ne disposent pas toujours des moyens suffisants leur permettant de remplir pleinement leurs missions contribuent vraisemblablement à cette dégradation de la situation. Or, cette formation est essentielle pour appréhender les enjeux de radioprotection et identifier les situations à risque, afin d'être en capacité de mettre en œuvre les mesures de prévention pour assurer la sécurité des personnels telles qu'un positionnement de l'équipement limitant les niveaux d'exposition, la mise

en place ou le port des équipements respectivement collectifs et individuels, le port de la dosimétrie, etc.

La coordination des mesures de prévention avec les intervenants extérieurs, parmi lesquels figurent des praticiens libéraux, constitue également un axe de progrès tant pour les services d'imagerie interventionnelle que pour les blocs opératoires. Le pourcentage de services inspectés ayant formalisé avec tous leurs prestataires les mesures de prévention dans un plan de prévention oscille entre 17 et 28 % sur la période 2018-2022. En 2022, seulement 17 % des établissements inspectés avaient formalisé ces mesures, comparativement à 28 % en 2021. Or, la connaissance des risques liés aux rayonnements ionisants, des mesures de prévention adaptées aux situations rencontrées, notamment par les praticiens libéraux, constituent un préalable pour assurer sa radioprotection et celle des autres professionnels.

Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans 67 % des services inspectés en 2022, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adaptés à la nature de leurs expositions. Ce chiffre est plus ou moins stable au cours des quatre dernières années avec une moyenne de 70 %. Dans les services d'imagerie interventionnelle, l'ASN note une situation moins bonne en 2022 où seulement 69 % des services mettent à disposition en nombre suffisant et adapté des dispositifs de suivi dosimétrique, notamment concernant les extrémités et le cristallin, comparativement à 80 % en 2021. Par ailleurs, le port effectif des dosimètres à lecture différée et opérationnels reste un axe d'amélioration pour de nombreux établissements, et ce, depuis plusieurs années.

En revanche, l'ASN constate que l'analyse des résultats dosimétriques par les PCR progresse au cours des quatre dernières années permettant d'identifier les mauvaises pratiques et d'y remédier; dans les blocs opératoires le pourcentage de services procédant à l'analyse des résultats dosimétriques est passé de 58 % en 2018 à 73 % en 2022.

**Les vérifications techniques de radioprotection**

L'ASN relève que les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées à la fréquence requise dans 81 % des services d'imagerie interventionnelle et 61 % des blocs opératoires en 2022. Lorsque des non-conformités ont été identifiées, elles ont été levées ou sont en cours de régularisation, à la date de

l'inspection, dans 81 % des cas. Ces valeurs sont stables au cours des quatre dernières années.

**2.4.3.2 La radioprotection des patients**

Les constats d'inspection portant sur la radioprotection des patients, établis au cours des quatre dernières années, ne permettent pas de dégager des tendances nettes.

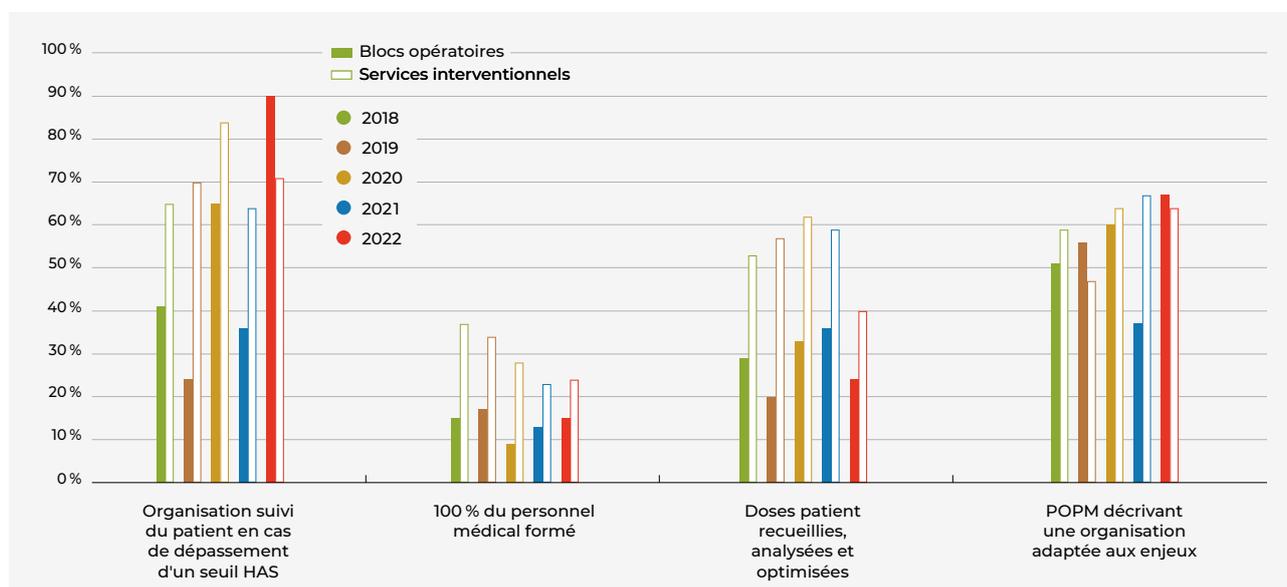
Soixante-six pourcent des services inspectés en 2022 pratiquant des actes interventionnels radioguidés, contre environ 68 % en 2021, recourent à un physicien médical et ont un POPM décrivant l'organisation mise en place pour l'intervention d'un physicien médical; ses missions et son temps de présence sur site sont définis en fonction des activités de l'établissement. Ce chiffre est relativement stable sur la période 2018-2022. Le recours à des prestations externes de physique médicale continue de se développer dans les établissements, dans le secteur privé comme dans les hôpitaux publics. L'externalisation des missions de physique médicale est déléguée en grande partie à des chargés d'affaires intervenant ponctuellement sur site. L'ASN rappelle qu'une collaboration étroite entre opérateurs et physicien médical, ainsi qu'une présence régulière de ce dernier sur le terrain permettent une utilisation optimisée des équipements avec la mise en place de protocoles adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétriques locaux.

**Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires**

La formation des médecins à la radioprotection des patients constitue de façon récurrente un point de fragilité avec environ 15 % des blocs opératoires ayant formé l'ensemble des médecins. Si le personnel médical est mieux formé dans les services de radiologie interventionnelle, l'ASN constate une dégradation de la situation depuis 2018. 24 % des services inspectés en 2022 ont formé l'ensemble des médecins alors qu'ils étaient 37 % en 2018.

En moyenne 30 % des services interventionnels, au cours des quatre dernières années, ont recueilli, analysé et optimisé les doses, seulement 14 % des blocs opératoires relèvent de cette catégorie. En 2022, ces chiffres sont respectivement de 24 % pour les services d'imagerie interventionnelle et 15 % pour les blocs. L'ASN dresse le même constat de fragilité pour l'application du principe d'optimisation des actes s'agissant du paramétrage des

GRAPHIQUE 11 Évolution de la conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des patients en 2022 (blocs opératoires et services interventionnels)



appareils et de l'optimisation des protocoles utilisés. Le temps de formation des professionnels est insuffisant et la pénurie de personnel paramédical, en partie consécutive à la période de crise sanitaire, ne facilite pas le suivi des formations; le temps dédié à la formation venant souvent en plus du temps de travail effectif. Toutefois, des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des niveaux d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de doses délivrées au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient actuellement et facilitent l'élaboration des niveaux de référence et d'alerte locaux par équipement et par type d'acte. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et son suivi, et contribuent à l'optimisation de la dose délivrée au patient.

Pour la première fois, le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition à la peau, défini par la HAS<sup>(8)</sup>, est davantage formalisé dans les blocs opératoires (90%) inspectés en 2022, que dans les services d'imagerie interventionnelle (70%) alors qu'ils sont plus fréquemment concernés par des actes conduisant à de tels niveaux d'exposition.

Les contrôles de qualité externes des dispositifs médicaux sont généralement réalisés à la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

#### 2.4.3.3 Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

Un système d'enregistrement des événements est mis en place dans plus de 74% des sites inspectés réalisant des PIR. En 2022, 25 événements significatifs ont été déclarés dans ce domaine:

- 15 événements concernent des surexpositions de patients, certains ayant entraîné des effets tissulaires (une radiodermite);

- 8 événements concernent des expositions de professionnels;
- 2 événements concernent des patientes enceintes exposées lors d'un examen interventionnel radioguidé, ces femmes ignorant leur grossesse au moment de l'exposition.

Parmi ces ESR, quatre sont liés à un dysfonctionnement de dispositif médical (dysfonctionnement de pédales ou machine) et ont fait l'objet d'un signalement au titre de la matériovigilance. Certains de ces événements sont en lien avec le non-respect des contrôles qualité des dispositifs médicaux obligatoires.

La majorité des surexpositions de patients sont dues à des procédures longues, complexes (en neuroradiologie interventionnelle et en cardiologie) et pour certains patients à des surexpositions liées à des interventions successives avec un cumul de doses très important.

L'analyse des événements met en évidence un manque d'optimisation des protocoles, une utilisation inappropriée des appareils par les opérateurs, l'utilisation de protocoles non adaptés ou l'absence des protocoles révélant des défaillances dans la formation des intervenants et l'importance de la mise en place de procédure d'habilitation au poste de travail. Ces points de fragilité constituent des axes d'amélioration.

Les ESR concernant les professionnels, tous survenus au bloc opératoire, résultent d'expositions accidentelles, sans dépassement de limite de dose réglementaire. L'analyse des événements révèle également un manque de formation de différents intervenants en salles (agents des services hospitaliers – ASH, aides-soignants – AS, infirmiers anesthésistes diplômés d'État – IADE, infirmiers diplômés d'État – IDE).

Enfin, des expositions fortuites de fœtus de femmes enceintes ignorant leur grossesse qui ont bénéficié d'un acte thérapeutique au niveau du bassin ont été déclarées. Un REX spécifique à ce type d'événements a été réalisé en 2021 via un bulletin *La sécurité du patient* (voir point 2.7).

## SYNTHÈSE

Dans le domaine des PIR, les inspections de l'année 2022, mises en perspective avec celles réalisées sur la période 2018-2021, permettant de couvrir l'ensemble des installations considérées à enjeux sur le plan de la radioprotection, mettent en évidence le fait que la radioprotection progresse peu d'une année sur l'autre, avec toujours une situation meilleure dans les salles interventionnelles que dans les blocs opératoires, et des fragilités persistantes. Ainsi, dans la majorité des établissements, la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception se met en place lentement alors que ces aménagements sont essentiels pour prévenir les risques professionnels. Si la désignation des PCR, la délimitation des zones réglementées, la réalisation des vérifications techniques et des contrôles qualité des dispositifs médicaux sont jugées satisfaisantes, des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés, tant pour la radioprotection des professionnels que celle des patients, avec des situations non satisfaisantes s'agissant de la formation à la radioprotection des travailleurs et des patients et de la coordination des mesures de prévention lors de coactivité, en particulier avec les praticiens libéraux. Si le recours aux physiciens médicaux et la formalisation des POPM progressent, la mise en œuvre de la démarche d'optimisation doit encore s'améliorer, en particulier dans les blocs opératoires où l'analyse des doses est encore insuffisamment réalisée et des constats de protocoles inadaptés ou absents demeurent. En revanche, la culture du signalement se diffuse ces cinq dernières années, avec la mise en place des systèmes d'enregistrement des événements. La déclaration des ESR souligne que les opérations de maintenance, qui peuvent avoir des répercussions sur les doses délivrées, doivent être correctement encadrées et que la formation des praticiens à l'utilisation des dispositifs médicaux est essentielle pour la maîtrise des doses. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire.

8. Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes du 21 mai 2014.

## 2.5 Le radiodiagnostic médical et dentaire

### 2.5.1 La présentation des équipements

Le **radiodiagnostic médical** est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'examen (rétroalvéolaire, radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien, etc.).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen, de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. Un guide à l'attention des médecins (*Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale*) précise les examens les plus appropriés à demander en fonction des situations cliniques.

Si la dose délivrée ne présente en elle-même pas d'enjeu sanitaire de radioprotection, c'est le nombre important d'examen réalisés dans la population qui participe de manière significative à la dose collective d'origine médicale.

#### 2.5.1.1 Le radiodiagnostic médical

##### La radiologie conventionnelle

La radiologie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

##### L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

##### La mammographie

La glande mammaire, de par sa constitution et en raison d'une recherche fine de détails lors du dépistage du cancer du sein, nécessite l'utilisation de mammographes, appareils spécifiques de radiologie offrant une haute définition et un contraste élevé. Deux techniques d'imagerie complémentaires sont actuellement disponibles, l'imagerie planaire (2D) et l'imagerie par tomosynthèse (3D). Seule l'imagerie planaire, qui fonctionne sous une faible tension et offre une haute définition et un contraste élevé est, à ce jour, validée par la HAS pour le dépistage du cancer du sein. Un groupe de travail, piloté par la HAS, auquel l'ASN participe, évalue la place de la mammographie par tomosynthèse dans la stratégie de dépistage du cancer du sein. Un premier rapport a été publié en 2019 par la HAS portant sur la performance technique

de la mammographie par tomosynthèse dans le dépistage du cancer du sein chez les femmes à risque moyen. Un second rapport relatif à l'évaluation de la performance et de la place de la mammographie par tomosynthèse dans le programme national de dépistage organisé du cancer du sein devrait être publié en 2023.

L'usage de ces appareils est soumis à des contrôles de qualité définis par l'ANSM. Les contrôles de qualité en imagerie planaire (2D) sont définis par la décision de l'ASN du 15 janvier 2020, entrée en vigueur le 15 janvier 2021. L'ASN avait été sollicitée dans ce cadre et avait émis un avis favorable sur le projet de décision relative aux contrôles de qualité interne et externe des installations de mammographie numérique. Un travail d'actualisation de cette décision est en cours. La future décision mettra à jour les contrôles réalisés sur les mammographes 2D et introduira des contrôles de qualité externes pour les dispositifs de tomosynthèse.

##### La scanographie

Les appareils de scanographie, appelés aussi TDM, utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). Ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes, avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multicoupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Un examen peut comporter plusieurs acquisitions hélicoïdales sur une même région anatomique (avec ou sans injection de produit de contraste) ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'IRM, être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications<sup>9</sup>. La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage péroratoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner. L'ASN note l'émergence des scanners embarqués dans des véhicules d'urgence pour la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3.4). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose.

##### La téléradiologie

La téléradiologie offre la possibilité de conduire la réalisation et l'interprétation à distance des examens de radiologie réalisés. Les échanges doivent s'effectuer dans la stricte application de la réglementation (notamment de radioprotection, de qualité de réalisation et de transfert des images) et des règles de déontologie. Deux modes d'échange sont principalement pratiqués :

- le télédiagnostic, qui permet à un médecin de proximité (par exemple, médecin urgentiste), non radiologue, de réaliser l'examen puis de télétransmettre les images à un radiologue, en vue d'obtenir une interprétation. Le radiologue peut intervenir, le cas échéant au cours de l'examen, pour guider

9. Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.

le manipulateur en électroradiologie dans la réalisation de l'examen et le recueil des images. Dans ce cas, le médecin de proximité est considéré comme le médecin réalisateur de l'acte et en assume la responsabilité ;

- la téléexpertise, qui est un échange d'avis entre deux radiologues, l'un demandant à l'autre « radiologue expert » à distance (téléradiologue) de confirmer ou d'infirmer un diagnostic, de déterminer une orientation thérapeutique ou encore de guider la réalisation de l'examen à distance. Les modes de transmission sont sécurisés et permettent le maintien du secret médical et de la qualité des images.

La téléradiologie met en œuvre des responsabilités multiples, qui doivent être précisées dans la convention qui lie le médecin réalisateur de l'acte au téléradiologue. L'acte de téléradiologie constitue un acte médical à part entière, comme tous les autres actes d'imagerie, et ne se résume pas à une simple interprétation à distance d'images. La téléradiologie s'inscrit donc dans l'organisation générale des soins encadrée par le code de la santé publique et obéit aux règles de déontologie en vigueur.

La [charte de téléradiologie](#) éditée par le Conseil professionnel de la radiologie française (G4) a été réactualisée en 2020. Elle précise l'organisation des deux volets de la téléradiologie (télé-diagnostic et téléexpertise). Par ailleurs, un guide de bonnes pratiques relatif à la [qualité et sécurité des actes de téléimagerie](#) a été publié en mai 2019 par la HAS. La HAS y réalise une mise au point importante sur le bon usage des « examens d'imagerie médicale avec interprétation à distance ». Il a la particularité de traiter également de la télé-médecine nucléaire, mise en place dans le but d'assurer un maillage homogène du territoire. Ce guide ne prend pas en compte la mammographie, qui ne peut être faite en télé-radiologie, car elle nécessite un examen clinique de la patiente comprenant une palpation.

### 2.5.1.2 La radiodiagnostic dentaire

#### La radiographie intra-orale

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

#### La radiographie panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

#### La tomographie volumique à faisceau conique

Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle. Leur utilisation doit se faire dans le respect des recommandations de la HAS de 2009, dont les conclusions indiquent de ne le proposer que dans certaines indications cliniques bien sélectionnées et rappellent que, dans tous ces cas, les principes fondamentaux de justification et d'optimisation doivent être respectés.

## 2.5.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire

### Les installations de radiologie

Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scanographie et la radiologie dentaire. Sont exclus, cependant, les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN doit être établi par le responsable de l'activité nucléaire.

### Les appareils électriques portables générateurs de rayons X

L'ASN et la [Commission radioprotection dentaire](#) ont publié une [note d'information](#) en mai 2016 rappelant les règles liées à la détection et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X. « L'exécution d'examens radiologiques en dehors d'une salle aménagée, à cet effet, doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs. »

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities – HERCA*), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur le terrain ([Position statement on use of handheld portable dental X-ray equipment](#) – HERCA, juin 2014).

### 2.5.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants, principalement du fait des examens scanographiques (voir chapitre 1). Les examens d'imagerie ont prouvé leur apport, tant pour le diagnostic que pour le traitement. L'enjeu est toutefois d'éviter les examens qui ne sont pas vraiment nécessaires ou sans réel bénéfice pour les patients, et dont le résultat est susceptible d'être obtenu par d'autres techniques disponibles non irradiantes. Afin de maîtriser l'augmentation des doses observées au cours des dernières années, deux plans successifs de maîtrise des doses (voir chapitre 1) ont été élaborés ces dernières années. Prise dans ce cadre, la [décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale concourt à la maîtrise des doses en exigeant la mise en œuvre opérationnelle des principes de justification et d'optimisation. L'ASN conduit chaque année une vingtaine d'inspection en scanographie, avec une approche graduée, en ciblant les services d'urgence (le plus souvent partagés avec le service de radiologie) et les scanners pédiatriques en raison de la radiosensibilité particulière de cette population.

De nombreux ESR en scanner se produisent dans les services d'urgence et sont liés à une mauvaise communication ou organisation entre les professionnels des urgences et de la radiologie. Les contrôles menés par l'ASN portent notamment sur la vérification d'une bonne application des exigences définies par la [décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale, en particulier la justification des examens et l'optimisation des actes. La plupart des services inspectés a par ailleurs recours à la téléradiologie pour assurer la permanence des soins. L'activité réalisée dans ce cadre entre également dans le contrôle réalisé en inspection. En 2022, 19 inspections ont été réalisées par l'ASN dans le domaine de la scanographie.

Si la mise en œuvre des exigences de la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 se déploie progressivement, des progrès sont attendus dans la mise sous assurance de la qualité du principe de justification pour les patients à risques (patients vulnérables, enfants, femmes enceintes, etc.) afin d'améliorer la traçabilité des vérifications des demandes d'examen aux différentes étapes (réception, analyse préalable, validation, substitution, non-réalisation de l'acte) ainsi que dans la formalisation de l'habilitation au poste de travail des personnels.

Par ailleurs, les inspecteurs de l'ASN observent que la téléradiologie progresse dans les services qui y ont de plus en plus recours engendrant parfois des difficultés organisationnelles (communication entre logiciels, délégation de tâches).

07

## SYNTHÈSE

En scanographie, le contrôle de l'ASN porte essentiellement sur le respect de la mise en œuvre des exigences de la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 s'agissant notamment de la formalisation du principe de justification, afin d'éviter des doses inutiles aux patients, ainsi que de l'habilitation des professionnels au poste de travail. Lors de ses inspections menées en 2022, l'ASN constate encore un déploiement inégal du système d'assurance de la qualité concernant la traçabilité de la justification des examens dans les centres, avec des pratiques satisfaisantes dans certains services et encore peu avancées dans d'autres. Des progrès sont également attendus s'agissant de la formalisation de l'habilitation au poste de travail des professionnels.

## 2.6 Les irradiateurs de produits sanguins

### 2.6.1 Description

L'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 Gy.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration auprès de l'ASN depuis 2015. En 2019, le parc d'irradiateurs comprenait 29 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

### 2.6.2 Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction, etc.). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, est limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

L'aménagement des locaux accueillant des irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doit être conforme aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#).

En outre, 27 ESR sur les 219 ESR déclarés à l'ASN en scanographie (> 10%) surviennent dans un contexte de téléradiologie et sont liés à des problèmes de communication entre les professionnels sur site et à distance. Une analyse de ce type d'événements sera conduite en 2023.

### 2.5.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

En 2022, 288 ESR ont été déclarés dans le domaine du diagnostic médical et dentaire :

- 66 en radiologie conventionnelle, dont 25 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- 219 en scanographie, dont 94 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- 3 en radiologie dentaire (dont une femme ignorant sa grossesse).

Les ESR concernent principalement des femmes ignorant leur grossesse (120), des défaillances dans le processus de prise en charge des patients (erreur d'identitovigilance, de protocoles, etc.) ainsi que des situations d'exposition inappropriées de professionnels (20). La recherche par les professionnels d'un éventuel état de grossesse chez les patientes doit encore être renforcée. Un bulletin spécifique, *La sécurité du patient*, a été diffusé en septembre 2021 afin d'améliorer les organisations pour réduire ce nombre d'événements (voir point 2.7).

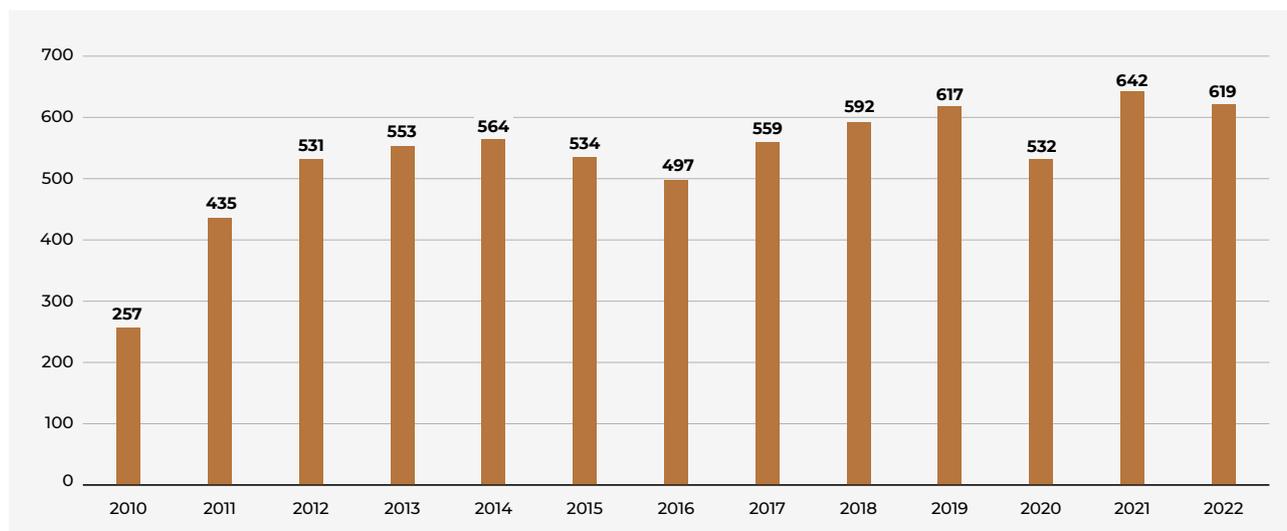
## 2.7 Les événements significatifs de radioprotection

En 2022, le nombre d'ESR déclarés à l'ASN (619) dans le domaine médical est similaire au nombre d'événements déclarés sur les cinq dernières années, exception faite de l'année 2020 pour laquelle on constate un recul des déclarations d'événements à l'ASN, probablement liés à la pandémie de Covid-19. L'ASN rappelle l'importance des démarches de déclaration des ESR pour définir un REX commun et faire progresser la radioprotection.

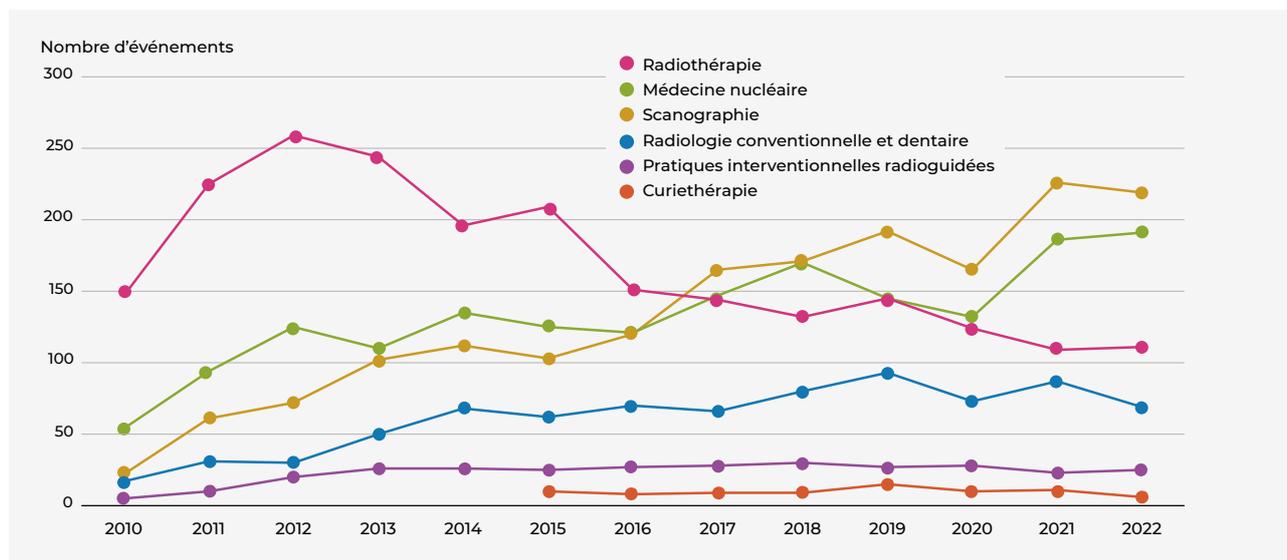
Les graphiques 12 et 13 permettent d'illustrer l'évolution du nombre d'ESR par catégorie d'activité depuis 2011. Les graphiques 14 et 15 illustrent la répartition du nombre des ESR en 2022 par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des professionnels) et par catégorie d'activité.

Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2022, les constats les plus significatifs du point de vue de la radioprotection des patients sont survenus en radiothérapie (voir point 2.1.3.3) et curiethérapie (voir point 2.2.3.5) et révèlent une perte de mémoire des enseignements issus des ESR passés.

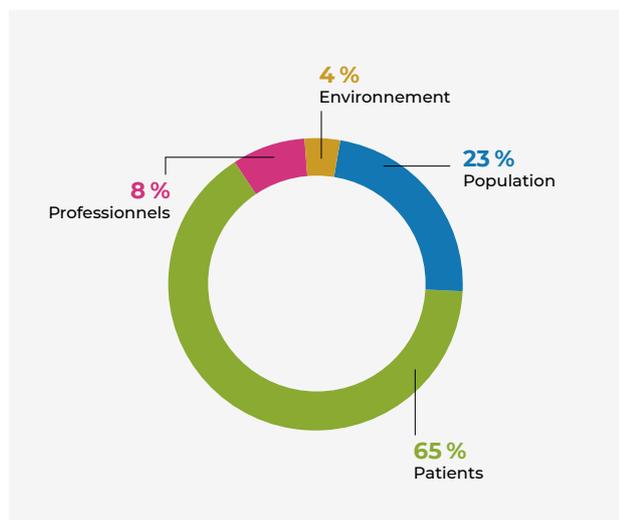
GRAPHIQUE 12 Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2010 à 2022



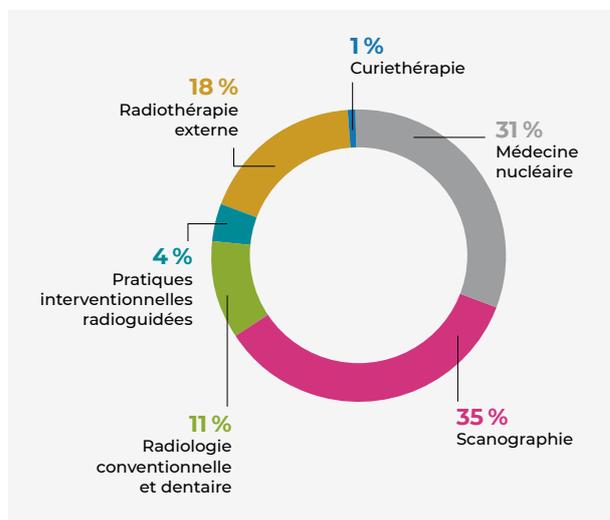
GRAPHIQUE 13 Nombre d'ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2010-2022



GRAPHIQUE 14 Répartition des ESR par domaine d'exposition en 2022



GRAPHIQUE 15 Répartition des ESR par catégorie d'activité concernée en 2022



### 3. Synthèse et perspectives

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2022 et d'une analyse faite sur la période 2018-2022 permettant de couvrir l'ensemble du parc des installations, que l'état de la radioprotection dans le domaine médical se maintient à un bon niveau, relativement comparable d'une année sur l'autre, avec toutefois des fragilités persistantes.

En médecine nucléaire et pour les PIR, des écarts persistent, au fil des années, s'agissant de la formation à la radioprotection des professionnels et de la coordination des mesures de prévention lors des coactivités, notamment lors de l'intervention de praticiens libéraux. En radiothérapie, l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constitue toujours le point faible des démarches de REX et les analyses de risque *a priori* demeurent insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du REX des événements survenus dans la profession. Dans le domaine des PIR et plus particulièrement au bloc opératoire, la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception ainsi que les démarches d'optimisation des doses reçues tant des travailleurs que des patients progressent trop lentement et la sensibilisation des utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants, tels que les chirurgiens, reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux et une appropriation des mesures de radioprotection. Si les fondamentaux des démarches d'assurance de la qualité sont aujourd'hui acquis dans les services de radiothérapie, celles-ci se déploient encore progressivement dans les autres secteurs, en particulier concernant les exigences de déclaration interne des événements et de formalisation des modalités d'habilitation des professionnels aux postes de travail.

Les événements déclarés à l'ASN soulignent que la formation des professionnels, l'encadrement des prestations de maintenance ainsi que la mise en œuvre des barrières techniques permettant de maîtriser l'utilisation des dispositifs médicaux, qui constituent

le socle de la sécurité, sont des axes d'amélioration pour sécuriser les pratiques. L'ASN constate en outre une perte de mémoire des enseignements issus des déclarations d'événements anciens.

L'ASN poursuivra en 2023 ses inspections dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire, des PIR et de la scanographie, dans la continuité des contrôles opérés en 2022, avec une attention particulière portée aux points de fragilité identifiés en 2022 ainsi qu'à la mise en œuvre des obligations d'assurance de la qualité.

Au plan réglementaire, l'ASN poursuivra en 2023 les travaux de révision de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides. Elle poursuivra également sa contribution aux travaux réglementaires menés par le ministère chargé de la santé portant sur l'organisation de la physique médicale ainsi que sur le déploiement des audits cliniques, qui pourraient être un levier de progrès pertinent vis-à-vis de l'enjeu de justification des actes.

Enfin, l'ASN maintiendra son investissement sur les sujets liés à l'essor des nouvelles techniques et pratiques en lien avec les différents acteurs institutionnels du domaine de la santé, les sociétés savantes et en s'appuyant sur ses groupes d'experts, en particulier le Canpri, afin de promouvoir et faciliter des cadres de fonctionnement sûrs, ainsi qu'une meilleure évaluation des effets radio-induits à long terme pour les actes à visée thérapeutique. Dans le cadre de la révision du 2<sup>e</sup> Plan national de maîtrise de doses liées à l'imagerie (2018-2022), l'ASN veillera à encourager toute action favorisant la mise en œuvre du principe de justification, l'accès aux techniques d'imagerie les moins irradiantes ainsi que le recueil et l'analyse automatisés des doses à des fins d'optimisation et de suivi des expositions liées à l'imagerie médicale de la population française.

01

02

03

04

05

06

**07**

08

09

10

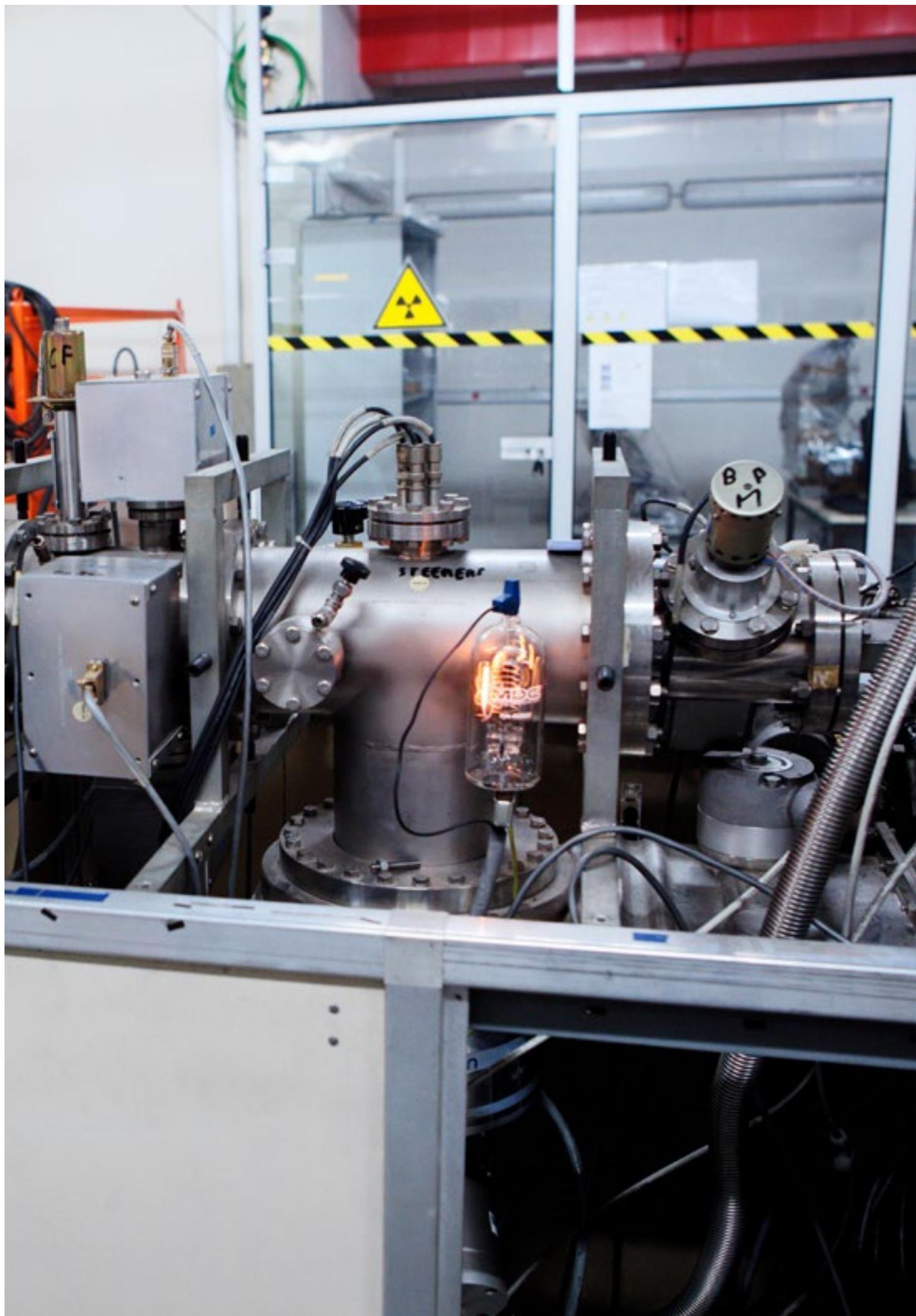
11

12

13

14

AN



# Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

<b>1</b>	<b>Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants</b> .....	p. 244
1.1	<b>Les utilisations des sources radioactives scellées</b>	
1.1.1	Le contrôle de paramètres physiques	
1.1.2	L'activation neutronique	
1.1.3	Les autres applications courantes	
1.2	<b>Les utilisations des sources radioactives non scellées</b>	
1.3	<b>Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants</b>	
1.3.1	Les principales applications industrielles	
1.3.2	Le radiodiagnostic vétérinaire	
1.3.3	Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants	
<b>2</b>	<b>L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires</b> .....	p. 250
2.1	<b>Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants</b>	
2.2	<b>Les activités non justifiées ou interdites</b>	
2.2.1	L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction	
2.2.2	L'application du principe de justification pour les activités existantes	
2.3	<b>Les évolutions réglementaires</b>	
2.3.1	Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants	
2.3.2	La protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance	
2.4	<b>Les autorisations, enregistrements et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires</b>	
2.4.1	La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales	
2.4.2	Les régimes d'autorisation et de déclaration	
2.4.3	Le nouveau régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)	
2.4.4	Les statistiques de l'année 2022	
<b>3</b>	<b>L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire</b> .....	p. 258
3.1	<b>La radiographie industrielle</b>	
3.1.1	Les différentes méthodes utilisées	
3.1.2	L'évaluation de la radioprotection	
3.2	<b>Les irradiateurs industriels</b>	
3.2.1	Les équipements utilisés	
3.2.2	L'état de la radioprotection	
3.3	<b>Les accélérateurs de particules</b>	
3.3.1	Les équipements utilisés	
3.3.2	L'état de la radioprotection	
3.4	<b>Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées</b>	
3.4.1	Les équipements utilisés	
3.4.2	L'état de la radioprotection	
<b>4</b>	<b>Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN</b> .....	p. 267
4.1	Les enjeux	
4.2	Les cyclotrons	
4.3	Les autres fournisseurs de sources	
<b>5</b>	<b>Conclusion et perspectives</b> .....	p. 270

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la [réglementation](#) relative à la [radioprotection](#) est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la gestion des sources, souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les [utilisations industrielles](#), de [recherche](#) et [vétérinaires](#) (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base – INB (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires, inscrit dans le [code de la santé publique](#), conduit à un renforcement du principe de justification à la prise en compte des radionucléides naturels, à la mise en œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs et à la mise en place de mesures de protection des sources contre les actes de malveillance. Dès janvier 2019, le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires a été modifié de manière substantielle, par l'extension du régime déclaratif à certaines activités nucléaires mettant en œuvre des sources radioactives. La poursuite d'une meilleure adaptation des régimes administratifs aux enjeux de radioprotection présentés par les différentes activités nucléaires exercées s'est concrétisée en 2021 par l'entrée en vigueur effective au 1<sup>er</sup> juillet du nouveau régime d'autorisation simplifiée, appelé « enregistrement ».

En 2022, afin d'achever la refonte globale du dispositif encadrant ces activités nucléaires, l'ASN a entamé les travaux de révision des décisions fixant le contenu des dossiers de demande d'autorisation à présenter par les exploitants.

## 1. Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

### 1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

#### 1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels (kBq) et quelques gigabecquerels (GBq).

Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du

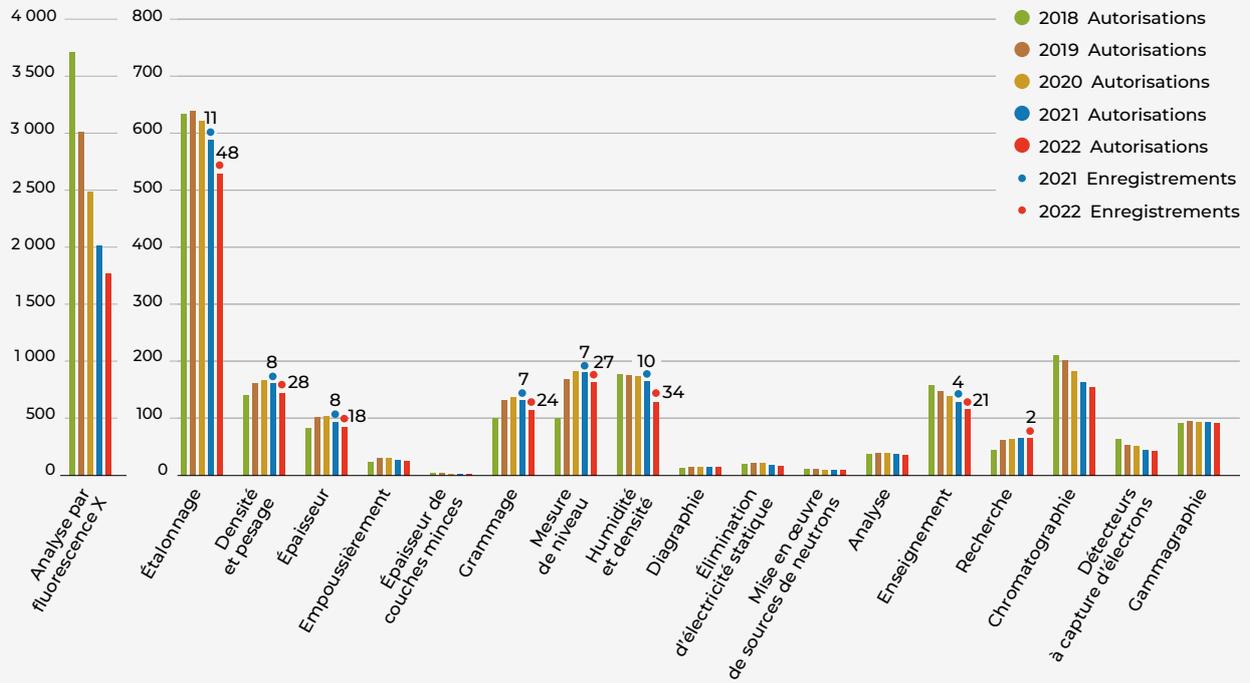
filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources de carbone-14 (d'une activité de 3,5 mégabecquerels – MBq) ou de prométhéum-147 (d'une activité de 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;

- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 GBq ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme, etc.). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité de 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 MBq) ;
- mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en

UTILISATION DES SOURCES RADIOACTIVES SCÉLÉES PAR FINALITÉS

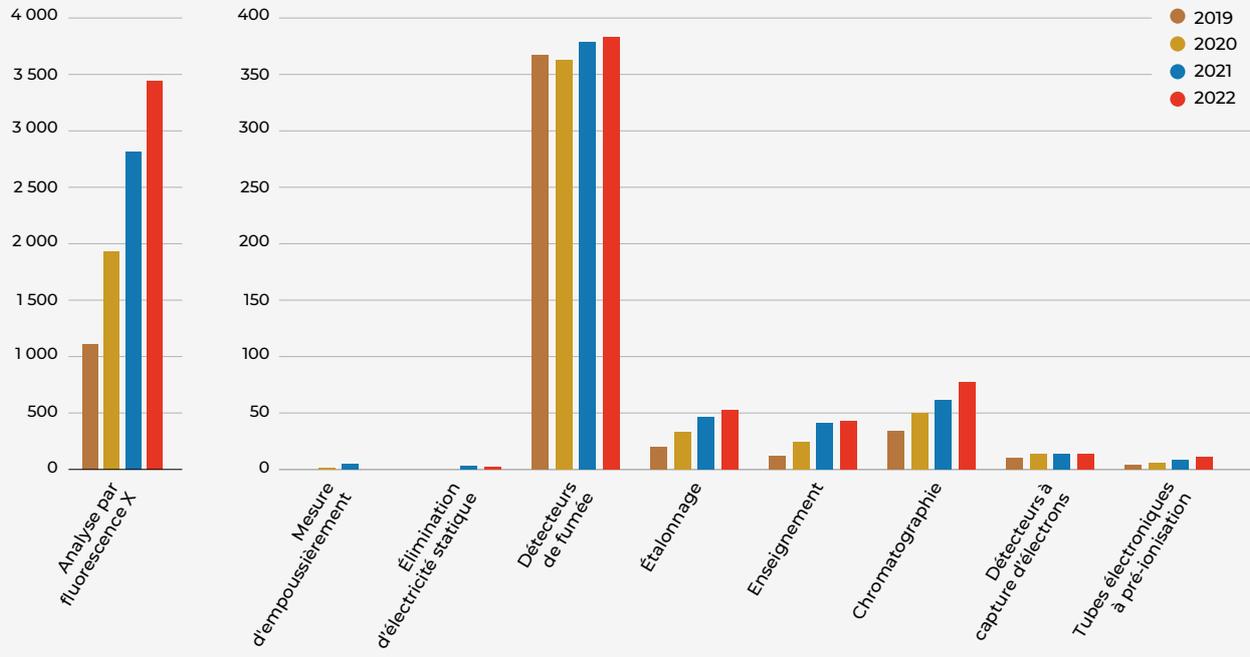
GRAPHIQUE 1A Répartition des autorisations ou des enregistrements des sources radioactives scellées

Nombre d'établissements autorisés ou enregistrés



GRAPHIQUE 1B Répartition des déclarations des sources radioactives scellées

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq);

- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium;

- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.

### 1.1.2 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, les [articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du code de la santé publique](#) interdisent l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation. Des dérogations sont cependant susceptibles d'être accordées dans un nombre de cas très limité (voir point 2.2.1).

### 1.1.3 Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2.1);
- la gammagraphie, qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3.1);
- l'élimination de l'électricité statique;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements);
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques;

- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1<sup>er</sup> janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Les graphiques 1A et 1B (voir page précédente) précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution au cours des cinq dernières années.

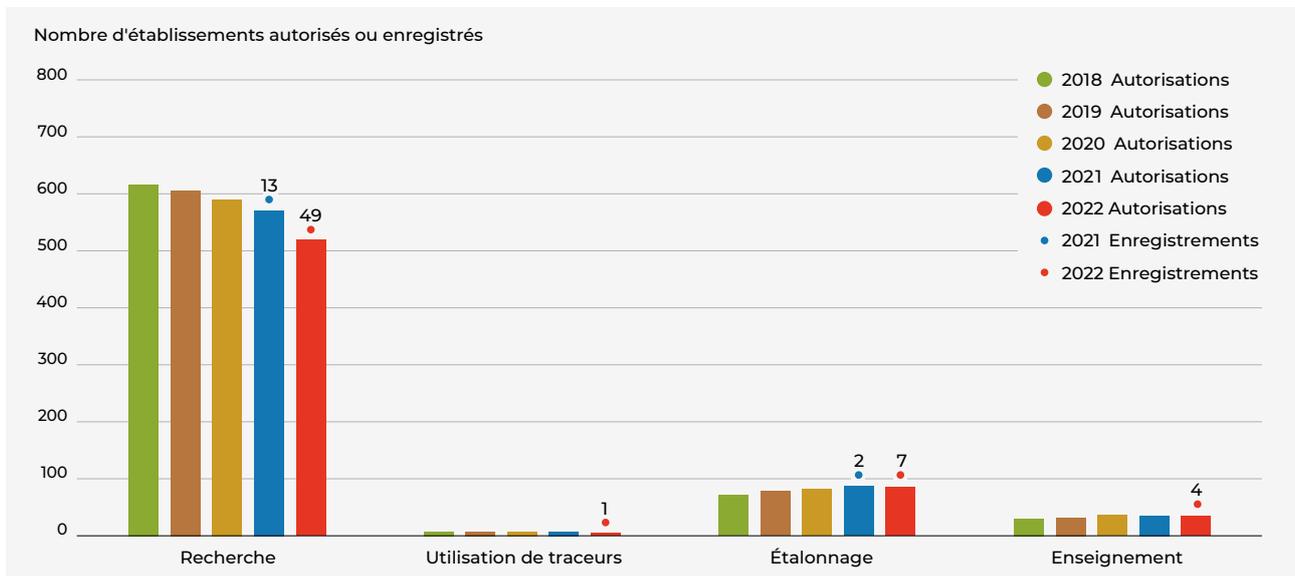
Il convient de noter :

- qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 (A et B) et dans les diagrammes suivants;
- que la répartition pour une même finalité d'utilisation entre les régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration (sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants) n'est à ce stade pas stabilisée, car les changements d'actes administratifs concernant les activités nucléaires soumises à déclaration depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019 vont s'étaler jusqu'au 31 décembre 2023 (voir point 2.4.2) et jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 2026 (voir point 2.4.3) pour celles soumises à enregistrement depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021.

## 1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées

Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et dans les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire et

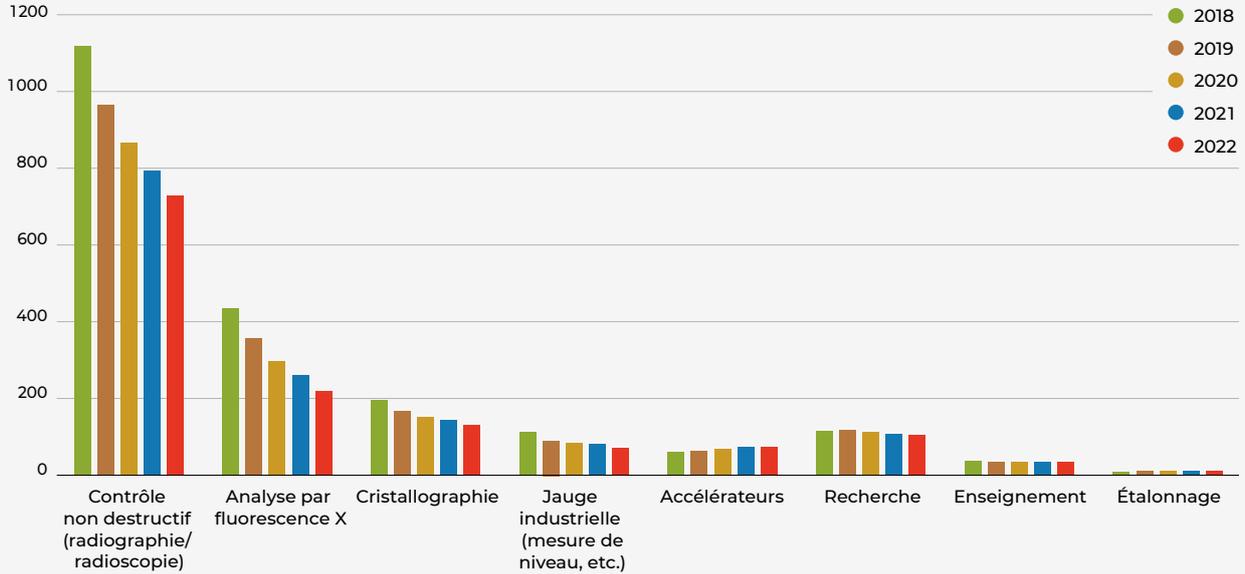
GRAPHIQUE 2 Utilisation des sources radioactives non scellées par finalités



### UTILISATION D'APPAREILS ÉLECTRIQUES ÉMETTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS PAR FINALITÉS (HORS SECTEUR VÉTÉRINAIRE)

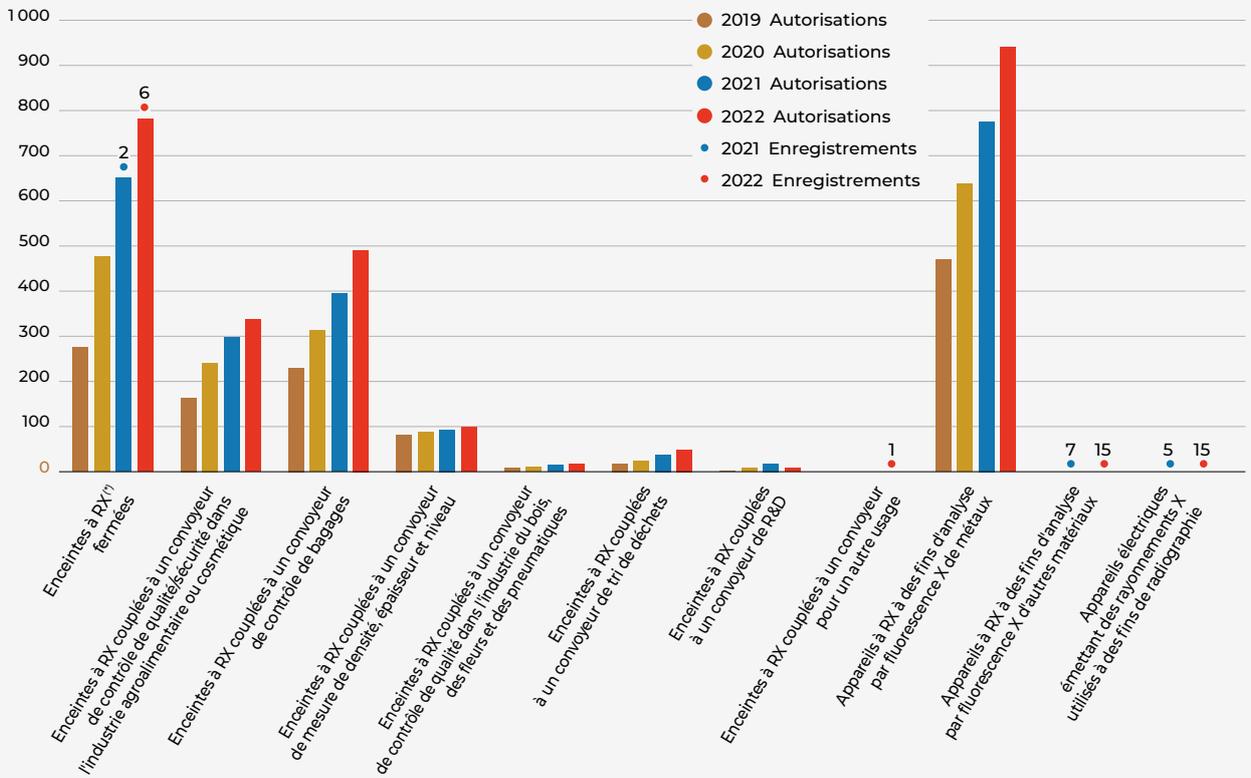
GRAPHIQUE 3A Répartition des autorisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Nombre d'établissements autorisés



GRAPHIQUE 3B Répartition des déclarations ou des enregistrements des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration ou enregistrés



\* RX = rayons X.

moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottements, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2022 était de 643 (auxquels s'ajoutent 61 établissements disposant d'un enregistrement).

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés (ou enregistrés) à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées, en fonction des différentes applications recensées, ces cinq dernières années.

### 1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

#### 1.3.1 Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du contrôle non destructif, où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

Les graphiques 3A et 3B précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires, qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration, et plus récemment d'enregistrement (voir point 2.4.3), pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie pour des analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallographie, etc.), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur, etc.) pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

#### Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspection et de filtrage des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments, etc.

Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes, mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

#### Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité n'est actuellement pas pratiquée en France (en application de l'[article L. 1333-18 du code de la santé publique](#)). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

#### Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

#### L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils, qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte-échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre, etc.) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

#### L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

#### La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité, etc.

#### Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

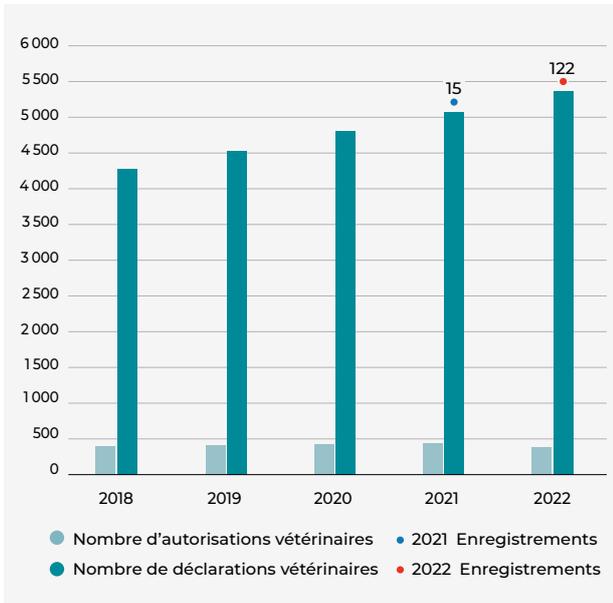
La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.1.

#### 1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire

En 2022, la profession comptait 20 197 praticiens vétérinaires, environ 13 300 employés non vétérinaires (comptabilisés en équivalents temps plein) et 6 538 établissements. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- environ 5 000 structures vétérinaires françaises seraient équipées d'au moins un appareil ;
- une centaine de scanners sont utilisés pour des applications vétérinaires ;
- d'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiathérapie, ainsi que la radiothérapie externe ou encore la radiologie interventionnelle.

**GRAPHIQUE 4** Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires



Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin, par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'ASN a introduit un [régime de déclaration](#) en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4).

Pour poursuivre cette adaptation du niveau d'exigences réglementaires aux enjeux de radioprotection, l'ensemble des activités mettant en œuvre des appareils électriques émettant des rayonnements X utilisés à des fins de radiodiagnostic vétérinaire, à l'exception des activités canines qui restent éligibles au régime de la déclaration, relève depuis juillet 2021 du régime d'enregistrement (voir point 2.4.3). Ainsi, seules quelques pratiques à forts enjeux (curiethérapie, radiothérapie externe ou radiologie interventionnelle), issues du milieu médical, restent soumises à autorisation.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2022, l'ASN dénombre près de 5900 déclarations, enregistrements ou autorisations, encadrant donc la quasi-totalité des structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment pour les personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions (propriétaires et lads).

Lors de ses différentes actions de contrôle (réalisées au fil de l'eau ou à l'occasion de campagnes thématiques) sur l'ensemble des activités vétérinaires impliquant les rayonnements ionisants, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation et a relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de personnes compétentes en radioprotection internes dans la plupart des structures ;
- le suivi de l'exposition des travailleurs par dosimétrie à lecture différée ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation des opérations associées dans presque toutes les structures mettant en œuvre des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques sur les grands animaux.

Cependant, la profession doit rester vigilante à la bonne prise en compte des points suivants :

- les vérifications initiales et périodiques des équipements de travail et des locaux de radiologie ;
- le zonage radiologique, en particulier lorsque la mise en place d'une zone d'opération est nécessaire ;
- la radioprotection des personnes extérieures aux établissements vétérinaires susceptibles de participer aux actes de diagnostics.

Il existe également de rares cas de structures vétérinaires présentant une organisation de la radioprotection très insatisfaisante. Ces lacunes peuvent amener l'ASN à prendre, lorsque la pédagogie ne suffit plus, des mesures plus contraignantes, voire coercitives.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui échange régulièrement avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire).

### 1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration fixés à l'[article R. 1333-106 du code de la santé publique](#).

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implantateurs d'ions, les appareils à souder à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

## 2. L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

### 2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, délivre les décisions d'enregistrement et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier ([article L. 162-1](#)) ou, pour les sources radioactives non scellées, détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des [articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement](#), celles qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est chargé de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;
- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense ([ASND](#)) est chargée de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du [régime juridique des INB](#). L'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues dans le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de l'[article R. 1333-118 du code de la santé publique](#).

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du [décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014](#) modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées se trouvent désormais réglementés par l'ASN, au titre du code de la santé publique. Les prescriptions applicables pour ces installations sont donc désormais celles du code de la santé publique. La disposition de l'article 4 du décret précité qui prévoyait que l'autorisation ou la déclaration délivrée au titre de l'ancienne rubrique 1715 continuait à valoir autorisation ou déclaration au titre du code de la santé publique, sous réserve qu'aucune modification ne soit apportée à l'activité nucléaire, pour une durée maximale de cinq ans soit, au plus tard, jusqu'au 4 septembre 2019, est maintenant caduque. Ces établissements doivent donc disposer d'une autorisation, d'un enregistrement ou d'un récépissé de déclaration délivré au titre du code de la santé publique.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée en quantité supérieure à 1 tonne (t) ou gérant des [déchets radioactifs](#) en quantité supérieure à 10 mètres cubes (m<sup>3</sup>) pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme

scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN au titre du code de la santé publique.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue aux [articles L. 1333-1 et suivants du code de la défense](#). L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

### 2.2 Les activités non justifiées ou interdites

#### 2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment « *qu'est interdit tout ajout de radionucléides [...] dans les biens de consommation et les produits de construction* » (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée) ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. L'[article R. 1333-4 du même code](#) prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique ([HCSP](#)). L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité.

Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries du groupe Lafarge-Holcim, dérogation renouvelée depuis lors. En 2022, une [dérogation](#) pour le recours à l'analyse neutronique a également été accordée pour l'une des cimenteries du groupe Ciments Calcia. Cet analyseur neutronique repose sur une technologie différente de celle mise en œuvre dans les cimenteries du groupe Lafarge-Holcim, à savoir l'utilisation d'un accélérateur contrairement à l'utilisation d'une source radioactive scellée.

Il a également été appliqué en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85 ou thorium-232) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses, comme l'éclairage des lieux publics ou des environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules ([arrêté du 12 décembre 2014](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)). La dérogation a été renouvelée en 2019 (arrêté du 25 mai 2020 des ministres chargés respectivement de la transition énergétique, des solidarités et de la santé et de l'économie et des finances, [avis n° 2019-AV-0340 de l'ASN du 26 septembre 2019](#)).

En 2019, une dérogation pour l'utilisation d'appareils d'analyse neutronique a par ailleurs été accordée pour le Tunnel Euralpin Lyon-Turin (arrêté des ministres chargés respectivement de la santé et de la transition énergétique du 19 août 2019, [avis n° 2019-AV-0326 de l'ASN du 21 mai 2019](#)).

A contrario, un refus de dérogation a été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres ([arrêté du 12 décembre 2014](#), [avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site Internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

## 2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

### Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives étaient utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238 et radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes ont progressivement été développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les détecteurs ioniques de fumée doivent être remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#) et les deux décisions de l'ASN [n° 2011-DC-0252](#) et [n° 2011-DC-0253](#) du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire visait à :

- planifier sur 10 ans les opérations de retrait de quelque 7 millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur environ 300 000 sites ;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs ;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs ;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Dans ce cadre, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2022, 383 récépissés de déclaration et 11 autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 125 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation. Parmi ces sociétés, cinq sont autorisées à effectuer des opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, concrétisant ainsi une filière d'élimination pour tous les détecteurs existants.

Afin de disposer d'un suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité.

Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan.

Bien que les opérations de retrait aient progressé au cours de ces dernières années, tous les détecteurs ioniques n'ont pas été retirés à l'échéance fixée par l'arrêté du 18 novembre 2011, soit au 5 décembre 2021. On estime en effet à près d'un million le nombre de détecteurs ioniques encore installés. Face à ce constat, l'ASN a mené une réflexion, en lien avec les professionnels, sur l'encadrement réglementaire de la détention de tels détecteurs ainsi que sur les opérations de dépose et de démantèlement de ces détecteurs, afin de permettre l'achèvement de la migration de l'ensemble des dispositifs de détection incendie vers la technologie optique, tout en assurant l'élimination des détecteurs ioniques retirés et des sources radioactives qu'ils contiennent dans de bonnes conditions. L'ASN a également poursuivi les échanges avec d'autres acteurs concernés par la problématique du retrait de ces dispositifs, notamment le ministère de la Transition énergétique (MTE), afin d'étudier les diverses options réglementaires envisageables. Ces réflexions n'ont pas conduit à un nouveau dispositif réglementaire ; pour autant, cela ne remet pas en cause les opérations de dépose et de démantèlement encadrées par des déclarations, enregistrements ou autorisations délivrés par l'ASN, ce qui permet de poursuivre la dynamique de retrait des détecteurs ioniques, qui reste l'objectif recherché.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association Qualdion, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées Qualdion est disponible sur [Internet](#). Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires, etc.).

### Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne-Rhône-Alpes et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national et leur entreposage dans des sites identifiés. Cette autorisation a été renouvelée en 2021. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive et devrait s'achever en 2024. Enfin, la société Réseau de transport électricité (RTE) a également déposé une demande d'autorisation afin d'engager un plan de dépose nationale des parasurtenseurs présents sur son réseau. Une autorisation nationale encadrant ces opérations de retrait des parasurtenseurs et leur entreposage sur des sites définis a été délivrée à la société RTE

fin 2022. À l'instar de la société Orange, la recherche d'une filière d'élimination fait l'objet d'un travail avec l'Andra.

### Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE ([arrêté du 15 janvier 2008](#) qui fixait une date limite de retrait au 1<sup>er</sup> janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministère de la Défense ([arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2007](#) qui fixait une date limite de retrait au 1<sup>er</sup> janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN considère cependant nécessaire le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation ou d'un enregistrement de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8 et R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées par des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

Le nombre de paratonnerres radioactifs installés en France a été estimé à 40 000. Un peu plus de 11 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose puis d'une reprise effectuée par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 200 paratonnerres radioactifs.

08

## 2.3 Les évolutions réglementaires

### 2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces appareils, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la [décision n° 2017-DC-0591 du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayonnements X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> octobre 2017. Elle a remplacé la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigence supplémentaire pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X ou la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience (REX) et fixe les objectifs à atteindre en matière de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage « CE » obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité

à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le REX montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années, mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et l'IRSN, des premiers projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception de ces appareils ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite dès 2015. L'analyse des différentes contributions a été menée, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives. Ainsi, en 2021 et 2022, l'ASN a mené les travaux visant à caractériser les avantages et inconvénients et la faisabilité de diverses dispositions réglementaires permettant d'encadrer, sur la base de référentiels techniques adaptés (travaux notamment conduits avec l'IRSN), la conception des appareils de radiologie industrielle. Les discussions avec la Direction générale du travail (DGT) sur les différentes options possibles se sont poursuivies et ont mis en évidence la nécessité de renforcer leur articulation avec le cadre européen existant.

### 2.3.2 La protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'[actes malveillants](#), elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a publié dans ce domaine un [code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives](#), approuvé en 2003, complété en 2012 par deux guides d'application relatifs à la [sécurité des sources radioactives](#) et à celle des [transports de matières radioactives](#). Dès 2004, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait à l'application des orientations énoncées dans ce code de conduite.

#### L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

La maîtrise des risques en matière de radioprotection, de sûreté et de lutte contre la malveillance présente de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont chargés de contrôler ces trois domaines (voir tableau 2 du chapitre 2).

En France, la protection contre les actes de malveillance des matières nucléaires, notamment celles mises en œuvre dans certaines installations dites « d'importance vitale », car concourant à des productions ou services indispensables à l'exercice du fonctionnement de la nation, est pilotée par un service placé sous l'autorité du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère chargé de l'énergie.

Aussi, les évolutions réglementaires adoptées depuis début 2016 ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de

malveillance qui tient compte de l'organisation préexistante, en confiant ce contrôle :

- au service du HFDS du ministère chargé de l'énergie dans les installations dont la sécurité relève déjà de son contrôle ;
- au ministre des Armées dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN pour les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à l'[Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) puis au [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes, qui modifient le code de la santé publique, répartissent les compétences de contrôle dans les diverses installations comme indiqué ci-dessus, et incluent la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux dont doivent tenir compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

### Les sources et installations concernées

Le contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs susceptibles de provoquer une exposition. La majorité des dispositions réglementaires sont cependant prises pour renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux radiologiques : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources (ou lots de sources) de catégorie A que pour celles de catégorie C. Les sources scellées ne relevant pas des catégories A, B et C et dont l'activité est supérieure au seuil d'exemption et les autres sources de rayonnements ionisants, les générateurs de rayons X par exemple, sont classées en catégorie D.

On dénombre, chez les utilisateurs du secteur civil, environ 5500 sources radioactives présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 260 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins industrielles (irradiation, radiographie, mesures, etc.), ou médicales (télégammathérapie, curiethérapie notamment). Du fait de leurs déplacements fréquents sur chantier, l'utilisation des sources de radiographie industrielle présente des enjeux particuliers.

En raison de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions de protection renforcées.

### La réglementation

Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) ([décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

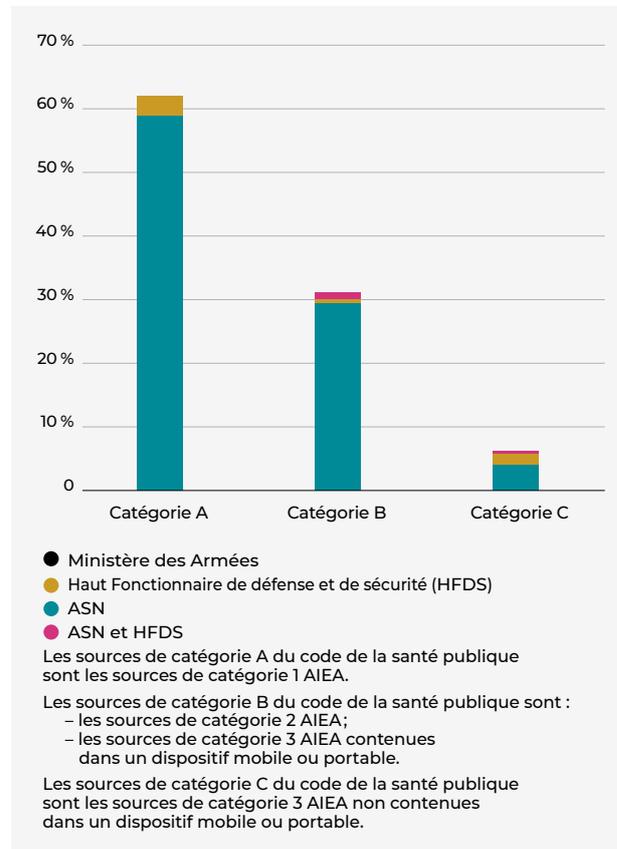
- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives (article R. 1333-14 du code de la santé publique) ;
- la déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactives de catégorie A, B ou C (R. 1333-22) ;
- la transmission, sous pli séparé spécialement identifié, des éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130) ;

## CATÉGORISATION DES SOURCES RADIOACTIVES

Les sources radioactives ont été [classées dès 2011 par l'AIEA](#), sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe au code de la santé publique modifié par le [décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

GRAPHIQUE 5 Répartition des sources scellées de haute activité, selon leur catégorie et selon leur autorité de contrôle en matière de protection contre la malveillance



- les autorisations nominatives et écrites à délivrer aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur leur protection contre les actes de malveillance (R. 1333-148).

Par la suite, l'arrêté ministériel fixant les prescriptions organisationnelles et techniques pour protéger les sources de rayonnements ionisants (ou les lots de sources radioactives) contre les actes de malveillance a été signé le [29 novembre 2019](#) et publié au *Journal Officiel* le 11 décembre 2019. Il est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020 pour les sites non autorisés à sa date de publication (et n'étant pas en cours d'instruction à cette même date).

Pour les sites déjà autorisés, l'entrée en vigueur s'est déroulée en deux étapes qui ont été décalées en raison de la pandémie. La première était fixée au 1<sup>er</sup> janvier 2021 et concernait les dispositions organisationnelles et humaines; la seconde, au 1<sup>er</sup> juillet 2022, concerne principalement les systèmes de protection physique contre la malveillance. Ces deux échéances ont donc été reportées de six mois par l'[arrêté du 24 juin 2020](#), arrêté sur lequel l'ASN a rendu un avis ([avis n°2020-AV-0353 du 11 juin 2020](#)).

L'arrêté du 29 novembre 2019 modifié s'applique également aux transports de sources de catégorie A, B ou C unitaires ou en lots.

Les principales prescriptions de cet arrêté visent, en retenant une approche graduée basée sur les catégories A, B, C (et D pour deux articles), à la mise en place par l'exploitant de dispositifs matériels, ainsi que d'une politique et d'une organisation interne, permettant d'assurer la protection des sources contre les actes de malveillance. Ces dispositions techniques et organisationnelles sont destinées à :

- limiter ou retarder le vol par des mesures de contrôle d'accès, de renforcement des barrières physiques y compris au niveau des ouvertures (portes, fenêtres, etc.), d'alarme et de détection au franchissement;

- protéger les informations sensibles (accès limité aux personnes dûment autorisées, promotion des bonnes pratiques informatiques);
- détecter au plus tôt un acte ou une tentative d'acte de malveillance (notamment un vol);
- intervenir ou alerter les pouvoirs publics en ayant au préalable préparé leur intervention;
- sensibiliser, informer, former régulièrement le personnel à la question;
- vérifier périodiquement l'efficacité des matériels et organiser des exercices.

Pour d'évidentes raisons de restriction d'accès à l'information, certaines dispositions de cet arrêté, détaillées dans ses annexes, n'ont pas été publiées au *Journal Officiel*. Dans son champ de compétence, l'ASN a donc transmis, par des courriers individualisés, les annexes pertinentes à l'ensemble des responsables d'activité nucléaire concernés.

L'ASN a également accompagné la parution de l'arrêté par des interventions en régions lors de manifestations professionnelles ou de réunions *ad hoc* avec des professionnels concernés. En raison de la pandémie de Covid-19, cette action avait été suspendue. Elle a été reprise courant 2021 et au printemps 2022, l'ensemble des régions avait pu organiser une telle présentation.

Afin de faciliter la mise en œuvre de cet arrêté, un groupe de travail avait engagé, parallèlement aux travaux de rédaction de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié, l'élaboration d'un guide conjoint ASN/Service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS) du ministère de la Transition énergétique, à destination des responsables d'activité nucléaire, mais également des inspecteurs de l'ASN et du SHFDS. Ce guide doit permettre une compréhension commune des exigences de l'arrêté par les professionnels et les inspecteurs.

## GRUPE DE RÉFLEXION INTERNATIONALE SUR LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des risques de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du Sommet mondial sur la sécurité nucléaire à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 États et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (États-Unis), d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience de l'intérêt de telles alternatives et de partager le REX de chaque État en la matière. L'ASN y a notamment présenté les opérations menées par l'Établissement français du sang pour remplacer, en application du principe de justification, ses irradiateurs utilisant des sources radioactives par des irradiateurs électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également permis à la Confédération française pour les essais non destructifs de présenter l'avancement de ses travaux en matière de substitution de la gammagraphie par d'autres technologies de contrôles non destructifs.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la

sécurité nucléaire organisée par l'AIEA, plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et appelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

Après une pause en 2020 due à la pandémie de Covid-19, les réunions annuelles du groupe de réflexion ont repris en 2021 et 2022. Celle de 2022, organisée au format virtuel, a rassemblé plus de 200 participants. Cette réunion a notamment permis de faire un point sur les perspectives de s'affranchir de l'utilisation de sources radioactives dans la diagraphie et d'échanger sur des applications (tant médicales qu'industrielles ou de recherche) pour lesquelles des accélérateurs de particules peuvent être efficacement utilisés.

Ces réunions régulières permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives, que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies, qui devront faire l'objet de travaux complémentaires.

## ILLUSTRATION PRATIQUE DE L'ENTRÉE EN VIGUEUR DES DISPOSITIONS RELATIVES À LA PROTECTION PHYSIQUE DES SOURCES RADIOACTIVES: LE GUIDE DES «OUVRANTS»

L'entrée en vigueur des annexes de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié le 1<sup>er</sup> juillet 2022, impose, outre l'adoption de quelques mesures organisationnelles complémentaires à celles déjà en vigueur, l'installation de dispositifs matériels concourant à la protection du site :

- la résistance des parois et des ouvrants (vantail, serrure, paumelles) ;
- le contrôle d'accès (identification et authentification) par badge à contact ou sans contact ou par reconnaissance biométrique ;
- la détection (périphérique et périmétrique) qui repose sur diverses technologies (détecteurs d'ouverture, détecteurs de chocs ou sismiques, détecteurs de mouvement par infrarouge, hyperfréquence ou ultrasons) ;
- la surveillance par caméras fixes ou mobiles ;
- les alarmes (lumineuses et sonores) ;
- la transmission de l'information et son traitement pour la levée de doute.

Concernant la résistance des parois et des ouvrants, les annexes de l'arrêté ne pouvaient pas prévoir de prescriptions trop précises puisque les installations ont été construites à une période où la protection des sources contre la malveillance n'était pas une préoccupation prépondérante. De plus, le texte propose des objectifs plus qu'il n'impose des moyens.

La mise en œuvre pratique des exigences par les responsables de l'activité nucléaire devait donc être acceptable par le contrôleur (ASN ou MTE-SHFDS). Par ailleurs, il fallait que les critères retenus soient au même niveau d'exigence dans l'ensemble des installations.

L'IRSN, qui dispose d'un bureau spécialisé dans la protection physique, a été mandaté par l'ASN fin 2021 et début 2022 pour visiter des installations et établir un constat de terrain sur les dispositions déjà mises en œuvre et sur ce qui pouvait être exigible de façon pratique sur les ouvrants (portes et fenêtre principalement). Cette démarche a été entreprise avant

l'entrée en vigueur des annexes de l'arrêté. Des entretiens avec des professionnels, les forces de l'ordre et le Centre national de prévention et de protection (CNPP) ont permis d'affiner le niveau minimal d'exigences qui pourrait être retenu.

À la suite de cet état des lieux, un guide a donc été rédigé. Il attribue en fonction des différents éléments caractérisant les ouvrants (vantail, paumelles, serrure) un nombre de points aboutissant à une note de l'équipement. Cette note permet de déterminer si l'ouvrant peut ou ne peut pas être considéré comme répondant aux exigences essentielles des annexes. Un projet a été testé lors d'inspections de l'ASN au printemps avant sa validation définitive, conjointement avec le MTE-SHFDS et l'IRSN.

L'ASN a diffusé ce guide aux responsables d'activité nucléaire, de façon maîtrisée puisqu'il s'agit d'informations sensibles, en leur demandant d'entreprendre une auto-évaluation, qui peut par la suite être examinée en inspection.

Ce document présente des recommandations et de nombreux exemples. Détaillant certains éléments des annexes de l'arrêté, il a fait l'objet d'une diffusion ciblée et maîtrisée (accusé de réception, envoi sous double enveloppe).

Pour compléter l'information des professionnels, une plaquette destinée aux responsables d'activité nucléaire ne disposant que de sources de catégorie D (pour lesquels le nombre d'obligations réglementaires est limité) a été préparée et mise à disposition dans les locaux de chacune des divisions de l'ASN en région. Cette [plaquette](#) est également disponible sur le site Internet de l'ASN.

### 2.4 Les autorisations, enregistrements et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires

#### 2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des [trois grands principes de la radioprotection](#) inscrits dans le code de la santé publique ([article L. 1333-2](#)) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les cinq ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte

implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à assurer une exposition minimale des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

#### 2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les [divisions territoriales de l'ASN](#), alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la Direction du transport et des sources ([DTS](#)). L'entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « régime d'enregistrement ». L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre a commencé au 1<sup>er</sup> janvier 2019, avec l'entrée en vigueur de la décision permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation et s'est poursuivie le 1<sup>er</sup> juillet 2021 par l'entrée en vigueur de la décision relative au régime d'enregistrement.

##### Le régime d'autorisation

Les activités du nucléaire de proximité se distinguent par leur grande hétérogénéité et le nombre important d'exploitants concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés

## LE SUIVI DES SOURCES RADIOACTIVES

Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157, l'enregistrement préalable par l'IRSN des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et, dans son article R. 1333-158, le suivi de ces radionucléides.

La [décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015](#) relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise

les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

Cette décision, applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, a pris en compte le fonctionnement existant et l'a complété notamment sur les points suivants, en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci ;

- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption ;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même ;
- imposant que chaque source soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

par le demandeur et que les barrières, destinées à en limiter les effets, sont appropriées. Dans le cadre de cette démarche, des [formulaire](#)s de demande d'autorisation adaptés à chaque activité sont disponibles sur [asn.fr](#).

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la [décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010](#) doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement cinq ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

Dans le cadre du renforcement de la mise en place d'une approche graduée du contrôle des activités nucléaires relevant du code de la santé publique, l'ASN a entamé en 2022 la révision de la décision précitée afin d'adapter, voire de simplifier le contenu des dossiers à présenter. Cette démarche vient parachever le travail débuté dès 2018, qui a déjà conduit à la révision du régime déclaratif et à la mise en place du régime d'enregistrement (voir ci-après).

### Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois régimes administratifs introduit par le décret du 4 juin 2018 susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement. Le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration a, depuis avril 2018, la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le portail [Téléservices](#) de l'ASN.

Par la [décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018](#) homologuée le 21 novembre 2018, l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif devrait concerner à terme environ 6 000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre de dossiers qu'au bout de cinq ans (31 décembre 2023). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1<sup>er</sup> janvier 2019 tiennent lieu de récépissés de déclaration jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée.

Un certain nombre d'activités nucléaires, bien que dorénavant soumises à déclaration, bénéficient donc toujours d'une décision d'autorisation.

### 2.4.3 Le nouveau régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)

Le nouveau régime d'enregistrement est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2021, après homologation le 4 mars 2021 de la [décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021](#). Cette décision encadre les activités nucléaires des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires, les activités nucléaires à finalité médicale relevant de ce régime étant encadrées par une autre décision (voir chapitre 7). Ce régime s'applique à certaines sources de rayonnements ionisants, qu'elles soient sous forme de sources radioactives scellées ou non scellées et d'appareils électriques émettant des rayonnements X, dont les risques et inconvénients générés par leur détention ou leur utilisation peuvent être prévenus par le respect des prescriptions générales spécifiques que la décision fixe. La décision définit donc, outre les activités nucléaires concernées, le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée, ainsi que les conditions d'exercice (prescriptions générales spécifiques) de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants.

Son entrée en vigueur marque la deuxième étape, après celle de l'extension du régime déclaratif, de la mise en place effective de la réforme du contrôle du nucléaire de proximité visant à mieux concrétiser une approche graduée des risques. En effet, la décision implique des allègements notables des démarches administratives par rapport à celles imposées aux activités nucléaires soumises à autorisation : un dossier de demande dont le contenu est simplifié (tant en matière d'informations à renseigner que de pièces justificatives à fournir), des durées d'enregistrement de dix ans par défaut (voire, pour certaines activités nucléaires, par défaut illimitées), la possibilité de réaliser sa demande d'enregistrement sur le service de télé-enregistrement qui est disponible sur [asn.fr](#), des délais d'instruction réduits à au plus six mois, l'absence de réponse à l'issue des six mois valant de fait enregistrement de l'activité nucléaire objet de la demande.

L'entrée en vigueur du régime d'enregistrement devrait concerner à terme entre 1 200 à 2 000 exploitants des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Comme pour la déclaration, il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre qu'à l'échéance d'une période de cinq ans (1<sup>er</sup> juillet 2026). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1<sup>er</sup> juillet 2021 tiendront lieu d'enregistrement jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée.

### 2.4.4 Les statistiques de l'année 2022

#### Les fournisseurs

Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir point 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2022, 98 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 37 inspections ont été réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

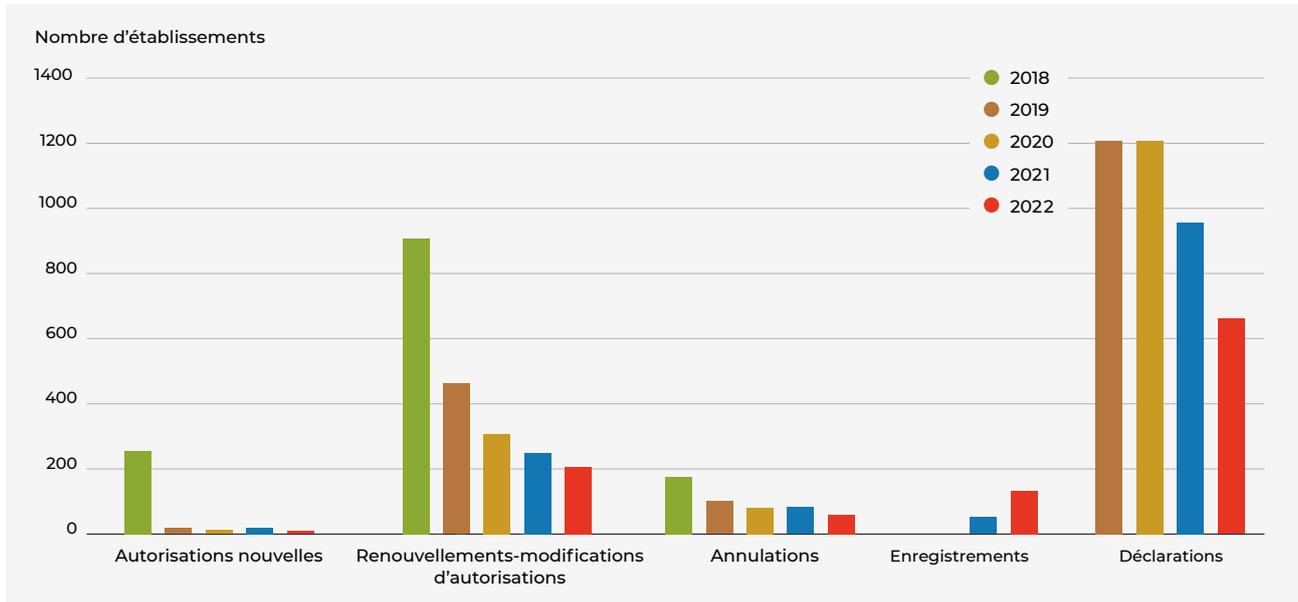
#### Les utilisateurs

##### Le cas des sources radioactives

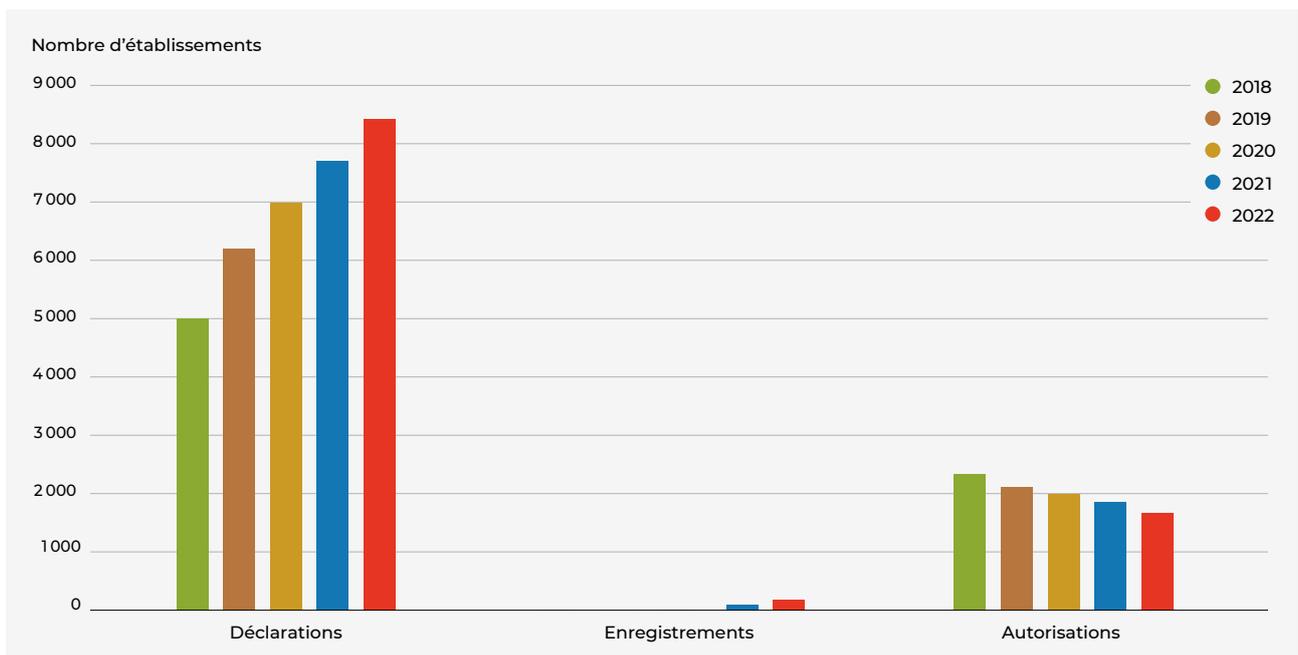
En 2022, l'ASN a instruit et notifié 9 autorisations nouvelles, 206 renouvellements ou mises à jour, 60 annulations d'autorisation

et délivré 133 décisions d'enregistrement. L'ASN a également délivré, en 2022, 661 récépissés de déclaration pour les sources radioactives scellées. Le graphique 6 présente les actes réglementaires délivrés par l'ASN pour les sources radioactives en 2022 et, le cas échéant, leur évolution sur les cinq dernières années. L'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 (voir point 2.4.2) est la raison principale de la baisse importante du nombre d'autorisations délivrées, au profit de la délivrance de récépissés de déclaration, et illustre la mise en application concrète de l'approche graduée du contrôle. Cette baisse s'accroîtra dans les exercices futurs, le nouveau régime d'enregistrement (voir point 2.4.3) applicable depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021 prenant à son tour progressivement de l'ampleur.

GRAPHIQUE 6 Autorisations, enregistrements et déclarations « utilisateur » de sources radioactives délivrés chaque année



GRAPHIQUE 7 Autorisations, enregistrements et déclarations « utilisateur » de générateurs électriques de rayonnements ionisants en vigueur au cours des cinq dernières années



Une fois l'autorisation, l'enregistrement ou le récépissé de déclaration obtenu, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant à l'Institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément à l'autorisation, à l'enregistrement ou au récépissé de déclaration délivré à l'utilisateur et à l'autorisation de son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré page 256).

**Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants**  
L'ASN est chargée, depuis 2002, du contrôle de ces appareils pour lesquels de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2022, 22 autorisations

nouvelles, 130 renouvellements ou mises à jour d'autorisation et délivré 141 décisions d'enregistrement pour l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également délivré 722 récépissés de déclaration pour des générateurs électriques de rayonnements ionisants. Comme pour les sources radioactives, la diminution importante du nombre d'autorisations délivrées et, à l'inverse, l'augmentation des récépissés de déclaration et la délivrance des premières décisions d'enregistrement sont la conséquence directe de l'entrée en vigueur des décisions n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 et n° 2021-DC-0703 du 4 février 2021 précitées.

Au total, 1673 autorisations, 178 enregistrements et 8420 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis 2002. Le graphique 7 illustre l'évolution de ces dernières années.

### 3. L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

#### 3.1 La radiographie industrielle

La radiographie industrielle est une méthode de contrôle non destructif qui consiste à obtenir une image de la densité de matière d'un objet traversé par un rayonnement électromagnétique X ou gamma (gammagraphie). L'image est obtenue grâce à un détecteur qui peut être un film argentique, un écran photostimulable à mémoire réutilisable ou un ensemble de détecteurs numériques.

La radiographie industrielle permet notamment d'apprécier les défauts d'homogénéité dans les matériaux, par exemple les cordons de soudure, ou de contrôler leur fatigue. Elle est fréquemment employée lors d'opérations de fabrication ou de maintenance, dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement.

La radiographie peut être menée dans une installation (qui assure alors la protection physique des opérateurs par des dispositifs de radioprotection et de sécurité) ou en conditions de chantier (où une zone d'opération doit alors être matérialisée).

##### 3.1.1 Les différentes méthodes utilisées

###### La gammagraphie

Les appareils de gammagraphie contiennent le plus souvent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre.

Il se compose principalement de :

- un projecteur de source, servant de conteneur de stockage et assurant une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;
- une gaine d'éjection, destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et une télécommande, permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors du projecteur, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à 1 mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour

les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, ces activités de gammagraphie sont fréquemment menées sur des chantiers dans des conditions difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigü). À ce titre, c'est une activité à fort enjeu de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

###### La radiographie industrielle par rayonnements X

Les appareils de radiographie industrielle par rayonnements X sont très variés, allant d'appareils fixes (intégrés dans une installation de taille très variable) à des appareils de chantier qui peuvent être utilisés aussi bien en conditions de chantier qu'en installation. En application du principe d'optimisation, ils doivent se substituer aux appareils de gammagraphie lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent car leur utilisation permet d'éviter la mise en œuvre d'une source radioactive.

En dehors du contrôle non destructif, ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

##### 3.1.2 L'évaluation de la radioprotection

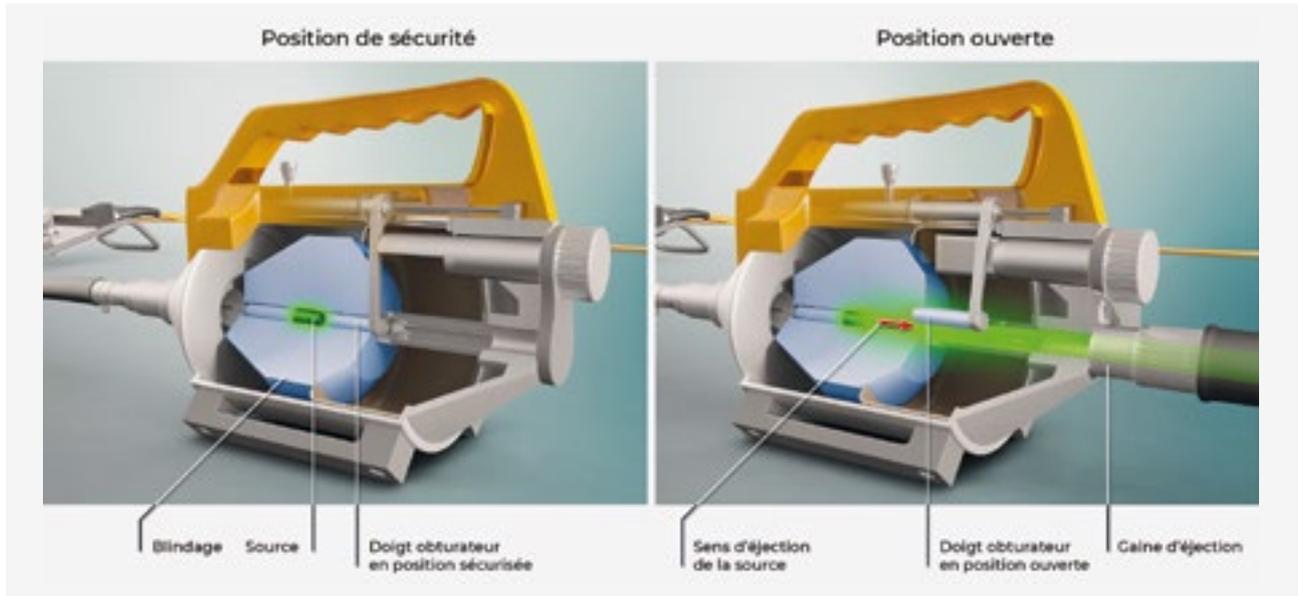
Les activités de radiographie industrielle représentent de forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN.

En 2022, l'ASN a mené 144 inspections sur ce thème, ce qui est stable par rapport aux trois exercices précédents. Parmi ces inspections, 60 ont été réalisées de manière inopinée lors de chantiers qui se déroulent également de nuit.

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN constate que la quasi-totalité des entreprises concernées utilise couramment ce système pour déclarer leurs chantiers. Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :

- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ou annulés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneuse d'ordre) ;

SCHÉMA DE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN GAMMAGRAPHE



LA GAMMAGRAPHIE AU SÉLÉNIUM-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 présente des avantages notables en matière de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts (mSv) par heure et par térabecquerel (TBq) à 1 mètre de la source en sélénium-75, contre 130 millisieverts par heure par térabecquerel pour l'iridium-192. Son utilisation est possible en

remplacement de l'iridium-192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres de sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident. En France, environ 20% des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Le déploiement du sélénium-75 stagne ces dernières années. En particulier, le contexte géopolitique actuel (sanctions contre la Russie en raison de la guerre en

Ukraine) entraîne une réorganisation de la filière mondiale d'approvisionnement de sources de gammagraphie, s'accompagnant notamment de retards de livraison. Néanmoins, des voies diverses d'approvisionnement ont été mises en place ces dernières années par le fournisseur de ces sources, et de nouvelles sont explorées. L'ASN encourage donc toujours l'utilisation du sélénium-75 quand elle est possible.

- l'exhaustivité de déclaration des chantiers ;
- l'identification de l'appareil utilisé lors du chantier (appareil de gammagraphie ou à rayonnements X).

L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à la désignation d'un conseiller en radioprotection, au suivi dosimétrique des travailleurs et à la délimitation radiologique de leurs installations (moins de 10% d'écarts relevés). Par ailleurs, les inspecteurs ont constaté que la fréquence réglementaire de la maintenance des appareils de gammagraphie est plutôt respectée (aucun écart relevé pour les projecteurs, 7% d'écarts constatés pour les accessoires). De même, les opérateurs contrôlés par l'ASN disposaient presque tous, lorsque cela était nécessaire, du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) prévu par l'article R. 4451-61 du code du travail (seuls 3 écarts constatés, tous concernant une utilisation en installation).

Les inspecteurs ont également relevé que les efforts déployés par les entreprises pour assurer la formation des travailleurs classés nouvellement arrivés avaient été maintenus. Ainsi, en 2022, cette information a été correctement dispensée auprès des nouveaux arrivants, dans 91% des établissements concernés inspectés.

Par ailleurs, si les inspections n'ont révélé qu'un seul écart concernant le respect des autorisations délivrées par l'ASN en matière de radionucléide ou d'activité maximale détenus, les

entreprises doivent toutefois être plus rigoureuses afin d'assurer la concordance de leur inventaire de sources radioactives scellées détenues avec l'inventaire national tenu par l'IRSN.

L'ASN juge toujours préoccupants les écarts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers (observés lors de quasiment une inspection sur trois). L'ASN souligne que le manque de préparation et de coopération, en amont des chantiers, entre les donneurs d'ordre et les entreprises de radiographie (notamment le défaut d'établissement d'un plan de prévention précis) est une des causes de ces écarts.

L'ASN rappelle que le balisage doit être posé avant le début du chantier, donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie, qu'il doit être continu et que des signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Pour s'assurer que la valeur réglementaire de dose efficace intégrée sur une heure soit respectée en limite de balisage, il est essentiel qu'une ou plusieurs mesures soient effectuées et que leurs résultats soient enregistrés. Le zonage et son balisage constituent en effet la principale barrière de sécurité en conditions de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles. L'ASN reste donc très vigilante sur ce point, qui fait l'objet d'un contrôle systématique lors des inspections réalisées sur les chantiers. Des sanctions pénales ont par ailleurs déjà été proposées en cas de manquements graves.

## GAMMAGRAPHIE : DES ACCIDENTS GRAVES À L'ÉTRANGER

En France, les accidents en gammagraphie restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979, où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 GBq. Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. Ceci ne doit pas être perçu comme un acquis. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont parfois eu des effets graves. Dans les dernières années, parmi les exemples dont l'ASN a eu connaissance et qui confirment les risques auxquels des actions inappropriées peuvent exposer les opérateurs :

- en 2022, aux États-Unis, une équipe de trois opérateurs d'une société de contrôle non destructif procédait à des tirs de gammagraphie. Un des opérateurs se trouvait à proximité de la source de cobalt-60 lorsqu'elle a été éjectée par son collègue qui n'avait pas de visuel direct. Étant donné l'environnement très sonore du chantier, l'opérateur n'a pas entendu l'alarme de ses appareils de mesure et a été exposé pendant environ une minute à une dose de 55 millisieverts (mSv) ;
- en 2022, en Belgique, un radiologue a été exposé (14 mSv corps entier, dose extrémité non précisée) à une source de sélénium-75 pendant un bref instant (60 à 90 secondes) lorsqu'il a voulu déconnecter le collimateur de l'appareil alors que la source y était encore présente. L'alarme de son dosimètre opérationnel n'a pas fonctionné car celui-ci n'avait plus de pile ; de plus, l'opérateur n'était pas muni de son radiamètre. C'est l'alarme du dosimètre opérationnel de son assistant qui s'est déclenchée lorsque celui-ci s'est approché de la source, qui a permis d'identifier l'incident ;
- en 2022, en Hongrie, un opérateur a été exposé lors de la manipulation du collimateur et de la gaine d'éjection, à environ 134 mSv, la source de sélénium-75 n'étant pas rentrée en position de sécurité dans le projecteur ;
- en 2021, aux États-Unis, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 70 mSv (corps entier) alors qu'il procédait à des tirs de gammagraphie au sein d'une installation dédiée. Les procédures en vigueur au moment de cet accident permettaient la présence de l'opérateur à l'intérieur de l'installation, même lorsque la source était en position d'irradiation. L'employé d'une autre société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 93 mSv (corps entier) en manipulant un projecteur de gammagraphie défaillant dont la source n'était pas en position de sécurité. Ces deux événements ont été classés au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2021, en Serbie, une source d'iridium-192 s'est décrochée du câble de télécommande lors d'un contrôle non destructif réalisé en extérieur. Les deux opérateurs n'ont pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité à la fin du contrôle et ne se sont aperçus de son absence qu'à leur retour dans leur société. La source a été retrouvée le lendemain après intervention d'un laboratoire spécialisé. Les deux opérateurs ont été exposés à des doses de 451 mSv et de 960 mSv ;
- en 2021, en Espagne, deux employés d'une société de contrôle non destructif ont été exposés en accédant à un bunker de gammagraphie, alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité (source bloquée). Le dosimètre à lecture différée du premier employé a indiqué une dose d'environ 70 mSv, et d'environ 3 sieverts (Sv) pour le second. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2020 aux États-Unis, un radiologue et deux aides radiologues effectuant des contrôles non destructifs dans une unité de production d'asphalte ont été exposés à des doses corps entier de 636, 104 et 26 millisieverts (mSv) en tentant de réintégrer la source dans le projecteur de gammagraphie alors que la gaine d'éjection avait été écrasée lors de la chute d'un support provenant d'une cuve de stockage. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2019, en Espagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à environ 200 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité. Le dispositif d'asservissement de l'ouverture de porte permettant d'interdire l'accès au bunker en cas d'émission de rayonnements ionisants n'a pas fonctionné en raison de la défaillance du système de mesure de l'ambiance radiologique. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES. La même année, un accident similaire a eu lieu en Allemagne : deux employés ont été respectivement exposés à 100 et 30 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité et que la vérification de l'ambiance radiologique n'avait pas été effectuée. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES.

Les données antérieures à 2019 sont consultables dans les éditions précédentes de ce rapport annuel. Ces éditions sont disponibles sur [asn.fr](http://asn.fr), rubriques « L'ASN informe », « Publications », « Rapports de l'ASN ».

08

La récurrence des écarts observés depuis plusieurs années sur la mise en place et la signalisation de la zone d'opération a amené l'ASN à adresser, en 2021, un [courrier circulaire](#) à l'ensemble de la profession lui demandant notamment de renforcer sa vigilance sur ce point. L'ASN rappelle également que, dans le cas de la gammagraphie, l'approche du projecteur avec un appareil de mesure, afin de s'assurer que la source radioactive est bien en position de sécurité dans celui-ci, est indispensable. Il est encore trop souvent constaté que ce contrôle n'est pas réalisé ou qu'il n'est pas fait jusqu'au nez du projecteur (raccord entre le projecteur et la gaine d'éjection), ce qui pourrait entraîner des expositions importantes des opérateurs en cas de défaillance matérielle.

Par ailleurs, l'ASN constate que la qualité des dossiers techniques qu'elle est amenée à instruire, dans le cadre de la préparation ou des suites d'inspections et lors des demandes d'autorisation qui lui sont adressées, est hétérogène. Les entreprises doivent notamment être plus vigilantes sur les rapports établissant la conformité de leurs installations aux référentiels techniques appropriés. L'ASN

relève encore trop souvent des erreurs, notamment lorsque la réalisation de ces rapports a été sous-traitée, erreurs conduisant parfois à des non-conformités.

L'ASN juge les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs globalement bien maîtrisés par les entreprises, lorsque cette activité est réalisée dans une installation conforme à la réglementation applicable.

La France offre un bon maillage d'installations fixes de radiographie industrielle. En effet, il y a en 2022 :

- 96 installations de gammagraphie autorisées (36 installations de gammagraphie et 60 installations mixtes, c'est-à-dire pouvant accueillir soit des gammagraphes, soit des appareils électriques émettant des rayonnements X) ;
- 493 installations de radiographie par rayonnements X autorisées (421 installations mettant en œuvre des appareils électriques, 60 installations mixtes et 12 installations mettant en œuvre des accélérateurs).

### LA PERTE DE CONTRÔLE DE LA SOURCE EN GAMMAGRAPHIE

La perte de contrôle de la source (« blocage de source ») est l'une des principales causes d'accidents dans le domaine de la gammagraphie. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

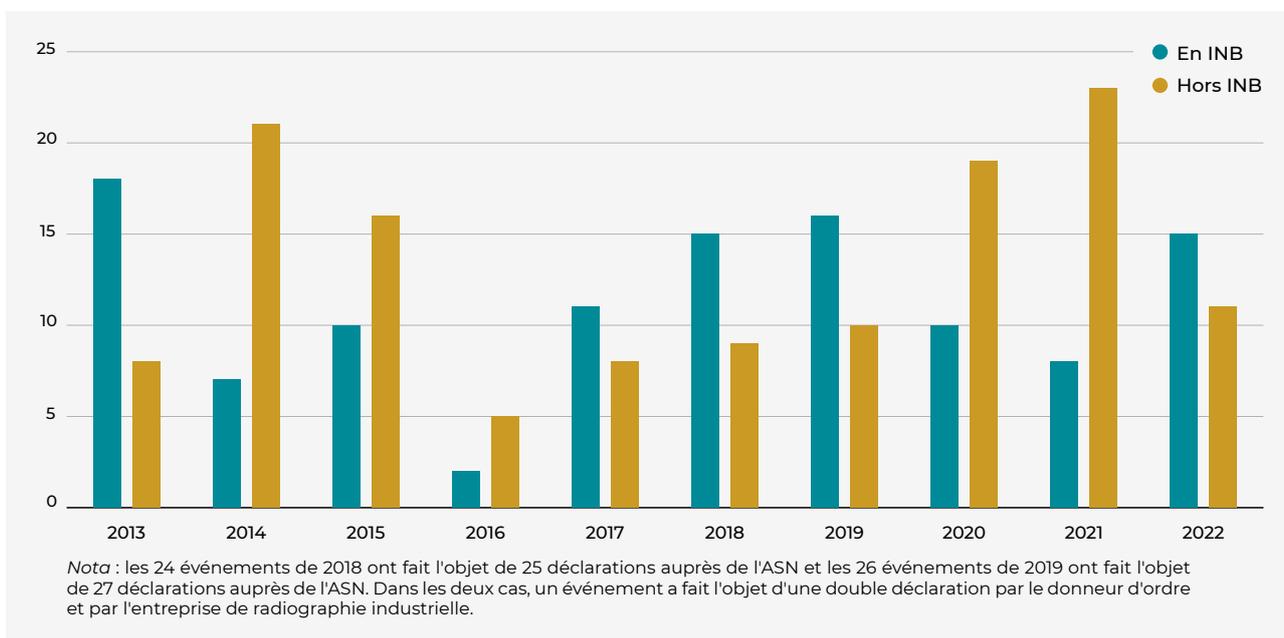
- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine

du blocage est souvent liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de celle-ci ;

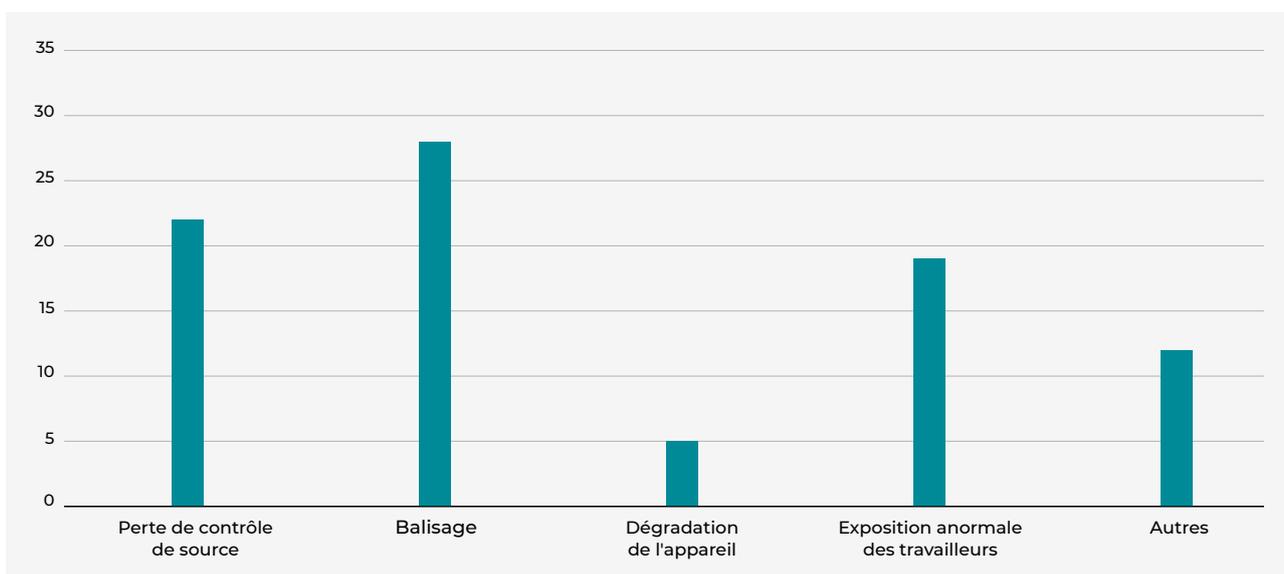
- l'obturation à l'avant du projecteur n'est pas complète, en raison soit de la présence de corps étrangers dans le canal empêchant la rentrée complète de la source, soit de la rupture du doigt obturateur.

En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de « blocage de sources ».

GRAPHIQUE 8 Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle



GRAPHIQUE 9 Principaux facteurs de déclaration à l'ASN des événements significatifs en radiographie industrielle sur la période 2020-2022



## RETOUR SUR LES CONTRÔLES LIÉS À LA PROTECTION DES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Depuis 2019, lors de ses inspections dans les établissements détenant des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, unitaires ou en lots, l'ASN contrôle la réglementation relative à la protection des sources contre la malveillance et a mis en place des indicateurs suivis au niveau national.

Ce suivi s'est adapté à l'entrée en vigueur progressive des exigences de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié, au 1<sup>er</sup> janvier 2021 (dispositions organisationnelles) et au 1<sup>er</sup> janvier 2022 (dispositifs techniques). Le nombre de points de contrôle systématiquement vérifiés de façon homogène au cours de l'ensemble des inspections est donc progressivement passé de 4 à 6 puis à, au plus 10, au 1<sup>er</sup> janvier 2022 (les dispositifs techniques sont plus nombreux pour les sources ou lots de catégorie A ou B que pour ceux de catégorie C; par ailleurs certains points de contrôle portent sur les véhicules de transports que la majorité de responsables d'activité nucléaire ne possèdent pas, préférant sous-traiter cette fonction).

### Notas :

**1°** Parmi l'ensemble des points de contrôle, quatre d'entre eux portent sur des questionnements issus d'obligations figurant dans les annexes non publiées de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié. Ils ne peuvent donc faire l'objet d'une publication;

**2°** Les évolutions indiquées dans le secteur médical doivent être prises avec précaution puisque le nombre de contrôles dédiés à la malveillance y est relativement réduit;

**3°** Le cumul des réponses depuis 2019 permet d'avoir un certain recul, mais cela ne concerne que les deux premiers indicateurs, les autres ayant été mis en place plus tard.

### Classification des sources ou lots de sources radioactives

Ce critère et le suivant sont suivis depuis 2019. Les constats 2022 peuvent donc être comparés au résultat du cumul des années 2019-2021.

En 2022, 80% des contrôles réalisés dans les établissements industriels n'appellent pas de commentaire sur ce point. Ce bon résultat 2022 est en progression d'environ 30% sur les constats qui ont pu être réalisés sur la période 2019-2021. Sur les établissements restants, 10% environ n'ont engagé aucune action.

De même, 90% des établissements médicaux contrôlés ont réalisé la classification de leurs sources. L'évolution de situations conformes entre 2022 et les trois années précédentes progresse de plus de 30%.

La situation des sites qui n'ont pas encore procédé à cette classification engendre nécessairement des non-conformités, puisque de cette évaluation découle les dispositifs techniques du plan de protection contre la malveillance à mettre en œuvre depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2022.

### Autorisations nominatives

Elles sont délivrées par le responsable de l'activité nucléaire afin de permettre l'accès aux sources, leur convoyage ou l'accès aux informations relatives aux moyens ou mesures les protégeant.

Dans les établissements industriels contrôlés en 2022, plus de 60% ont délivré les autorisations nécessaires de façon adaptée. Cela représente une progression de 60% par rapport à ce qui avait été examiné sur 2019-2021. Le taux de situation sans aucune autorisation est dorénavant marginal (moins de 5%). Toutefois, la situation peut encore être améliorée dans près de 25% des constats de 2022.

Dans le secteur médical, la situation est similaire (même si l'indicateur est moins représentatif puisque le nombre de contrôles réalisés y est inférieur à celui du secteur industriel) avec 50% de constatations conformes. C'est cependant une progression de situations régulières d'un peu moins d'un facteur 2 par rapport au cumul 2019-2021.

### Politique de protection contre la malveillance

Cet indicateur (ainsi que le suivant) n'a été mis en place qu'en 2021 puisqu'une déclaration générale de la direction d'engagement en matière de protection contre la malveillance et sa diffusion n'étaient demandées par la réglementation qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2021. Cette disposition concourt à l'acquisition d'une culture de sécurité de l'entreprise, y compris en matière de cybersécurité, ce qui est par nature, un processus long. Elle n'est pas suffisante, mais doit permettre un élan pour que l'organisation se préoccupe de la question de la malveillance.

Dans le secteur industriel, si une telle politique existe dans plus de 70% des situations examinées en 2022, 15% méritent une diffusion mieux adaptée. Les cas qui n'appelaient pas de commentaire lors de l'inspection ont progressé de 30% par rapport à l'an passé.

Pour le secteur médical, la proportion de sites contrôlés disposant d'une déclaration de la direction a augmenté par rapport à l'an passé. Toutefois, la proportion des situations où la communication est apparue insuffisante à l'inspection a fortement augmenté en 2022 par rapport à

l'année précédente, pour s'établir à 50% des cas cette année.

### Identification et maîtrise des informations sensibles

En 2022, presque 60% des établissements industriels contrôlés disposaient d'une procédure sur la question qui était correctement appliquée, ce qui est en progression par rapport à l'an passé. Dans un peu moins de 20% des situations, il n'existait aucun document.

Dans le secteur médical, 50% des sites ne disposaient d'aucun document sur cette question, valeur identique à celle de 2021.

### Principe des barrières

Ce point de contrôle concerne les dispositions de base prises en matière de résistance à l'effraction sur la base de critères dorénavant plus précis et donc plus sévères que précédemment. Cet indicateur, et les suivants, mis en place pour suivre les obligations entrées en vigueur en 2022 ne peuvent donc faire l'objet d'une comparaison avec les années précédentes.

Un peu moins de 40% des sites industriels contrôlés sont considérés posséder des « barrières » bien identifiées et correctement dimensionnées. Dans le secteur médical, ce taux passe à plus de 50%, mais un établissement n'a toujours pas pris en considération cet aspect de l'arrêté.

Des marges de progrès existent donc encore.

### Maintenance des dispositifs techniques de protection

Les dispositions adoptées contre la malveillance nécessitent l'installation de détecteurs rentrant dans une chaîne de composants permettant une surveillance du site. Ce matériel réclame des visites de maintenance afin de prévenir les pannes. Un programme de vérifications s'avère donc indispensable.

Dans le secteur industriel, un tel programme existe, mais n'est mis en œuvre que dans 30% des entreprises contrôlées en 2022. Dans la même proportion des situations, le sujet n'est pas traité. Le reste des cas correspond aux situations où un programme existe, mais est mal suivi ou mal adapté.

Pour le médical, le nombre de sites contrôlés avec plan de maintenance est un peu plus faible avec 25% des établissements contrôlés, mais la question n'a pas été traitée dans presque 60% des cas. Le complément, environ 15% des établissements contrôlés, dispose d'un plan inadapté ou mal suivi.

Ce maillage permet ainsi à 83% des professionnels de proposer des prestations de radiographie industrielle en installation (57% pour la gammagraphie).

Malgré la disponibilité des installations, l'ASN constate encore trop souvent que des pièces radiographiées au cours de chantiers pourraient être aisément déplacées dans une installation. Outre l'optimisation des doses pour les travailleurs, le risque d'indisponibilité (qui se compte en jours) du lieu du chantier, du fait de la mise en place d'une zone d'exclusion, en cas d'incident empêchant le retour de la source radioactive d'un gammagraphe en position de sécurité, serait alors éliminé.

L'ASN estime que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle, en privilégiant les prestations de radiographie industrielle dans une installation, voire en ayant recours à des technologies alternatives. En effet, pour l'application des principes de justification et d'optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de guides ayant pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

La sensibilisation de l'ensemble des acteurs est donc une priorité d'action. Les démarches régionales visant à établir des chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle, mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux (anciennes) régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Normandie, Auvergne-Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d'échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un réel intérêt.

Enfin, en 2022 comme ces dernières années, aucune surexposition d'un opérateur de radiographie industrielle n'a été déclarée à l'ASN, même si plusieurs événements significatifs liés à la perte de contrôle de la source (« blocage de source ») lors de l'utilisation d'un gammagraphe ont eu lieu. Néanmoins, et contrairement aux années précédentes, lors de la majorité de ces événements significatifs, des actions et manipulations inappropriées ou interdites ont été entreprises par les opérateurs, ayant de fait engendré une exposition inutile sans toutefois dépasser les limites réglementaires. Ces actions et manipulations compliquent en outre les interventions ultérieures nécessaires pour un retour à une situation normale.

L'ASN rappelle l'obligation, pour tous les utilisateurs de gammagraphes, de respecter la conduite à tenir face à une situation de « blocage de source » hors du projecteur, laquelle consiste dans la phase d'urgence, à cesser immédiatement toute manipulation du projecteur ou de ses accessoires, à mettre en place rapidement un périmètre de sécurité pour éviter toute nouvelle exposition aux rayonnements ionisants et à prendre contact pour assistance avec le fournisseur de l'appareil.

L'ASN reste particulièrement vigilante à la gestion de ces événements. La nécessité de prévoir une organisation d'urgence permettant de gérer le cas échéant un tel événement a d'ailleurs été rappelée dans le [courrier circulaire](#) envoyé aux professionnels par l'ASN en 2021. En cas de manquements graves, des sanctions pénales ont déjà été prononcées et continueront de l'être.

## 3.2 Les irradiateurs industriels

### 3.2.1 Les équipements utilisés

L'irradiation industrielle est utilisée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également utilisée afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux pour le durcissement des polymères, par exemple.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement).

Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l'activité peut être très importante et dépasser 250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées INB (voir chapitre 12). Dans de nombreux secteurs, l'utilisation de sources scellées de haute activité pour l'irradiation de produits est progressivement remplacée par l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

### 3.2.2 L'état de la radioprotection

Hors INB, l'ASN a effectué, de 2019 à 2022, 16 inspections (dont 3 en 2022) dans ce secteur, sur les 25 établissements actuellement autorisés. Il ressort de ces contrôles que l'organisation de la radioprotection (notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection), le zonage mis en place chez les exploitants inspectés, l'information des nouveaux arrivants et le renouvellement des vérifications sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n'ayant été constaté. Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont globalement correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation.

Toutefois, l'ASN a fait le constat, lors d'environ une inspection sur quatre, que certains dispositifs de sécurité mériteraient d'être ajoutés ou leur vérification améliorée.

Par ailleurs, lors d'environ une inspection sur trois, l'ASN a constaté que l'opérateur a pénétré à l'intérieur de l'installation d'irradiation sans appareil de mesure de la radioactivité, alors même que la vérification du niveau de l'ambiance radiologique permet de s'assurer que la source radioactive scellée est bien retournée en position de sécurité dans sa protection biologique, évitant ainsi toute exposition accidentelle.

La disponibilité et le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité ainsi que les mesures de prévention à prendre par les opérateurs resteront des points particuliers d'attention pour les prochaines inspections de l'ASN dans ce secteur.

## 3.3 Les accélérateurs de particules

### 3.3.1 Les équipements utilisés

Un accélérateur de particules est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 mégaelectronvolt (MeV).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'[article R. 593-3 du code de l'environnement](#) relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend

en France 66 établissements autorisés<sup>(1)</sup> (hors cyclotrons – voir point 4.2 – et hors INB), détenant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisés dans des domaines très divers, tels que :

- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur, etc.);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- autres.

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire de Lure) à Gif-sur-Yvette.

Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mise en œuvre exclut tout risque d'activation des matières contrôlées;
- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de

transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de migrants clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

### 3.3.2 L'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées.

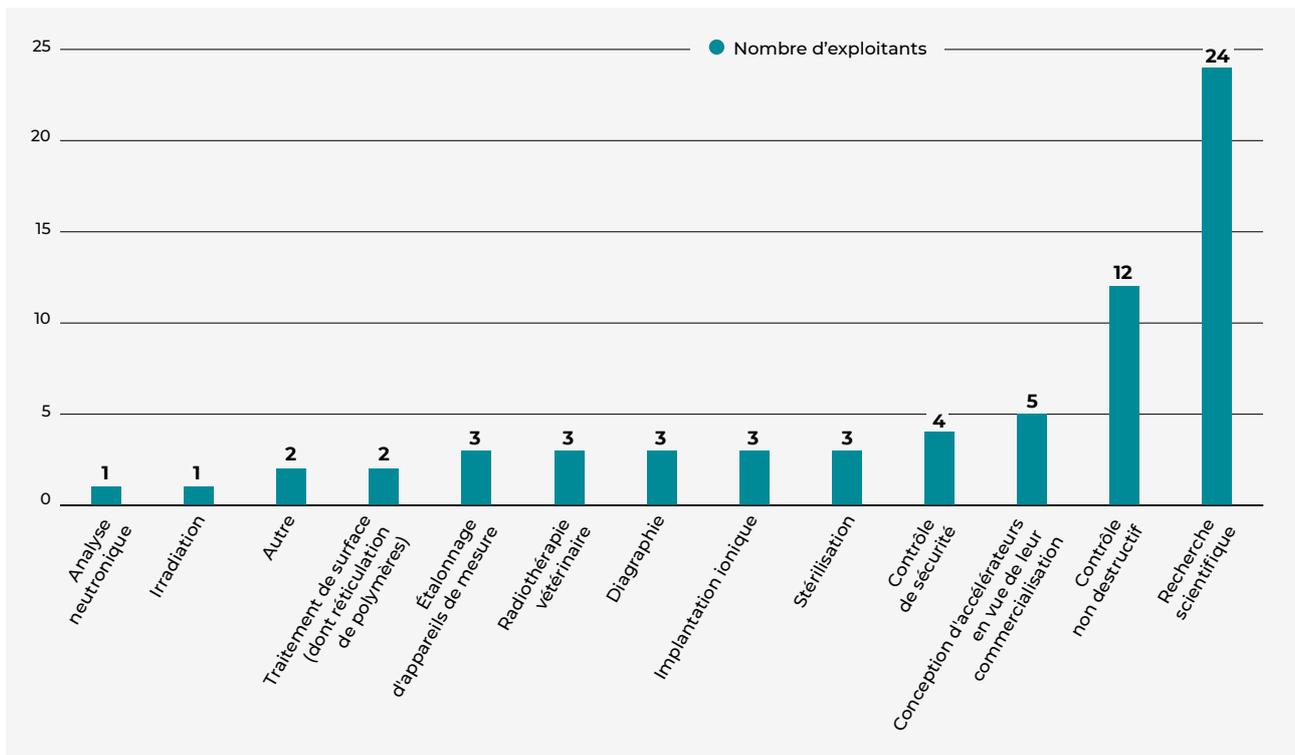
Entre 2019 et 2022, 55 établissements équipés de ces appareils (dont 17 en 2022) ont été contrôlés par l'ASN.

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, information et formation, vérifications techniques, zonage radiologique et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, ces inspections ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante :

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques des équipements de travail ainsi que le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelés à cette occasion;

GRAPHIQUE 10 Répartition des accélérateurs de particules par finalité d'utilisation en 2022



1. Auxquels s'ajoutent sept autorisations d'utilisation d'un accélérateur, soit en conditions de chantiers, soit pour une utilisation partagée d'un équipement dont la détention est réglementée par l'autorisation de l'autre partie.

## LES SYNCHROTRONS

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes : le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les « lignes de lumière », et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

## LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux, etc. Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium, carbone-14, etc.). Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60, etc.) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules ;
- le bon fonctionnement du signal sonore associé à la procédure de ronde, cette dernière permettant de s'assurer de l'absence de personnes dans le local avant de pouvoir autoriser l'émission de rayonnements ionisants ;
- la disponibilité d'un nombre suffisant d'appareils de mesure de la radioactivité pour les opérateurs qui accèdent à ces locaux et le maintien de ces appareils en conditions opérationnelles.

Enfin, en ce qui concerne le REX, aucun événement significatif de radioprotection (ESR) n'a été déclaré à l'ASN en 2022, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. Au cours de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (la diffusion de messages d'information en plusieurs langues, par exemple) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules contrôlés. Cette exposition, bien que non justifiée, demeure néanmoins très faible, avec des doses efficaces reçues de l'ordre de quelques microsieverts par personne.

2. Parmi ces inspections, neuf concernaient exclusivement la mise en œuvre de sources radioactives scellées ou d'appareils émettant des rayonnements X.  
3. Une hausse significative des inspections avait eu lieu entre 2020 et 2021 en raison du report en 2021 des inspections qui n'avaient pu se tenir en 2020 pour cause de pandémie de Covid-19.

## 3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées

### 3.4.1 Les équipements utilisés

Dans le secteur de la recherche, l'ASN dénombrait, au 31 décembre 2022, 565 autorisations et 70 enregistrements délivrés au titre du code de la santé publique, dont près de 90 % délivrés à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Le nombre d'autorisations est en diminution constante et s'explique par la cessation d'utilisation de sources de rayonnements ionisants au profit de technologies alternatives qui n'utilisent plus de propriétés ionisantes, mais également par les changements de régime intervenus ces dernières années. En effet depuis 2019, certaines activités nucléaires sont passées du régime d'autorisation au régime de déclaration (voir point 2.4.2) et, depuis juillet 2021, d'autres activités sont désormais soumises au régime d'enregistrement (voir point 2.4.3). Ce nouveau régime vise en particulier la détention/utilisation de sources non scellées, jusqu'alors uniquement régie par le régime d'autorisation.

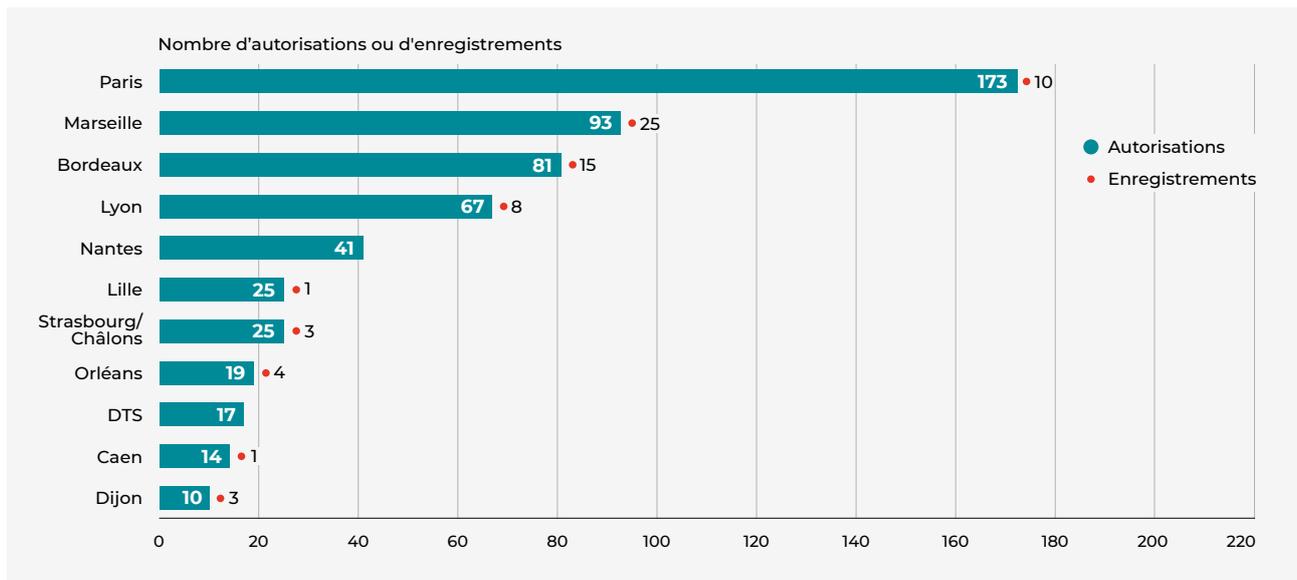
Les bascules totales des laboratoires de recherche du régime d'autorisation vers celui de l'enregistrement vont se poursuivre au cours des prochaines années, notamment pour les laboratoires qui réduisent les quantités de radionucléides manipulés. Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux, etc. Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication de radionucléides.

### 3.4.2 L'état de la radioprotection

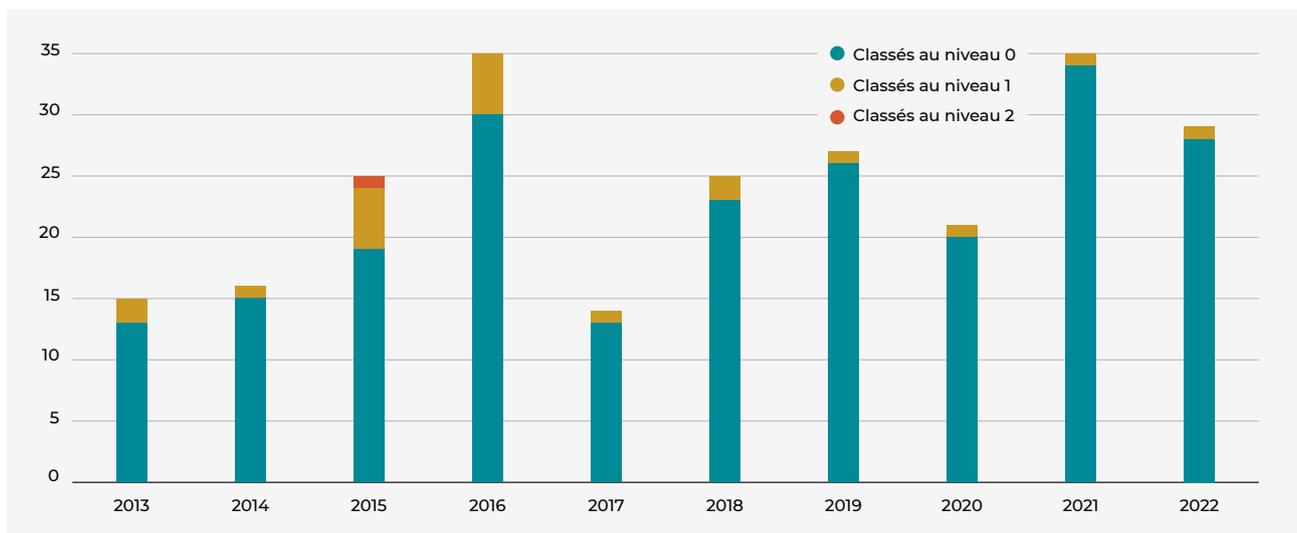
En 2022, l'ASN a procédé à 43 inspections dans ce secteur<sup>(2)</sup> (contre 51 inspections réalisées par an en moyenne sur la période de 2020-2022<sup>(3)</sup>). De manière générale, il en ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection, qui tend à se déployer.

Parmi les progrès constatés en 2021 et confirmés en 2022, l'ASN souligne une bonne implication des conseillers en radioprotection (CRP), du fait notamment de l'allocation de moyens dédiés et de leur interaction avec les équipes de recherche, permettant ainsi une meilleure prise en compte de la radioprotection.

GRAPHIQUE 11 Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés ou enregistrés mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants dans le domaine de la recherche en 2022



GRAPHIQUE 12 Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche de 2013 à 2022



08

L'ASN a, *a contrario*, identifié des axes de progrès, qui resteront des points de vigilance lors des prochaines inspections, notamment dans les conditions d'entreposage des déchets et dans la réalisation et la traçabilité des contrôles avant leur élimination finale. Les inspections de 2022 ont également mis en lumière la nécessité pour les exploitants de renforcer leur rigueur en matière de respect des prescriptions de leurs autorisations, notamment celle relative à l'activité maximale détenue. Celle-ci est parfois dépassée, soit en raison de la découverte de sources radioactives « historiques » qui s'ajoutent à celles déjà effectivement autorisées en détention, soit en raison d'un inventaire incomplet des sources détenues sur sites.

L'ASN estime donc que les conditions d'entreposage et d'élimination des sources radioactives scellées en fin de vie, des déchets et des effluents radioactifs restent les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche. Cette situation est particulièrement prégnante dans les universités, qui ont historiquement entreposé leurs sources radioactives scellées

périmées et leurs déchets contaminés par des radionucléides, parfois sur de très longues durées, au lieu de les évacuer régulièrement, ce qui aujourd'hui pose deux difficultés principales :

- face à leur diversité, la reprise des déchets radioactifs et des sources radioactives périmées ne peut s'effectuer qu'après une identification et une caractérisation précise ;
- cette reprise, à laquelle s'ajoute le cas échéant la caractérisation préalable, a un coût financier important, qui n'a souvent été ni anticipé ni budgété.

Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées perdurent.

En 2022, face à l'inaction persistante d'un centre universitaire pour caractériser et rechercher des filières d'élimination adaptées à ses sources radioactives scellées en fin de vie et à ses déchets, l'ASN a pris une décision de mise en demeure ; le centre a depuis initié les démarches nécessaires afin de remédier à cette situation historique.

Parallèlement, l'ASN a mis en place un suivi rapproché de certaines antennes de recherche sur les thématiques de la gestion des sources et des déchets ou du suivi de leurs autorisations.

En ce qui concerne la radioprotection des travailleurs, l'arrêté du 23 octobre 2020 portant sur les vérifications de radioprotection des équipements et des lieux de travail donne plus de responsabilités aux conseillers en radioprotection en la matière. Quelques écarts sont à noter concernant l'absence de mise en œuvre complète du programme des vérifications périodiques (vérifications incomplètes ou manquantes) ou de leur réalisation; la situation s'améliore cependant depuis 2021. Ce point continuera à faire l'objet d'un suivi particulier lors des prochaines inspections.

Enfin, dans près de 85 % des sites inspectés, la vérification périodique de l'étalonnage de l'instrumentation de radioprotection est réalisée, avec la bonne périodicité et cette instrumentation est en état de bon fonctionnement.

76% des établissements inspectés disposent de systèmes d'enregistrement et d'analyse des événements indésirables et des ESR. En 2022, l'ASN a enregistré 29 ESR concernant les activités de recherche (voir graphique 12), dont un seul classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Les trois quarts des ESR déclarés sont principalement de deux types :

- la découverte de sources (59%);
- la contamination légère de l'environnement de travail lors de la manipulation de sources (24%).

Les cinq autres événements déclarés sont d'origines diverses (perte ou vol de sources, blocage de source dans un appareil de gammagraphie – voir point 3.1.1 – utilisé à des fins de recherche, marquage d'un dosimètre en raison d'un mauvais rangement et absence d'autorisation de détention d'un radionucléide).

Les découvertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale : cela résulte souvent d'une absence d'action visant à leur élimination au moment de la cessation d'activité des laboratoires, ou d'une tenue irrégulière et incomplète des inventaires de sources, comme susmentionné. Ces découvertes fortuites l'ont été le plus souvent à l'occasion de travaux d'aménagement de locaux en sous-sol ou non utilisés depuis plusieurs années.

En ce qui concerne les cas de contamination de l'environnement de travail, les principales causes identifiées sont liées à la présence sur le sol de radionucléides sous forme non scellée due à des manipulations antérieures, au dysfonctionnement d'un dispositif de gestion des effluents liquides, et à la perte d'intégrité d'une source radioactive scellée.

L'ASN poursuit également sa collaboration avec l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la recherche, compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. Une convention, signée en 2014, prévoit l'échange d'informations réciproques, permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections.

## 4. Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

### 4.1 Les enjeux

Le contrôle par l'ASN des [fournisseurs de sources](#) radioactives ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées (ou d'appareils en contenant) et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). L'ASN recense environ 115 fournisseurs à enjeux, dont 36 cyclotrons de basse et moyenne énergie, qui sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique.

Les cyclotrons servent à produire des radionucléides en sources non scellées émetteurs de positons (fluor-18 principalement). Ces radionucléides sont utilisés soit pour des applications médicales, notamment en diagnostic *in vivo* ou dans des protocoles d'essais cliniques (recherche impliquant la personne humaine), soit pour des activités à visée de recherche.

### 4.2 Les cyclotrons

#### Fonctionnement

Au 31 décembre 2022, 4 cyclotrons étaient en veille et 32 cyclotrons en service. Parmi les 32 cyclotrons en fonctionnement nominal, 25 sont utilisés pour la production de radiopharmaceutiques destinés *a minima* au diagnostic *in vivo*, finalité à laquelle s'ajoute parfois la recherche médicale ou non médicale, 5 produisent des radionucléides à des fins de recherche médicale ou non médicale,

et 2 ne fabriquent des radionucléides qu'à visée de recherche non médicale.

Pour les années 2023 et 2024, la mise en service de 3 nouveaux cyclotrons est programmée.

#### L'évaluation de la radioprotection dans les installations utilisant des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010. Chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection concernant ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier les normes NF M 62-105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 10648-2 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisés.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. Certains exploitants ont également mis en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement.

## LES CYCLOTRONS

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons, dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 MeV.

Un cyclotron est composé de deux électro-aimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons,

tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le <sup>18</sup>F-FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que le <sup>18</sup>F-choline, le <sup>18</sup>F-Na, la <sup>18</sup>F-DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres

émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période radioactive très courte.

Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 GBq par tir de production.

Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de gigabecquerels.

De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

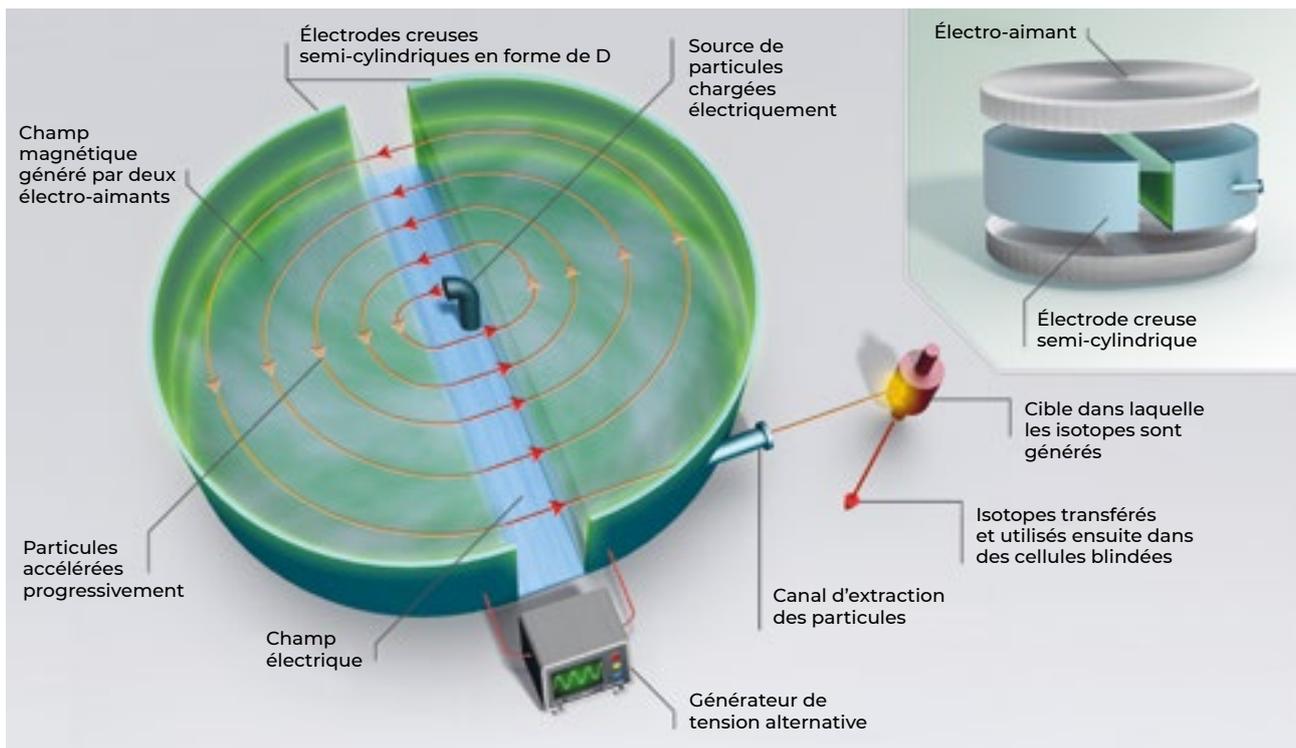
Les travaux engagés dès 2016 avec l'IRSN sur les rejets gazeux des cyclotrons dans l'environnement ont abouti en 2018 à une doctrine dont les points saillants feront l'objet d'un projet de texte réglementaire. En parallèle, de nouvelles évaluations de l'impact de rejets des installations situées à proximité d'habitations ont été réalisées, pour certains établissements, au moyen d'outils de modélisation mieux adaptés aux champs proches. En complément, l'IRSN s'est doté en 2020 d'un outil informatique permettant une estimation plus précise des impacts radiologiques par la

modélisation des rejets à proximité immédiate du site concerné et la réalisation, au besoin, de contre-expertises des études fournies par les exploitants.

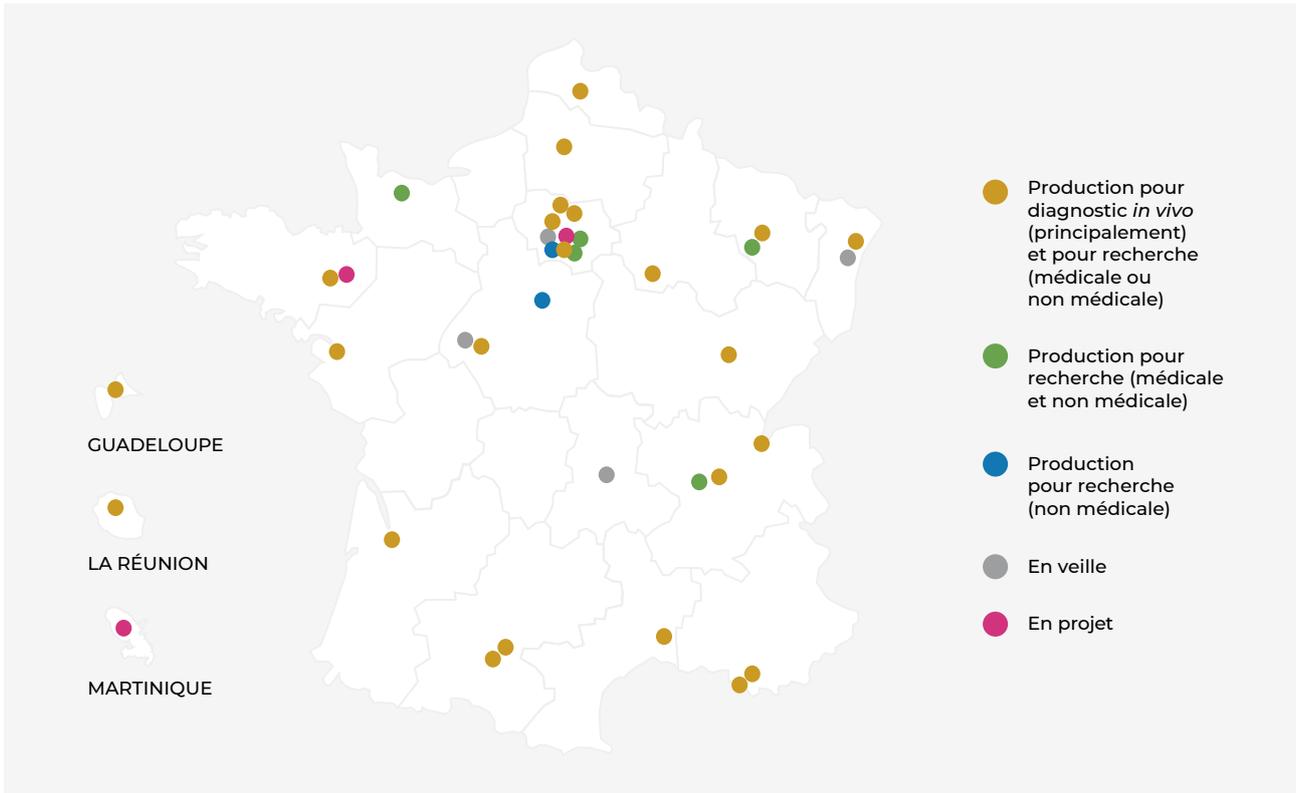
En 2022, à la demande de l'ASN, l'IRSN a mis à disposition des exploitants de cyclotrons, un document précisant les éléments méthodologiques pour l'élaboration de l'étude d'impact radiologique des rejets atmosphériques de leurs installations. Ce document détaille les différentes étapes d'une étude d'impact, notamment la caractérisation du terme source (rejets), la description précise de l'environnement local, celle des transferts dans l'environnement, en soulignant l'importance du choix de la méthode de calcul de dispersion et l'évaluation finale de la dose.

08

### SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN CYCLOTRON



IMPLANTATION DES CYCLOTRONS EN FRANCE



Il est disponible sur les sites Internet de l'ASN et l'IRSN.

Au long de cette année, une réflexion a également été menée conjointement par l'ASN et l'IRSN, en y associant les exploitants de cyclotrons, afin de préciser notamment la formulation des valeurs limites des rejets atmosphériques figurant dans les autorisations. À ce jour, seule l'activité maximale pouvant être rejetée est généralement indiquée. Les conclusions de ces travaux alimenteront ceux relatifs au futur projet de texte réglementaire relatif aux cyclotrons (voir page suivante).

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année. Neuf sites ont été inspectés en 2022, dont un pour lequel l'inspection a ciblé une nouvelle unité de retraitement des eaux enrichies en oxygène-18 (utilisées dans le processus de fabrication de radiopharmaceutiques) et contaminées notamment par du tritium, lors des phases d'irradiation du cyclotron. Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux et la gestion des déchets et effluents liquides. Dans les huit installations de production de radiopharmaceutiques, l'organisation de la radioprotection est satisfaisante puisqu'au moins une personne titulaire du CAMARI est désignée, excepté sur un site où le CRP n'était pas à jour de sa formation. Les travailleurs exposés sont formés et disposent tous d'un suivi dosimétrique adapté. À l'exception de deux sites, les vérifications périodiques, incluant la présence et le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité et d'alarme, et les maintenances sont effectuées de manière exhaustive. Enfin pour toutes les installations contrôlées, les déchets et effluents contaminés sont correctement gérés et contrôlés avant élimination ou rejets.

Enfin, des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants des deux grands groupes nationaux de production de radiopharmaceutiques et sont suivis annuellement par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Six ESR ont été déclarés en 2022 par les exploitants de cyclotrons. Aucun de ces événements n'a conduit à des expositions significatives des travailleurs ou du public.

Trois ESR avaient trait à des défauts de livraison (dans deux cas, la livraison d'une activité supérieure à l'activité maximale autorisée du client, et, pour le troisième, la livraison anticipée d'une journée en absence de commande client pour ce jour). Deux autres événements ont concerné pour l'un, la contamination (sans conséquence radiologique) du visage d'une opératrice par projection de micro-gouttelettes lors de la manipulation d'une pipette de fluor-18, et pour l'autre, le dépassement de quelques gigabecquerels de l'activité maximale manipulée en enceinte.

Enfin, un établissement a déclaré le dépassement ponctuel de sa valeur limite annuelle de rejets d'effluents gazeux radioactifs. *A posteriori*, de nouvelles vérifications à la fois des mesures et des calculs effectués, ont permis d'établir que les rejets étaient finalement restés en-deçà de la valeur limite autorisée. Cet événement avait fait l'objet d'un avis d'incident publié sur le site Internet de l'ASN et a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le REX dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron et sur la maîtrise et le suivi des rejets de leurs effluents gazeux.

Le projet de texte a déjà fait l'objet de plusieurs consultations informelles des parties prenantes et d'échanges avec la DGT ; son élaboration se poursuivra en 2023 afin de bâtir un référentiel réglementaire unique pour l'ensemble du secteur d'activité concerné. Les principales conclusions de ces travaux réglementaires sont d'ores et déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'exploitation de ces installations, afin d'inclure des prescriptions adaptées dans les décisions individuelles d'autorisation.

### 4.3 Les autres fournisseurs de sources

#### L'évaluation de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du secteur médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2022, hors cyclotrons, 28 inspections ont été réalisées chez les fabricants/distributeurs de sources radioactives scellées, des sociétés assurant la dépose de parasurtenseurs, et celles assurant la fabrication, l'installation ou la maintenance de générateurs X ou d'accélérateurs de particules (bien que n'étant pas encore soumis à une autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant ainsi les opérations de mise en service et de maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant). En complément de ce qui était fait jusqu'ici, 5 des 28 inspections réalisées ont porté sur des thématiques prioritaires autres que la fourniture de sources radioactives (protection des sources contre les actes de malveillance, maintenance d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, dépose de parasurtenseurs). Enfin, une de ces inspections a concerné un établissement étranger distribuant des sources de rayonnements ionisants sur le territoire français.

Ces inspections ont permis de contrôler environ un quart des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liés aux responsabilités des fournisseurs en matière de suivi des sources et de reprise des sources radioactives scellées auprès des utilisateurs, pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

## 5. Conclusion et perspectives

### La mise en œuvre du nouveau cadre réglementaire applicable aux activités nucléaires

En 2021, le renforcement de l'approche graduée du contrôle, basée sur une nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants, s'était poursuivi avec l'entrée en vigueur des décisions relatives au régime d'enregistrement. Pour l'entrée en vigueur effective de ce nouveau régime, l'ASN a développé un service de télé-enregistrement sur son site Internet, permettant le dépôt dématérialisé des dossiers de demande, et a diffusé une large information auprès des professionnels.

Afin de finaliser l'ensemble du dispositif de refonte des régimes du code de la santé publique, l'ASN a engagé en 2022 le processus de révision des trois décisions existantes relatives au contenu des dossiers de demande d'exercice d'activités nucléaires soumises au régime d'autorisation ; cette mise à jour inclura, le cas échéant, le

L'état de la radioprotection lié à l'activité de distribution de radionucléides est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui incombent aux fournisseurs (remise des documents lors de la distribution, outil de suivi des sources ou dispositifs distribués, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité d'entre eux. Ces inspections ont également permis de mieux sensibiliser les fournisseurs de sources aux évolutions réglementaires, notamment celles relatives aux mesurages et à la mise en application des dispositifs de vérifications initiales (VI) et de vérifications périodiques (VP) remplaçant les anciens « contrôles techniques » externes et internes. En outre, la définition des conditions de reprise des sources radioactives scellées en amont de leurs livraisons entre les fournisseurs et leurs clients est en amélioration par rapport à 2021, permettant ainsi une meilleure compréhension des utilisateurs quant aux obligations et modalités de reprise des sources scellées périmées (dix ans à compter de la date du premier enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture).

Cependant, ces inspections et l'analyse des déclarations d'événements significatifs ont également permis d'identifier des points de vigilance, notamment la non-réalisation systématique de l'ensemble des vérifications en amont des livraisons par tous les fournisseurs. Ces vérifications, pour lesquelles le fournisseur doit mettre en place une organisation adaptée (par des blocages informatiques ou des vérifications au cours de la préparation « physique » de la commande), incluent notamment la vérification de l'existence d'un acte administratif (décision d'autorisation ou d'enregistrement ou récépissé de déclaration) permettant au client de détenir la source concernée, la vérification du fait que la livraison de la source n'induit pas à elle seule, compte tenu des autres sources déjà présentes sur le site, de dépassement des limites autorisées, et enfin, que l'adresse de livraison est cohérente avec les lieux de détention permis.

Enfin, quatre ESR ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES en 2022. Ces incidents ont concerné la découverte de sources radioactives scellées sur un terrain rendu à un usage public et celle d'une zone de contamination limitée sur un site de production de radionucléides, le blocage d'une source de gammagraphie (voir point 3.1.1) lors d'opérations de calibration de chaînes de mesure ayant conduit à des actions inappropriées de la part de l'opérateur ainsi que l'exposition non justifiée d'un travailleur à un scanner de contrôle de fret. Les conséquences sur l'environnement ou les travailleurs concernés sont toutefois restés limitées.

volet relatif à la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements X. Ces travaux se poursuivront en 2023.

En lien avec la DGT, l'ASN poursuivra ses travaux relatifs à l'actualisation de la réglementation concernant les règles techniques de conception et les procédures de certification des appareils de radiologie industrielle ([article R. 4312-1-3 du code du travail](#)) en veillant à sa bonne articulation avec le cadre européen existant.

Enfin, l'ASN a pour objectif de finaliser le projet de décision encadrant la conception et l'exploitation des installations mettant en œuvre un cyclotron.

### Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

L'ASN a été désignée autorité de contrôle des dispositions visant à la protection des sources contre les actes de malveillance dans la majorité des installations. La publication du décret précité a

permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière: les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations les protégeant.

Ces premières dispositions en matière de protection des sources contre les actes de malveillance ont été renforcées avec l'entrée en application, au 1<sup>er</sup> janvier 2021, d'une partie de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié, qui demande d'adapter le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise à ces risques spécifiques.

S'il s'agit de nouvelles dispositions réglementaires, c'est avant tout un risque supplémentaire (tout comme la cybersécurité qui lui est liée, dès lors qu'elle concerne des informations nécessaires à la protection des sources) à gérer et à intégrer dans la culture d'entreprise, notamment par des actions de sensibilisation et d'information du personnel à renouveler périodiquement.

À ce titre, le système de management de la qualité doit intégrer les dispositions en matière de lutte contre la malveillance et la direction des entreprises concernées doit dorénavant définir et formaliser une politique de protection contre la malveillance mise en œuvre par le responsable d'activité nucléaire. Les ressources nécessaires doivent lui être attribuées, et il doit disposer des compétences nécessaires (en lui adjoignant éventuellement une personne formée sur la question) ainsi que d'une autorité suffisante.

Les dispositions adoptées doivent également prendre en compte l'aspect « cyber » afin de lutter contre la compromission des informations sensibles, aspect explicitement prévu par l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié. Une information étant amenée à être partagée, l'ensemble des correspondants de l'entreprise, internes et externes, doit être sensibilisé sur ce sujet. Afin de pouvoir disposer de règles adaptées, les informations sensibles de l'entreprise doivent être bien identifiées et délimitées.

Au 1<sup>er</sup> juillet 2022, l'ensemble de l'arrêté est entré en vigueur et les dispositifs techniques de protection physique des sources doivent avoir été mis en place, aussi bien dans les installations que sur chantier (utilisation, détention) ou lors de transports routiers.

Depuis 2019, les inspections de l'ASN abordent la question de la protection des sources contre la malveillance de façon de plus en plus complète. Des inspections entièrement consacrées à cette question ont commencé en nombre limité dès 2021, et atteindront leur « rythme de croisière » à compter de 2023.

De même, lors de l'instruction des demandes d'autorisation d'activités nucléaires, l'ASN s'assure dorénavant que les dispositions organisationnelles et matérielles nécessaires ont été mises en place. Le contenu des dossiers à produire a donc également évolué au cours des derniers exercices pour prendre en compte la protection des sources radioactives. Les formulaires de demande ont été revus en ce sens.

L'ASN a par ailleurs poursuivi les actions engagées en matière de formation de ses personnels sur cette nouvelle mission et mis à disposition des outils internes (guide d'inspection, grilles d'instruction d'une demande d'autorisation, fiches question-réponse, réseaux de correspondants régionaux).

En conclusion, certains effets tangibles de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié peuvent dès à présent être perçus: diminution du stock de sources radioactives scellées détenues par les exploitants, regroupement d'agences de radiographie industrielle ou équipement des véhicules en forte hausse en 2022.

Un début de réflexion a d'ores et déjà été engagé par l'ASN sur des évolutions du texte qui pourraient s'avérer utiles; il s'agirait davantage d'apporter des précisions et d'assouplir certaines dispositions que d'ajouter des prescriptions. Une proposition sera faite en ce sens au ministère chargé de la transition énergétique en 2023. L'année sera également mise à profit pour poursuivre, à travers les inspections, les actions d'information et de sensibilisation, notamment pour ce qui est des risques « cyber » et ceux générés lors des transports.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

AN



# Le transport de substances radioactives

<b>1</b>	<b>Les flux de transport de substances radioactives</b> .....	p. 274
<b>2</b>	<b>La réglementation encadrant les transports de substances radioactives</b> .....	p. 276
2.1	Les risques associés au transport de substances radioactives	
2.2	Le principe de défense en profondeur	
2.3	Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis	
2.3.1	Les colis exceptés	
2.3.2	Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles	
2.3.3	Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles	
2.3.4	Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium	
2.3.5	Les colis de type C	
2.4	Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport	
2.4.1	La radioprotection des travailleurs et du public	
2.4.2	La signalisation des colis et des véhicules	
2.4.3	Les responsabilités des différents acteurs du transport	
2.5	La préparation à la gestion des situations d'urgence	
2.6	La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires	
<b>3</b>	<b>Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives</b> .....	p. 281
3.1	Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection	
3.2	La protection contre les actes de malveillance	
3.3	Le contrôle du transport de marchandises dangereuses	
<b>4</b>	<b>L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives</b> .....	p. 282
4.1	Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition	
4.2	Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis	
4.2.1	Le contrôle de la fabrication des emballages	
4.2.2	Le contrôle de la maintenance des emballages	
4.2.3	Le contrôle des colis non soumis à agrément	
4.2.4	Le contrôle de l'expédition et du transport des colis	
4.2.5	L'analyse des événements relatifs au transport	
4.3	Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives	
4.3.1	Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique	
4.3.2	Participation à l'élaboration de la réglementation nationale	
4.4	Contribuer à l'information du public	
4.5	Participer aux relations internationales dans le domaine des transports	
4.5.1	Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports	
4.5.2	Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN	

Le [transport de substances radioactives](#) constitue un secteur particulier du transport de marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du [contrôle de la sûreté](#) du transport

de substances radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une [réglementation internationale](#) exigeante.

## 1. Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables, etc.). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Le transport de substances radioactives se distingue par sa grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus de 100 tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités, mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques-uns ont également lieu par voies ferrée, maritime et aérienne (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

Une majorité des colis transportés sont à destination de l'industrie ou de la recherche, non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des sources radioactives qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut, par exemple, citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

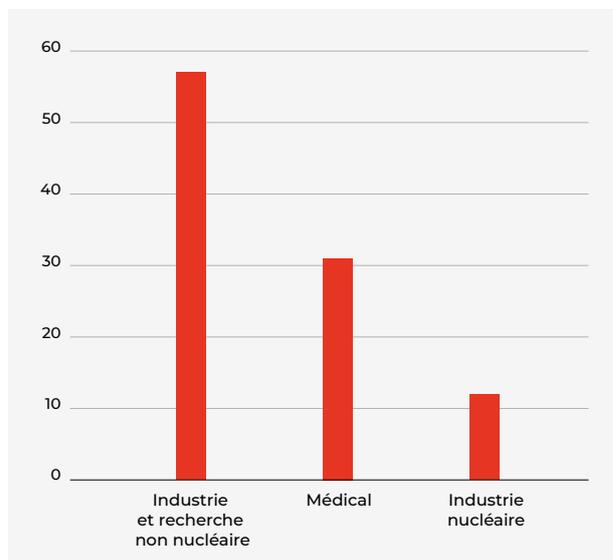
Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le secteur médical : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de 2 heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées

servant à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

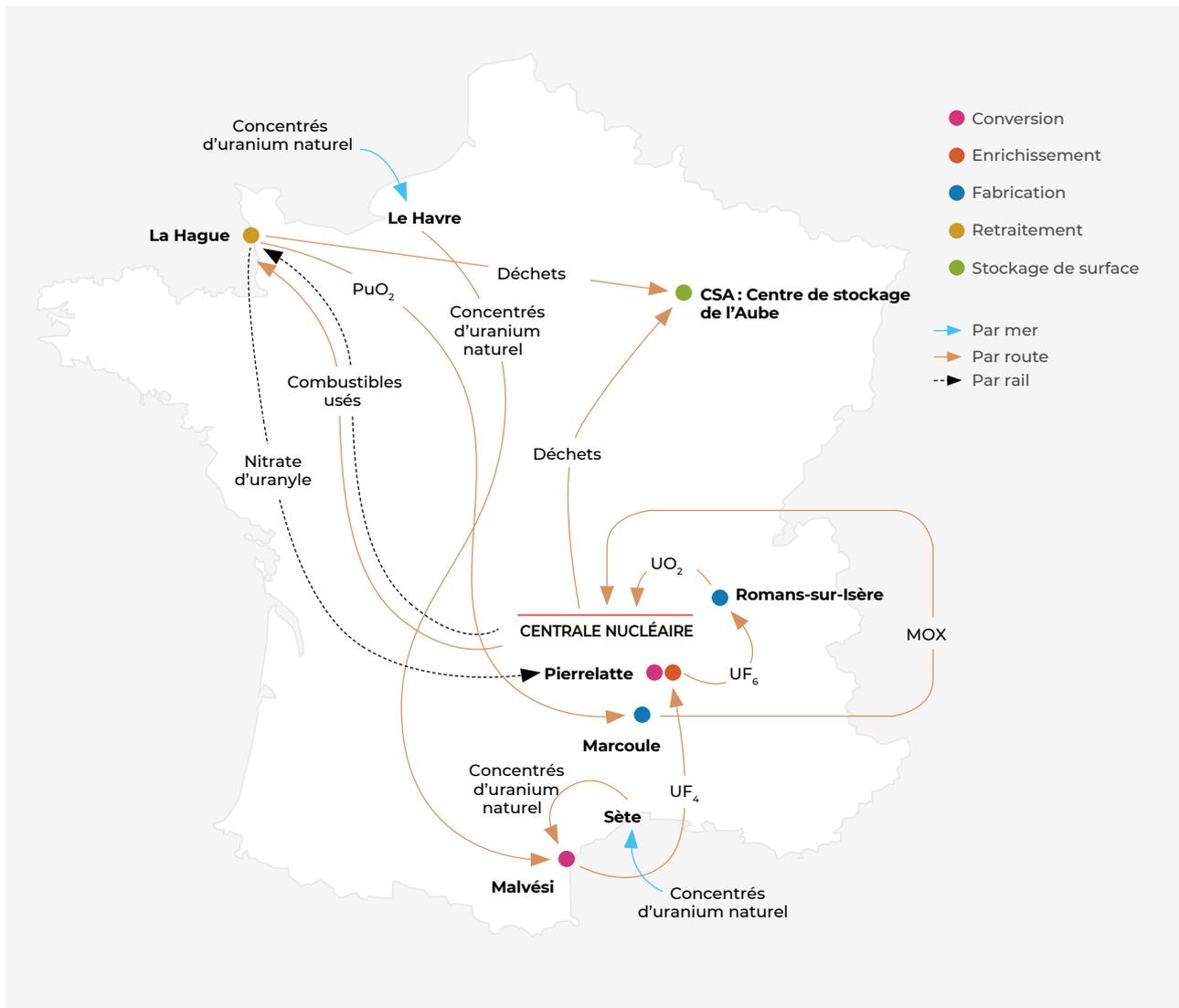
Enfin, 12% des colis transportés en France sont en lien avec l'industrie nucléaire. Cela représente environ 19 000 transports annuels pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du « cycle du combustible », du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du « cycle », la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium ( $UF_6$ ) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives du fluorure d'hydrogène formé par l' $UF_6$  au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement [Orano Recyclage de La Hague](#) ;
- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de [Melox](#), située dans le Gard ;
- 250 transports d' $UF_6$  servant à la fabrication du combustible ;
- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « [MOX](#) » (Mélange d'Oxydes) à base d'uranium et de plutonium ;

GRAPHIQUE 1 Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %



TRANSPORTS ASSOCIÉS AU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » EN FRANCE



- 2000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58 000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'ASN en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base - INB,

laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources, etc.), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur [asn.fr](http://asn.fr) (rubrique « L'ASN informe/Dossiers pédagogiques/Transport des substances radioactives en France »). Les éléments dont dispose l'ASN montrent que ces ordres de grandeur restent d'actualité.

TABEAU 1 Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)

ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1 300	460	1 900	0	0
	Nombre de transports	12 500	1 250	380	390	0	0
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47 000	2 900	6 800	34 500	5 300
	Nombre de transports	740 000	21 000	530	910	80	5 300

## 2. La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la **réglementation** encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document *Specific Safety Requirements – 6 (SSR-6)*, qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

### 2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives

Les risques majeurs associés au transport de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'**irradiation** externe de personnes en cas de détérioration de la protection radiologique des colis (matériau qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives) ;
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage ;
- la contamination de l'environnement en cas de relâchement de substances radioactives ;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de **criticité**) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Par ailleurs, les substances radioactives peuvent également présenter un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l'UF<sub>6</sub>, utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

### 2.2 Le principe de défense en profondeur

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la **robustesse du colis**, qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister ;

- la **fiabilité des opérations de transport**, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis, etc. ;
- la **gestion des situations d'urgence**, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe, par exemple, par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

### 2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l'UF<sub>6</sub> ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

#### 2.3.1 Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification. Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

TABLEAU 2 Répartition des colis transportés par type

TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l'UF <sub>6</sub>	2%
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32%
	Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8%
	Colis exceptés	58%

### 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radionucléides à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 centimètres par heure pendant au moins 1 heure) ;
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 mètre) ;
- compression équivalente à cinq fois la masse du colis ;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur d'1 mètre sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires lorsque le contenu est sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient gérables, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

### 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les [combustibles irradiés](#) ou les [déchets nucléaires vitrifiés de haute activité](#). Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont, de plus, conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant, de ce fait, conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 mètres de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute

l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 mètres peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 mètres, le colis arrive à environ 50 kilomètres à l'heure sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;

- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 mètre de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple, des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800°C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 mètres d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance du colis à la pression, pour le cas où il tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 mètres d'eau pendant une heure.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu, etc.).

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique du colis, ou pour évaluer le risque de criticité).

### 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L' $UF_6$  est utilisé dans le « cycle du combustible ». C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l' $UF_6$  naturel (c'est-à-dire formé d'uranium naturel), de l' $UF_6$  enrichi (c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235) et de l' $UF_6$  appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l' $UF_6$  présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d' $UF_6$ . Ils doivent satisfaire aux prescriptions de l'édition 2020 de la [norme ISO 7195](#), qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800°C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l' $UF_6$  enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L' $UF_6$  est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30C. Dans le cas de l' $UF_6$  enrichi, ce cylindre est transporté

avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l'UF<sub>6</sub> doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

### 2.3.5 Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

## 2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport

### 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public

La [radioprotection](#) des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives. Le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être [exposés](#) à une dose supérieure à 1 millisievert par an (mSv/an). Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les [principes](#) de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que le débit de dose à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 millisieverts par heure (mSv/h). Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive<sup>(1)</sup> », car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, le débit de dose ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieur à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres, une personne devrait séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA<sup>(2)</sup>): par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des manutentionnaires pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an. Enfin, l'ensemble des acteurs du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

1. L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.

2. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – « au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre ») est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection.

## PRÉVENTION DES RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

L'instruction conjointe de l'ASN et du ministère du Travail n° [DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018](#) relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants a élargi le champ d'application de la notion de « zonage », qui vise à limiter l'exposition des travailleurs et du public aux opérations d'acheminement de substances radioactives réalisées à l'intérieur d'un établissement, de ses dépendances ou chantiers. Ainsi, les phases de chargement ou de déchargement d'un colis sur un moyen de transport, de modification de convoi, de rupture de charge ou de stationnement intermédiaire qui ont lieu dans l'emprise d'un établissement ou de ses dépendances peuvent donner lieu à la mise en place d'une zone « surveillée » ou « contrôlée », selon les caractéristiques des colis transportés.

En outre, des actions particulières sont prévues par l'[arrêté modifié du 23 octobre 2020](#) relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Il impose notamment que la vérification périodique des véhicules servant à l'acheminement de substances radioactives soit réalisée ou supervisée par le conseiller en radioprotection. Alors que la première vérification est réalisée avant l'utilisation d'un véhicule pour une opération d'acheminement de substances radioactives, afin de s'assurer de la propreté radiologique du véhicule, les vérifications suivantes visent à s'assurer de l'absence de contamination du véhicule. Ces vérifications sont réalisées selon une fréquence définie par l'employeur, tenant compte de la fréquence des transports et des enjeux radiologiques, ainsi qu'à l'issue de chaque opération de transport où le risque de contamination est identifié. En tout état de cause, le délai entre deux vérifications ne peut excéder trois mois.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a publié, le 29 mars 2018, le [Guide n° 29](#) destiné à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN mettra ce guide à jour en 2023 afin d'y prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail, du code de la santé et de leurs textes d'application, par exemple l'[arrêté modifié du 23 octobre 2020](#) (voir encadré), qui résultent de la [directive 2013/59/Euratom](#) (dite directive « BSS »). Elle continuera en 2023 ses actions de pédagogie à destination des professionnels, notamment en communiquant sur les évolutions réglementaires.

### 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types ; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 mètre du colis. Les travailleurs intervenant à proximité

du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple, en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant « Radioactive ». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

### 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi :

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF<sub>6</sub>, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère) ;
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur ;
- l'expéditeur a la responsabilité de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis ;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires ;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art ;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur, etc.), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes ;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport ;

- le propriétaire des emballages doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système de gestion de la qualité (auparavant dénommé « système de gestion »), qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste, par exemple, à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués, etc. Le système de gestion de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

L'ASN actualisera en 2023 [son guide de 2005](#) destiné aux professionnels intervenant dans les opérations de transport de substances radioactives et qui précise les attentes de l'ASN relatives au contenu d'un système de gestion de la qualité. Elle déclinerait notamment l'approche graduée, en proportionnant le niveau des exigences attendues pour le système de gestion aux enjeux de sûreté présentés par l'activité de ces professionnels et à la taille de l'entreprise concernée.

De plus, la réglementation prévoit que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent déclarer ces activités de transport sur le portail [Télé-services](#)<sup>(3)</sup> de l'ASN avant de les mettre en œuvre. Ce téléservice est également disponible en [langue anglaise](#).

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident.

En 2022, 1 423 notifications ont été adressées à l'ASN.

## 2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence

La [gestion des situations d'urgence](#) est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également

3. [teleservices.asn.fr](https://teleservices.asn.fr)

transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple : activer le coupe-circuit, si le véhicule en est équipé, pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence afin de définir à l'avance une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Le [Guide de l'ASN n° 17](#) présente les thèmes essentiels qu'il convient de développer dans un plan de gestion des incidents et accidents impliquant un transport de substances radioactives à usage civil.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques orange et les plaques-étiquettes ornées d'un trèfle, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone autour du véhicule, le plus souvent d'un rayon de 100 mètres, et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La [gestion de l'accident](#) est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations. Une fois son centre d'urgence national créé, l'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence.

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis, etc.). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les cellules mobiles d'intervention radiologique – [CMIR](#)) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire celles de certains exploitants nucléaires (comme le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – [CEA](#), ou [EDF](#)), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des [exercices](#) sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place.

L'ASN continuera en 2023 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour le guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations ou infrastructures de transport (gares de triage, ports, etc.) pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet.

### Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;
- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le grément des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN créés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, un document destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

## 2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique. Pourtant, ces opérations présentent les mêmes risques et inconvénients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Aussi, la sûreté de ces opérations doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre des INB.

C'est pourquoi les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont soumises aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB.

Le code de l'environnement, complété par la [décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017](#), définit les opérations de transport interne qui doivent faire l'objet de demandes d'autorisation à l'ASN. Par ailleurs, l'ASN a publié le [Guide n° 34](#), qui comporte des recommandations destinées aux exploitants pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne.

Enfin, l'ASN a étendu en 2020 les fonctionnalités de télédéclaration et de télétransmission des demandes d'autorisation de modification notable aux transports internes prévues aux articles [R. 593-59](#) et [R. 593-56](#) du code de l'environnement.

### 3. Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

#### 3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils ; l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis : conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception, etc.

#### 3.2 La protection contre les actes de malveillance

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'article R\*. 1411-11-19 du code de la défense), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'IRSN est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'arrêté du 18 août 2010 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires en cours de transport. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les

dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'arrêté du 18 août 2010 précité.

L'ASN a engagé le processus de mise à jour de sa [décision n° 2015-DC-0503 du 12 mars 2015](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette mise à jour vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus radioactives au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité. L'interface entre les dispositions issues de la nouvelle réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance ([arrêté du 29 novembre 2019 modifié](#)) et de la réglementation transport sera traitée.

#### 3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses (MTMD) du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport de marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voies routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (sous-commission permanente chargée du transport des marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques), appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport de marchandises dangereuses par voies ferroviaire,

#### 25<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE DU CONTRÔLE DES TRANSPORTS DE SUBSTANCES RADIOACTIVES PAR L'ASN

En 1961, dans le cadre de ses attributions statutaires et conformément aux recommandations formulées par le Conseil économique et social des Nations unies, l'AIEA a publié le premier règlement de sûreté pour encadrer les transports nationaux et internationaux sur la voie publique des matières radioactives, quels que soient leurs moyens de transport. Ces exigences ont été publiées sous l'intitulé *Règlements pour la sûreté du transport des matières radioactives*, Collection de sûreté n° 6, édition de 1961. Depuis lors, ce règlement a fait l'objet de nombreuses révisions, dont les dernières sont les éditions de 1985, 1985 revue en 1990, 1996, 1996 revue en 2003, 2005, 2009, 2012, ainsi que de l'actuelle [édition 2018](#), appelée « Révision 1 » du SSR-6.

C'est à l'occasion d'un changement de Gouvernement en juin 1997 modifiant les attributions ministérielles que le transfert de compétences pour l'encadrement réglementaire de la classe 7 et son contrôle a été effectué du ministre chargé des transports vers les ministres chargés de l'industrie et de l'environnement, conjointement en charge à l'époque de la sûreté nucléaire et sous l'autorité desquels

travaillait la Direction de la sûreté des installations nucléaires – DSIN (ex-Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection – DGSNR, ex-ASN).

Ainsi, le 12 juin 1997, l'ASN a été chargée en France du suivi de la réglementation de la sûreté des transports de substances radioactives et du contrôle de son application. Les premières années ont été consacrées à faire évoluer l'organisation du contrôle des transports, pour la rapprocher de celle existant pour la sûreté des installations nucléaires, avec l'appui de l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN), qui deviendra l'IRSN en 2002. Un système d'inspection des transports a alors été mis en place sur le territoire en formant des inspecteurs au sein des divisions territoriales de l'ASN.

En matière d'expertise, le travail de coopération étroite avec l'IRSN a été enrichi par la mise en place, en 1998, d'un Groupe permanent d'experts pour les transports de substances radioactives (GPT), qui se réunit désormais à la demande de l'ASN.

L'ASN prend depuis 2000 une part active au travail d'élaboration de la

réglementation de l'AIEA et coopère régulièrement avec ses homologues étrangères (voir point 4.3.1).

Ces dernières années, l'ASN a contribué à compléter l'encadrement réglementaire international général de la sûreté des transports par des dispositions nationales spécifiques pour préciser et renforcer en France les exigences relatives à la radioprotection, à la gestion des situations d'urgence, ou encore à la sécurité de certains transports présentant des enjeux particuliers (en publiant notamment des [guides](#) disponibles sur [asn.fr](#)).

L'ASN a également dématérialisé la plupart de ses procédures administratives avec la mise en place d'un [téléservice](#) pour faciliter :

- la déclaration d'activité des transporteurs ;
- la déclaration des événements de transport et des comptes-rendus d'événement ;
- la demande d'autorisation de modification notable des règles générales d'exploitation pour les transports internes.

routière et de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

## 4. L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

### 4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kilogramme d' $UF_6$ , doivent disposer d'un [agrément de l'ASN](#) pour pouvoir être transportés. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit améliorée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du [GPT](#). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur [asn.fr](#). Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité (protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans. Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors

définir des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sûreté équivalant à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule, de le faire escorter et de choisir un itinéraire évitant une telle hauteur de chute. La probabilité d'un accident sévère, et donc d'un choc violent sur le colis, est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial stipulant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat.

En 2022, 30 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

L'ASN a délivré 37 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

### 4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2022, l'ASN a réalisé 108 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur [asn.fr](#).

#### 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de la production d'emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il doit mettre en place un système de gestion de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

09

#### EXTENSION DE L'AGRÉMENT DU COLIS MX6 POUR TRANSPORTER DU MOX

Dans le cadre des programmations pluriannuelles de l'énergie, EDF prévoit l'utilisation de combustible dit « MOX » pour certains de ses réacteurs de 1300 mégawatts électriques (MWe).

Les assemblages MOX destinés aux réacteurs de 1300 MWe étant différents, de par leurs caractéristiques, des assemblages MOX actuellement utilisés dans les réacteurs de 900 MWe, leur transport n'est couvert par aucun agrément en vigueur en France.

Dans ce cadre, Orano NPS a déposé auprès de l'ASN une demande d'extension d'agrément pour un modèle de colis, le MX6, dans le but d'y transporter ces nouveaux assemblages MOX vers des réacteurs de 1300 MWe.

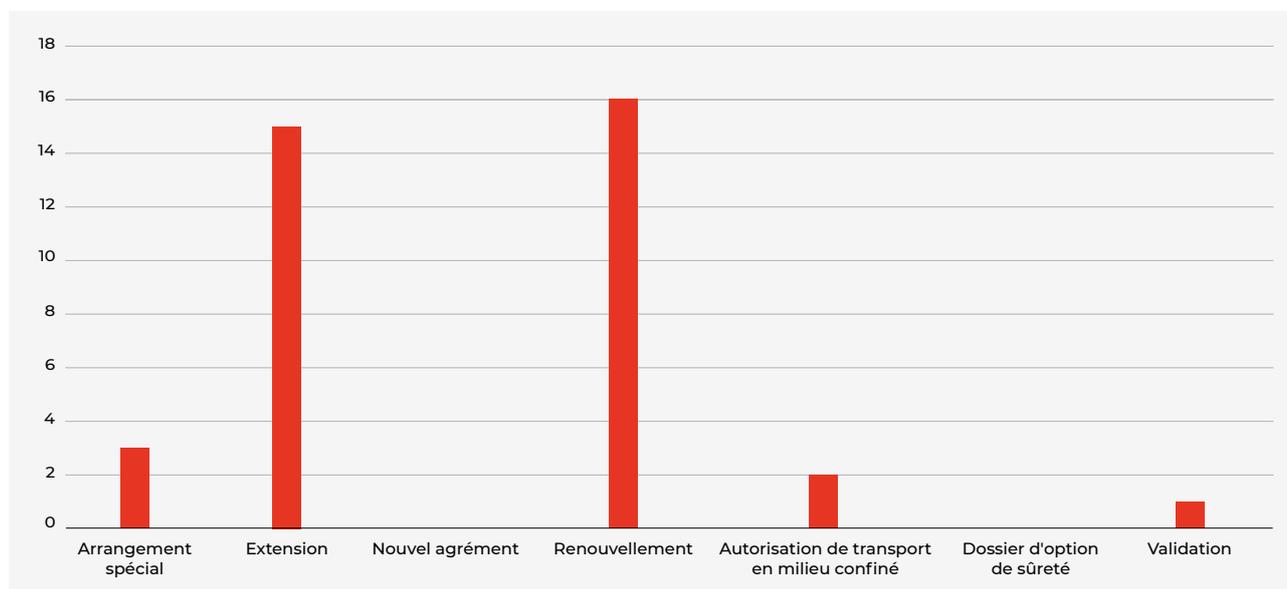
Suite à l'instruction du dossier, et notamment l'expertise de la démonstration de sûreté du modèle de colis pour ce nouveau contenu, l'ASN a délivré le 23 septembre 2022 le certificat d'agrément B(U) pour ce modèle de colis MX6.

La délivrance de cet agrément ne préjuge néanmoins pas des autres autorisations nécessaires à l'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs 1300 MWe.

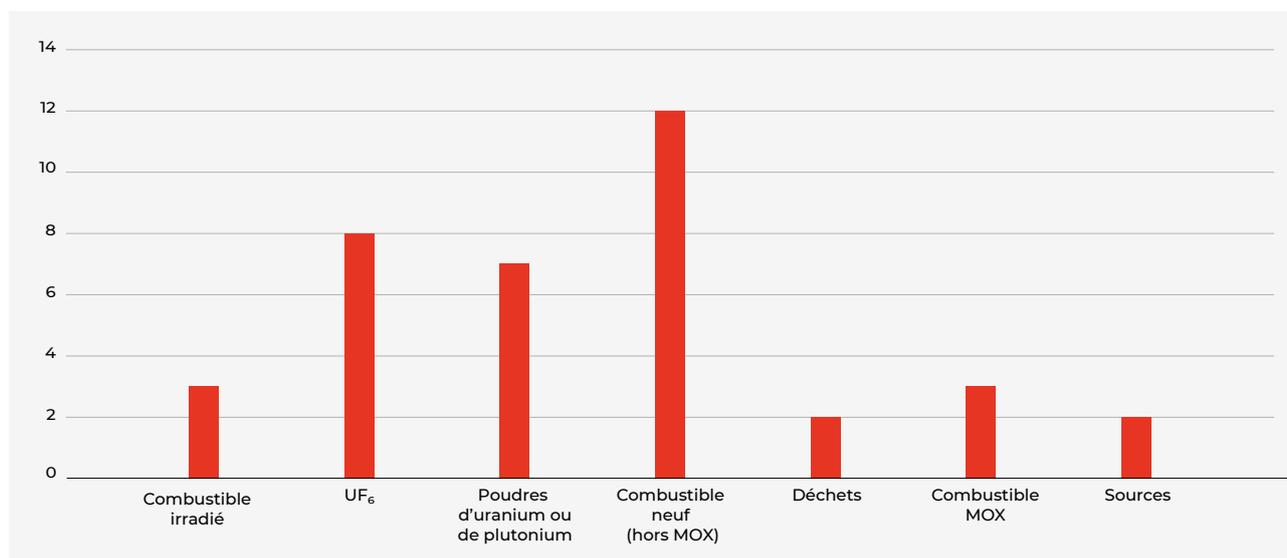
TABLEAU 3 Administrations chargées du contrôle du mode de transport et des colis

MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
Voie maritime	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le <i>Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires</i> (recueil INF – Irradiated Nuclear Fuel).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voies routières, ferrées et navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voie aérienne	Direction générale de l'aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.

GRAPHIQUE 2 Répartition du nombre des agréments émis en 2022, en fonction de leur type



GRAPHIQUE 3 Répartition du nombre des agréments émis en 2022, en fonction du contenu transporté



## REFUS DE VALIDATION D'UN CERTIFICAT ALLEMAND

En application de l'article R. 595-1 du code de l'environnement, *Framatome Advanced Nuclear Fuels (ANF) GmbH* a déposé auprès de l'ASN une demande de validation française de l'agrément D/430/IF-96 (révision 11) délivré par l'autorité compétente allemande pour le modèle de colis ANF-10 chargé d'assemblages de combustible neuf, sur la base d'un dossier de sûreté.

Cette demande de validation concerne deux contenus constitués d'assemblages combustibles neufs, à base d'oxyde d'uranium, destinés à un réacteur de type REB (réacteur à eau bouillante), et un contenu constitué de deux tubes transportant des crayons combustibles en quantité quelconque, non irradiés, de type REB ou REP.

Cette demande vise à pouvoir à nouveau réaliser des transports sur le territoire français par voies routière, ferroviaire ou maritime avec le colis ANF-10, en tant que colis industriel de type IP-2 pour matières fissiles. En effet, ce colis est notamment utilisé pour des transports entre l'usine Framatome de Lingen en Allemagne et la centrale nucléaire espagnole de Cofrentes.

Le transport de colis ANF-10 sur le territoire français a été autorisé pour la dernière fois en France en 2005 sous couvert d'une approbation d'expédition sous arrangement spécial, qui a expiré le 31 juillet 2005. Cette autorisation avait été délivrée, sous réserve de l'application de mesures compensatoires, pour le transport de colis ANF-10. Cet arrangement spécial avait été émis car, pour l'ASN,

ce modèle de colis ne satisfaisait déjà pas à l'époque l'ensemble des exigences de la précédente réglementation internationale du transport. En particulier, les épreuves réglementaires de chute du colis n'avaient pas été réalisées dans les conditions plus pénalisantes; de plus, les démonstrations de garantie des fonctions de sûreté de l'emballage à -40°C et de la sûreté-criticité étaient également insuffisantes en conditions normalisées accidentelles de transport.

Il ressort de la nouvelle instruction que la démonstration de la sûreté du modèle de colis n'est toujours pas satisfaisante pour ce qui concerne le maintien de la sous-criticité. L'ASN a donc refusé de valider le certificat allemand pour la troisième fois consécutive.

En 2022, l'ASN a mené quatre inspections des opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final, contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements internes (servant à caler le contenu), etc.

Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures de gestion de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalonnage des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage, etc.).

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série, car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu de poursuivre en 2023 des inspections par sondage de la fabrication d'emballages de transport. En effet, les [irrégularités détectées en 2016 au sein de l'usine Framatome Le Creusot](#), qui ont notamment concerné certains emballages de transport, de même que la découverte en 2022 de falsifications pour des produits conventionnels chez le fabricant d'acier moulé et forgé japonais Japan Steel Works Ltd. (JSW) qui produit également des pièces pour des emballages de transport, ont confirmé l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance des emballages.

### 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est

inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état, de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints, etc.);
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention;
- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement, etc.

### 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure de fournir, sur demande de l'ASN, les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises, et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès dans le respect de cette exigence et dans la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément ([Guide n° 7](#), tome 3).

Ce guide propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels. La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Par ailleurs, l'ASN relève encore, chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages, etc.), des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration, dès la conception, de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose avec le contenu maximal autorisé.

#### 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité, etc.

S'agissant plus particulièrement des transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le programme d'assurance de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place et la radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de gestion de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis.

Plus généralement, dans les activités de transport du nucléaire de proximité, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles menés avant l'expédition sur les véhicules et les colis doivent encore être améliorés. Les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration du fait que le contenu chargé dans l'emballage est effectivement conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants, y compris si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Dans ce dernier cas, l'expéditeur doit alors, au titre de ses responsabilités, vérifier que cette démonstration est appropriée et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

Comme de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives, l'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, en ce qui concerne les transports internes au sein des centrales nucléaires, l'ASN estime que l'exploitant doit rester vigilant sur l'application des règles d'arrimage des colis.

#### 4.2.5 L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté du transport de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;
- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient [télédéclarés](#) auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience (REX). Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du REX entre les différents acteurs – y compris au niveau international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives.

Comme demandé dans l'article 7 de l'[arrêté du 29 mai 2009 modifié](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son [Guide n° 31](#) relatif à la déclaration des événements. Ce guide est consultable sur [asn.fr](#). Après la déclaration, un compte-rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

##### Événements déclarés en 2022

En 2022, dans le domaine du transport de substances radioactives, 76 événements classés au niveau 0 de l'échelle internationale des événements nucléaires (*International Nuclear and Radiological Event Scale - INES*) et 12 événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Par rapport à 2021, on observe une légère diminution du nombre d'événements de niveau 0 alors que celui des événements de niveau 1 a triplé. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2005.

En complément, l'ASN a reçu la déclaration de 52 événements intéressants pour la sûreté des transports (EIT), chiffre identique à 2021. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES.

#### INSPECTIONS SUR LES TRANSPORTS INTERNES RÉALISÉS DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF

Les dernières inspections de 2022 portant sur les transports internes dans les centrales nucléaires de [Saint-Laurent-des-Eaux](#) et de [Flamanville](#) montrent la nécessité pour EDF de mettre à jour la liste des colis autorisés et les exigences de sûreté afférentes. Par ailleurs, ces inspections ont permis de relever une maîtrise insuffisante des exigences du référentiel en matière de transport interne. Enfin, l'absence de correspondant sécurité pour les transports internes pendant des périodes de plusieurs mois a été constatée.

L'ASN poursuivra en 2023 ses inspections sur les transports internes d'EDF.

Leur déclaration auprès de l'ASN ne constitue pas une obligation, mais cette dernière encourage son information périodique afin d'avoir une vision globale des EIT et détecter potentiellement une récurrence ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

Enfin, cinq événements de transport interne classés au niveau 0 de l'échelle INES ont été déclarés en 2022. Ce chiffre, qui a presque doublé en un an, témoigne d'une amélioration de la culture de sûreté et de la déclaration des événements de transport auprès de l'ASN.

#### Domaines d'activité concernés par ces événements

Comme l'année dernière, la majorité des [événements significatifs](#) déclarés concerne l'industrie nucléaire. Seuls 15% représentent les transports liés aux activités de l'industrie non nucléaire. En revanche, par rapport à 2021, le nombre d'événements de transport impliquant des produits pharmaceutiques a sensiblement augmenté: ils représentent 38% des événements significatifs (contre 11% en 2021).

Quant aux événements classés niveau 1 sur l'échelle INES:

- 5 d'entre eux sont relatifs à des non-conformités réglementaires observées lors de transports routiers et aériens de gammagraphes ([transport d'un gammagraphe en provenance du Tchad](#) sans sa caisse de transport et sans étiquetage/marquage réglementaire, [transport d'un gammagraphe en provenance de Tunisie](#) sans sa caisse de transport adaptée et sans dispositif de calage, [rupture d'un doigt obturateur détectée lors d'un transport en France](#), [absence d'étiquetage réglementaire](#) et date de maintenance supérieure à un an, [défaut de fermeture du colis en provenance d'Algérie](#) et absence de scellé). Les autorités compétentes étrangères concernées ont été informées par l'ASN des manquements à la réglementation et des mesures correctives ont été mises en place par les expéditeurs pour prévenir la reproduction de tels événements;
- 4 autres événements concernent une même société de transport ayant inversé en quatre mois [un colis radiopharmaceutique au cours de la livraison d'hôpitaux](#). Une inspection de l'ASN a relevé des défaillances dans l'organisation de la société et de possibles facteurs humains à l'origine de la récurrence des erreurs de livraison. La mise en place d'actions correctives efficaces est attendue par l'ASN et leur mise en œuvre sera vérifiée lors d'une prochaine inspection;
- la découverte, par une société de service, d'un colis vide dans la cave d'un immeuble a été classée au niveau INES 1 pour défaut de culture de radioprotection;
- l'avant-dernier événement classé INES 1 concerne le [non-respect d'une règle de maîtrise de la criticité sur un convoi ferroviaire](#);
- et enfin, le dernier événement classé en INES 1 est relatif à des [défauts de serrage d'une à deux vis participant au système de fermeture de colis de transport FCC](#) chargés de combustible neuf, détectés lors de leur réception dans des centrales nucléaires.

Aucun de ces 12 événements de niveau 1 sur l'échelle INES n'a eu de conséquences pour les travailleurs, la population et l'environnement.

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

#### Causes des événements

Parmi les causes récurrentes des événements significatifs déclarés en 2022, on peut citer:

- des non-conformités affectant le colis: elles concernent principalement des erreurs de mesure de débit de dose menant à une sous-évaluation de la catégorie du colis ou des défauts

- d'étiquetage (erreur ou oubli). Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou sur la radioprotection;
- la présence de points de contamination surfacique dépassant les limites réglementaires, principalement détectés sur des moyens de transport ayant servi à transporter des colis de combustible usé ou à l'intérieur de conteneurs ou emballages. Ces événements ont eu très peu d'impact sur la radioprotection pour le public, ce dernier ne pouvant avoir accès aux zones contaminées;
- des erreurs de livraison de produits radiopharmaceutiques, sans conséquence réelle, les médicaments livrés étant sensiblement identiques. Ils ont donc pu, pour la plupart, être utilisés sans impact sur la prise en charge des patients ni sur l'environnement.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés à l'étiquetage des colis (décollement ou erreur) ou des défauts d'arrimage.

Quant aux événements significatifs relevés en transport interne, ils concernent le transport d'un fût contenant un échantillon de matières radioactives alors qu'il aurait dû être vide, la non-réalisation d'un contrôle décennal d'une bouteille participant au système incendie du camion, un écart sur les documents de transport et l'utilisation de vis dédiées à une autre configuration de l'emballage.

Les événements significatifs en transport interne se rapportent au non-respect d'une autorisation de transport de colis et à la détection d'une contamination sur le porteur d'un système de transport.

### 4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

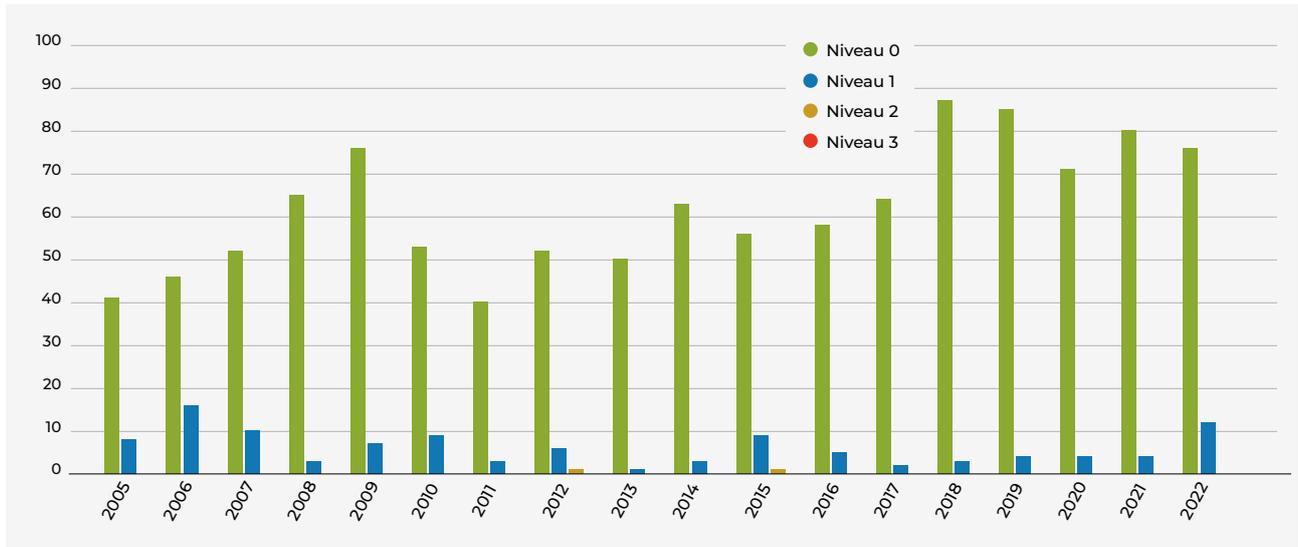
#### 4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (*Transport Safety Standards Committee - TRANSSC*) de l'AIEA, qui regroupe des experts de tous les pays et examine les normes de sûreté de l'AIEA qui sont à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de l'édition 2018 de ce document, *SSR-6*. Le guide AIEA d'application du règlement de transport des matières radioactives (*SSG-26*) a été publié en 2022. L'ASN a également soutenu en 2022 le lancement d'un nouveau cycle de révision du *SSR-6* en adressant une soixantaine de propositions de modifications à l'AIEA en 2023.

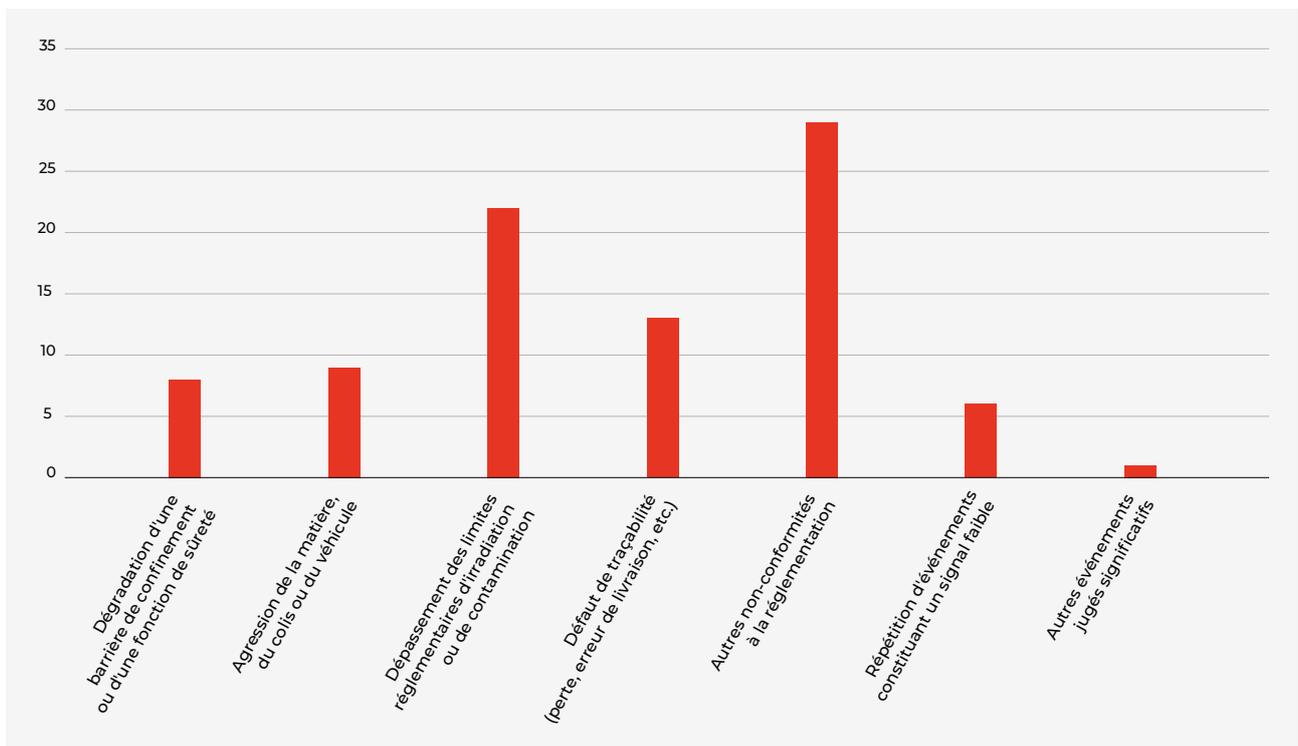


Participants au Comité TRANSSC n°45 de l'AIEA – 2 décembre 2022

GRAPHIQUE 4 Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2005 et 2022



GRAPHIQUE 5 Répartition des événements significatifs déclarés en 2022 par critère de déclaration



### 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

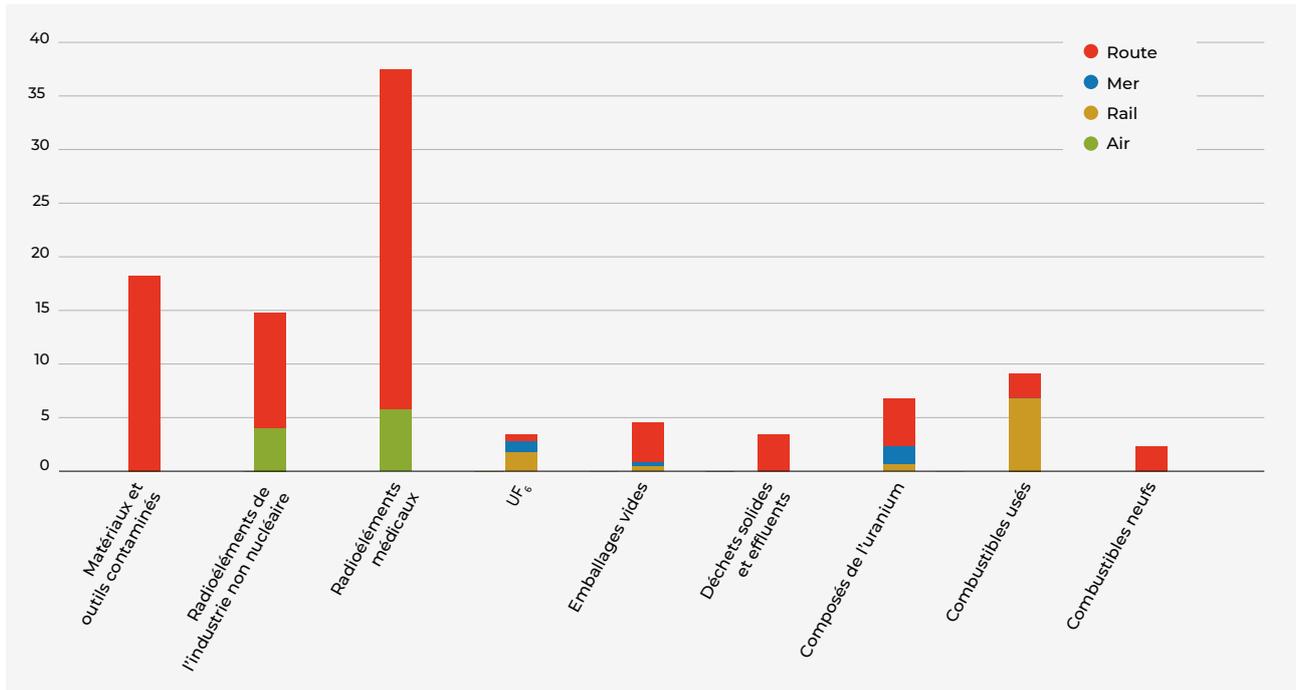
L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'[arrêté du 29 mai 2009](#) et des [arrêtés du 23 novembre 1987](#) relatif à la sécurité des navires et du [18 juillet 2000](#) relatif au transport et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques, qui est appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport de marchandises dangereuses par voies ferrée, routière et navigation intérieure. L'ASN

est également consultée par le ministère chargé des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives.

### 4.4 Contribuer à l'information du public

L'[ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012](#) modifiant les livres I<sup>er</sup> et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'[article L. 125-10 du code de l'environnement](#) qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont définis comme étant ceux « au-dessus desquels, en application

GRAPHIQUE 6 Répartition des événements de transport déclarés, selon le contenu et le mode de transport en 2022



des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives, d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial». Tout citoyen peut donc solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le code de l'environnement.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur [asn.fr](http://asn.fr), un [dossier pédagogique](#) présentant le transport de substances radioactives.

#### 4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.

##### 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material - EACA*) a été créée en 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le REX entre les différentes autorités. La France, qui est à l'origine de la création de cette association, participe activement à ses travaux en y exposant notamment le fruit de ses réflexions sur les évolutions réglementaires nécessaires, en particulier à l'occasion de la réunion annuelle de cette association.

##### 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

###### Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. De plus, l'ASN participe aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand.

###### Belgique

Dans le cadre de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire en Belgique, des emballages de conception française sont parfois utilisés pour réaliser des transports liés au « cycle du combustible ». Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire - AFCN) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les pratiques d'inspection dans chaque pays.

###### Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation - ONR*) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. De fait, des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre ces deux autorités.

**REPLACEMENT PROGRAMMÉ DES SUR-COQUES UX-30 PAR DES SUR-COQUES DN-30**

L'UX-30 est une sur-coque venant entourer un cylindre 30B rempli d'UF<sub>6</sub> enrichi, afin d'apporter une protection mécanique et thermique lors des épreuves réglementaires. L'UX-30 a fait l'objet d'un certificat américain expirant le 31 décembre 2024, qui a été validé par l'ASN en novembre 2019 puis en décembre 2020. Les agréments F/538/AF-96 (w) et F/538/AF-96 (x) délivrés par l'ASN expiraient le 15 novembre 2022.

La société Orano NPS s'est engagée à remplacer, au plus tard le 31 décembre 2024, tous les transports d'UF<sub>6</sub> réalisés avec des sur-coques UX-30 par des transports avec des sur-coques DN-30, dont la conception est plus récente et qui ont également obtenu le certificat d'agrément requis.

Orano NPS a demandé à l'ASN une dernière prolongation de la validation d'agrément de l'emballage UX-30 pour deux années supplémentaires afin de permettre une transition entre l'utilisation des emballages UX-30 et celle des emballages DN-30 en sécurisant la fabrication d'un nombre suffisant de coques DN-30.

La validité des deux agréments français F/538/AF-96 (w) et F/538/AF-96 (x) a été délivrée le 29 avril 2022, en ajoutant les mesures compensatoires suivantes proposées par les exploitants et acceptées par les autorités des pays européens utilisant la sur-coque UX-30 :

- deux extincteurs de 6 kg de poudre chimique ou de CO<sub>2</sub> sont placés de chaque côté du moyen de transport ;

- les chauffeurs du moyen de transport sont formés aux techniques de lutte contre l'incendie avec un recyclage de la formation dispensé au plus tard tous les deux ans ;
- le code de restriction en tunnels est B ;
- le moyen de transport est équipé d'un dispositif de géolocalisation ou un membre de l'équipage (ou le cas échéant du convoi) est en mesure de communiquer régulièrement sa position à l'expéditeur et, le cas échéant, aux services de secours.

Les autorités compétentes anglaise, belge, néerlandaise et allemande ont également repris ces mesures compensatoires dans leur renouvellement d'agrément.

**Suisse**

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale suisse de la sécurité nucléaire ([IFSN](#), appelée en allemand *Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat* - ENSI). Depuis, l'ASN et l'IFSN se rencontrent annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballage et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

AN



# Les centrales nucléaires d'EDF

<b>1</b>	<b>Généralités sur les centrales nucléaires</b> .....	p. 292
1.1	Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression	
1.2	Principes de sûreté	
1.3	Le cœur, le combustible et sa gestion	
1.4	Le circuit primaire et les circuits secondaires	
1.5	Le circuit de refroidissement du circuit secondaire	
1.6	L'enceinte de confinement	
1.7	Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde	
1.8	Les autres systèmes importants pour la sûreté	
<b>2</b>	<b>Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement</b> .....	p. 296
2.1	<b>Le combustible</b>	
2.1.1	Le combustible et sa gestion en réacteur	
2.1.2	L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur	
2.2	<b>Les équipements sous pression nucléaires</b>	
2.2.1	La conception et la fabrication des équipements sous pression nucléaires	
2.2.2	L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires	
2.2.3	L'exploitation des équipements sous pression nucléaires	
2.2.4	L'évaluation des équipements sous pression nucléaires en exploitation	
2.3	<b>Les enceintes de confinement</b>	
2.3.1	Les enceintes de confinement	
2.3.2	L'évaluation des enceintes de confinement	
2.4	<b>La prévention et la maîtrise des risques</b>	
2.4.1	Les règles générales d'exploitation	
2.4.2	L'évaluation de l'exploitation des réacteurs	
2.4.3	La maintenance des installations	
2.4.4	L'évaluation de la maintenance	
2.4.5	La protection contre les agressions d'origine interne ou externe	
2.4.6	L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions	
2.4.7	Le contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables	
2.4.8	L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables	
2.5	<b>La prévention et la maîtrise des impacts environnemental et sanitaire et des risques non radiologiques</b>	
2.5.1	Les rejets, la gestion des déchets et les impacts sanitaires	
2.5.2	La prévention et la maîtrise des risques non radiologiques	
2.5.3	L'évaluation de la maîtrise des impacts environnemental et sanitaire et des risques non radiologiques	
2.6	<b>La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté</b>	
2.6.1	Le fonctionnement des organisations	
2.6.2	L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités	
2.7	<b>La radioprotection des personnels</b>	
2.7.1	L'exposition des personnels aux rayonnements ionisants	
2.7.2	L'évaluation de la radioprotection des personnels	
2.7.3	L'organisation de la radioprotection dans les centrales nucléaires	
2.8	<b>Le droit du travail dans les centrales nucléaires</b>	
2.8.1	Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires	
2.8.2	L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires	
2.9	<b>La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires</b>	
2.9.1	L'âge des centrales nucléaires	
2.9.2	Le réexamen périodique	
2.9.3	Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires	
<b>3</b>	<b>Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville</b> .....	p. 320
3.1	L'instruction des demandes d'autorisation	
3.2	La construction, les essais de démarrage et la préparation au fonctionnement	
3.3	L'évaluation de la conception, de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville	
<b>4</b>	<b>Le contrôle des projets de réacteur</b> .....	p. 323

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, entreposent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un [parc standardisé](#) exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un [contrôle exigeant de la sûreté](#), des [mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection](#) dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard du retour d'expérience (REX).

L'ASN développe une [approche intégrée du contrôle des installations](#). Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

## 1. Généralités sur les centrales nucléaires

### 1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression ([REP](#)) permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé dont la tension est élevée à 400 000 volts (V) par un transformateur. La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

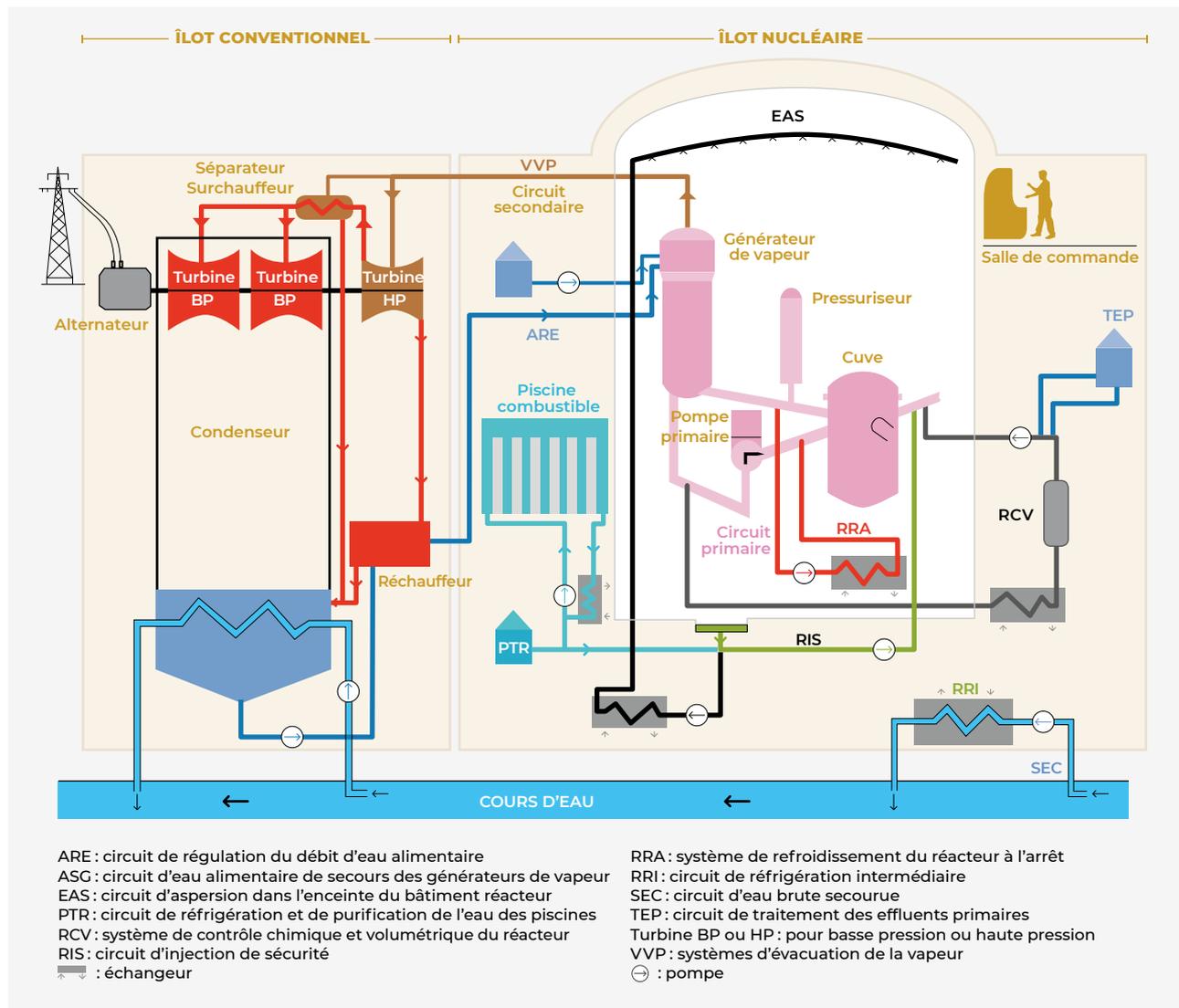
Chaque [réacteur](#) comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aэрoréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le [circuit primaire](#), les générateurs de vapeur ([GV](#)) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur : les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte et d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de [contrôle-commande](#) et de protection du réacteur. À ces éléments sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support : contrôle et traitement des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel, ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés. L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire et à assurer le refroidissement des combustibles usés et la protection radiologique des travailleurs.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Le circuit secondaire appartient pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION



## 1.2 Principes de sûreté

La conception des réacteurs nucléaires repose sur des principes de sûreté visant à assurer les fonctions de sûreté :

- la maîtrise de la réactivité du cœur, c'est-à-dire le contrôle des réactions nucléaires en chaîne ;
- l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires ;
- le confinement des substances radioactives. Il s'agit d'empêcher la dispersion des substances radioactives dans l'environnement, et d'assurer la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

La conception des installations nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur, qui conduit à la mise en œuvre de niveaux de défense successifs (caractéristiques intrinsèques, dispositions matérielles et procédures), destinés à prévenir les incidents et accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences.

Le confinement des substances radioactives est assuré par l'interposition de trois barrières de confinement entre ces substances et le milieu extérieur :

- la gaine qui enveloppe les crayons de combustible retient les produits radioactifs contenus dans les pastilles de combustible ;

- le circuit primaire qui constitue une deuxième enveloppe capable de retenir la dispersion des produits radioactifs contenus dans le combustible si les gaines sont défaillantes ;
- l'enceinte de confinement qui est constituée par le bâtiment en béton qui abrite le circuit primaire. Elle est destinée en cas d'accident à retenir les produits radioactifs qui seraient libérés lors d'une rupture du circuit primaire.

## 1.3 Le cœur, le combustible et sa gestion

Le cœur du réacteur est constitué d'assemblages de combustible qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium ou d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « MOX »), contenues dans des tubes métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285°C, s'échauffe en remontant le long des crayons de combustible et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320°C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle, au fur et à mesure de la consommation des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur ;
- l'ajustement de la concentration en [bore](#) (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles ;
- la présence, dans les crayons de combustible, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans ses REP :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO<sub>2</sub>) enrichi en uranium-235, à 4,2% en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'[usine Melox](#) d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08% (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO<sub>2</sub> enrichi à 3,7% en uranium-235. Ce combustible peut être utilisé dans les 24 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) dont les décrets d'autorisation de création autorisent l'utilisation de combustible au plutonium. EDF prépare actuellement l'introduction de combustible MOX dans quelques réacteurs de 1300 MWe.

#### 1.4 Le circuit primaire et les circuits secondaires

Le circuit primaire et les [circuits secondaires](#) permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

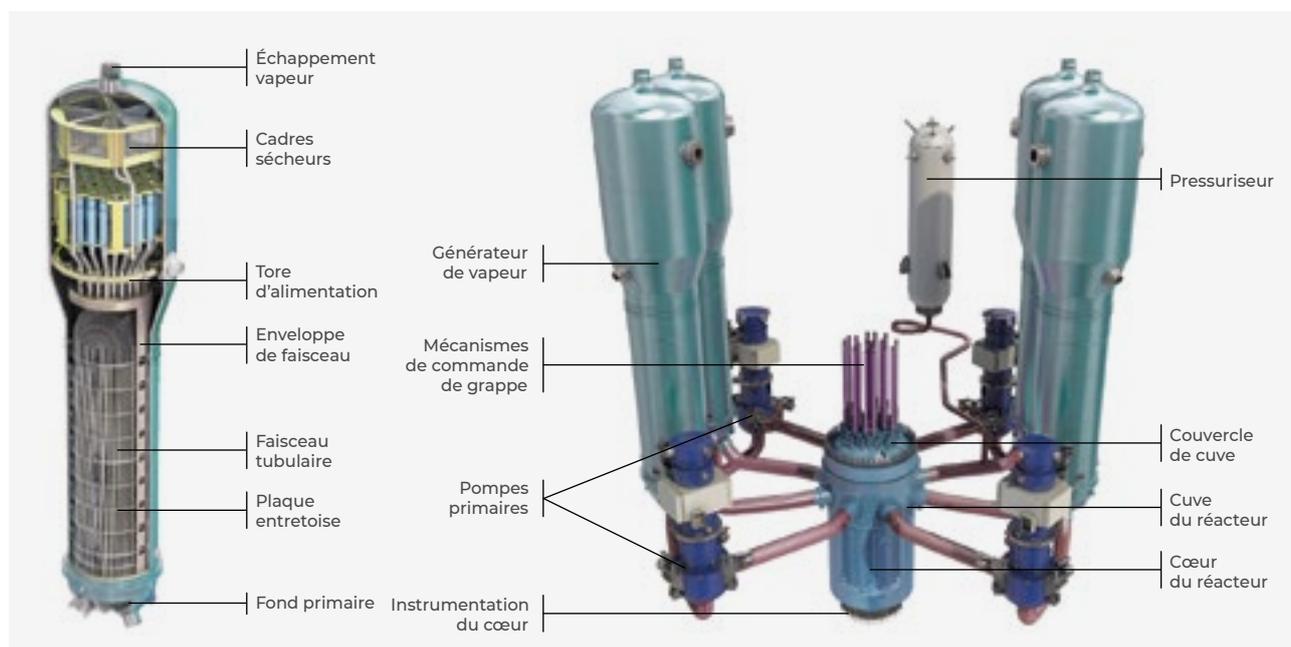
Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe, et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR. Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite « eau primaire » ou « réfrigérant primaire ». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite « pompe primaire », et un GV. L'eau primaire, chauffée à plus de 300°C, est maintenue à une pression de 155 bars par le pressuriseur pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les GV. Les GV sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 6000 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire, qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

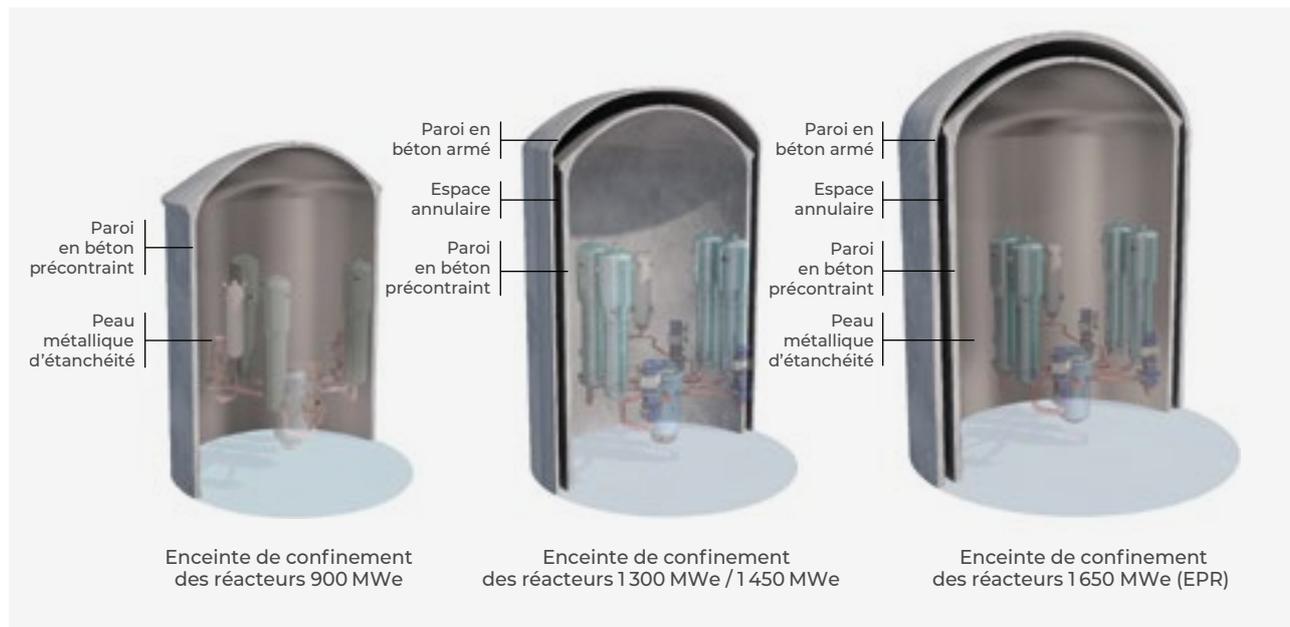
Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau, sous forme liquide dans une partie et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur produite dans les GV subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sécheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les GV par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

## 10

### UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR ET UN CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL D'UN RÉACTEUR DE 1300 MWE



## ENCEINTES DE CONFINEMENT DES RÉACTEURS



### 1.5 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine. Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les GV (voir point 1.4). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide, etc.) et une surveillance.

### 1.6 L'enceinte de confinement

L'enceinte des REP assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident d'une brèche sur le circuit primaire ou sur le circuit secondaire, et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des

câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;

- celles des réacteurs de 1300 et 1450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par un système de ventilation qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

### 1.7 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température, et donc la pression, dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;

- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV en cas de perte du système d'alimentation normale, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur. Après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), il a été décidé de mettre en place une source d'eau diversifiée, appelée source d'eau ultime, qui peut être utilisée en situation extrême pour alimenter en eau les GV lorsque les réserves d'eau du système ASG sont vides et que les différentes solutions pour les réalimenter ne sont plus disponibles.

## 1.8 Les autres systèmes importants pour la sûreté

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI), qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC), qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide ;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR), qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments de combustible entreposés dans la piscine du

bâtiment du combustible. La conception de la source d'eau ultime mise en place dans le cadre des suites de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) permet également d'injecter de l'eau en situation extrême dans la piscine du bâtiment du combustible, en cas de perte du système PTR et des systèmes d'appoint en eau ;

- les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des substances radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets ;
- les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie ;
- le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité, à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la source froide et à participer au confinement des substances radioactives ;
- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur diesel. En cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source d'ultime secours, dont la nature varie selon la centrale considérée. Enfin, ces moyens ont été complétés, après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, d'un groupe électrogène de secours à moteur diesel dit « d'ultime secours » (DUS) par réacteur.

## 2. Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement

L'année 2022 a été marquée par des arrêts prolongés d'un nombre significatif de réacteurs, notamment liés à la découverte de corrosion sous contrainte sur certaines tuyauteries connectées au circuit primaire (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

Ces arrêts prolongés inhabituels ont eu un impact sur le contrôle et sur l'évaluation de la sûreté des réacteurs, certaines thématiques ne pouvant être contrôlées de manière identique sur des réacteurs arrêtés et sur des réacteurs en fonctionnement. Les tendances et évolutions mises en avant dans ce chapitre tiennent compte de ce contexte.

### 2.1 Le combustible

#### 2.1.1 Le combustible et sa gestion en réacteur

L'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière.

En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité des radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation notable de l'activité est le signe d'une perte d'étanchéité des gaines des assemblages. Si l'activité dans le circuit primaire dépasse un seuil prédéfini, les règles générales d'exploitation (RGE) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches : le rechargement d'assemblages de combustible contenant des crayons inétanches n'est pas autorisé.

EDF réalise des examens des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs.

Les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation afin de prévenir les risques de perte d'étanchéité des crayons de combustible.

#### 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

En 2022, l'ensemble des centrales nucléaires a géré de manière satisfaisante l'intégrité de la première barrière, constituée par la gaine des crayons de combustible.

Le nombre de réacteurs présentant des défauts d'étanchéité du combustible a été inférieur à l'année 2021. Cette amélioration résulte notamment de l'intégration progressive d'assemblages de combustible fabriqués par Framatome bénéficiant d'un traitement thermique des ressorts de leurs grilles de mélange, qui améliore leur résistance.

Les échanges techniques au sujet de la corrosion généralisée de certaines gaines de combustible en alliage M5 détectée en février 2021 ont permis de lever les mesures compensatoires d'exploitation définies par EDF qui avaient été mises en place pour les réacteurs de 900 et de 1300 MWe.

Une instruction est en cours pour lever tout ou partie de ces mesures pour les réacteurs de 1450 MWe. Par ailleurs, depuis 2022, afin de maîtriser le risque de corrosion, la teneur en fer de la spécification de fabrication de l'alliage M5 a été augmentée. La maîtrise industrielle des fabrications avec des teneurs en fer augmentées a fait l'objet d'une inspection de l'ASN, qui n'a pas formulé de demande.

Enfin, les difficultés de production rencontrées à l'usine Melox ont conduit de nouveau EDF en 2022 à utiliser pour ses réacteurs de 900 MWe de nombreuses recharges avec moins d'assemblages MOX qu'habituellement. L'ASN a ainsi autorisé EDF à enchaîner, pour un même réacteur, des recharges sans assemblage de combustible MOX neuf ou des enchaînements de recharge atypiques. En 2022, sous la surveillance d'EDF, Orano a qualifié un procédé de fabrication du combustible MOX qui devrait permettre, à terme, de retrouver une qualité de production permettant de retrouver des recharges standard de combustible MOX.

## 2.2 Les équipements sous pression nucléaires

### 2.2.1 La conception et la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Le fabricant d'un équipement sous pression nucléaire (ESPN) est responsable de la conformité de cet équipement aux exigences de sécurité qui lui sont applicables pour garantir l'absence de défaillance durant son exploitation. Ces exigences sont définies par une directive européenne portant sur les équipements sous pression (ESP) et sont complétées par des exigences spécifiques aux ESPN, tenant compte de leur importance pour la sûreté de l'installation. Le fabricant définit et applique des règles qui lui permettent de justifier le respect de ces exigences.

Les industriels, en particulier EDF et Framatome, ont mis en place, depuis 2015, des actions structurantes afin de faire évoluer leurs règles et de les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. La plus grande partie de ces actions a été réalisée dans le cadre du « Programme ESPN » de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires (AFCEN), qui implique la majorité de la profession. Les travaux réalisés ont conduit l'AFCEN à émettre des guides méthodologiques et plusieurs révisions du code RCC-M (règles de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires des réacteurs à eau sous pression), sur lesquels l'ASN prend position. Le travail d'évolution du RCC-M se poursuivra au-delà de 2022. Il devra permettre de tenir à jour ce code et les guides associés, en fonction de l'avancement de la technique et de la pratique et du REX.

L'ASN a demandé que le programme 2019-2022 de l'AFCEN traite de la méthodologie de gestion des écarts et du REX acquis en matière de soudage. Un guide méthodologique a ainsi été élaboré qui promeut en particulier le principe de la priorité donnée à la remise en conformité ou à la réparation plutôt qu'au maintien en l'état. Ce principe, porté par l'ASN, a été régulièrement rappelé au cours des affaires récentes, en particulier pour les soudures des tuyauteries vapeur principales du réacteur EPR de Flamanville. Ce guide met également en évidence les bonnes pratiques en matière de déclaration des écarts et de prise en compte du REX au bénéfice de l'amélioration continue. En ce qui concerne le soudage, les discussions ont porté en 2022 sur les travaux encore à réaliser et sur la prise en compte concrète du REX pour le projet EPR2.

### 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires des ESPN les plus importants pour la sûreté, dits « de niveau N1 », qui correspondent principalement à la cuve, aux GV, au pressuriseur, aux groupes motopompes primaires, à des tuyauteries, notamment celles des circuits primaire et secondaires principaux, ainsi qu'à des vannes et des soupapes de sûreté.

Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements sont concernés pour le [réacteur EPR de Flamanville](#)) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (GV de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections portant sur les équipements dits de « niveau N1 » et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. [Quatre organismes](#) ou organes d'inspection sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave Exploitation France, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

En ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, les organismes habilités ont réalisé, en 2022, environ 3700 actions de contrôle pour les ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville et environ 3500 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle sont réalisées sous la surveillance de l'ASN.

L'ASN, avec l'appui des organismes habilités et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), a examiné l'ensemble des actions entreprises par les fabricants ainsi que par EDF pour traiter les problématiques associées aux traitements thermiques de détensionnement<sup>(1)</sup>. L'ASN a conclu que ces actions, pouvant nécessiter dans certains cas des dispositions renforcées de suivi en service, permettent d'assurer le maintien du niveau de sécurité des équipements concernés par ces problématiques.

En particulier, dans le cadre des investigations que Framatome a menées à la suite de la mise en évidence en 2019 d'un écart portant sur la mise en œuvre des traitements thermiques de détensionnement, une nouvelle problématique liée à des contraintes résiduelles élevées générées lors du refroidissement de ces traitements thermiques de détensionnement a été mise en évidence. Cette problématique a été prise en compte par Framatome ainsi que par les autres fabricants de GV (Westinghouse et Mitsubishi Heavy Industry) en optimisant les mises en œuvre de leurs procédés pour réduire les niveaux des contraintes résiduelles susceptibles d'être générées lors du refroidissement.

Framatome a poursuivi ses actions d'amélioration de la qualité au sein de ses trois usines. EDF a en particulier amélioré les processus de gestion des compétences et la prévention et le traitement des écarts, en déployant une démarche de mise sous contrôle des procédés industriels les plus sensibles, tels que les procédés de soudage et de traitement thermique, ainsi qu'une démarche d'agrément, d'évaluation et de surveillance

1. Les traitements thermiques de détensionnement visent à relâcher les contraintes résiduelles de soudage et obtenir les caractéristiques mécaniques appropriées. Le référentiel technique de fabrication fixe la plage de température à atteindre lors de cette opération en fonction des matériaux utilisés.

des fournisseurs. L'ASN évalue, au travers de ses inspections, les résultats de ces actions, qui se déclinent dans le cadre de la fabrication des équipements de rechange pour les centrales nucléaires et en perspective de la fabrication des équipements des réacteurs EPR2. Elle souligne ainsi la qualité et la pertinence des actions menées, qui devront se traduire dans l'amélioration de la qualité de réalisation. En particulier, l'ASN a maintenu, depuis plusieurs années, son implication dans le contrôle des dispositions définies pour pérenniser, au sein de l'usine Framatome Le Creusot, une organisation robuste, performante et adaptée aux enjeux de sûreté.

Le fabricant Westinghouse a poursuivi la déclinaison de son plan d'amélioration dans son usine de fabrication de GV en Italie en matière de système qualité et de surveillance interne. Les conditions pour la levée de la surveillance renforcée actuellement en place ont été définies et l'ASN, avec l'implication de l'organisme qu'elle a mandaté, examine l'avancement de la résorption des écarts de fabrication significatifs.

L'ASN constate que les organismes habilités, les fabricants et les exploitants développent au sein de leurs structures une organisation et des moyens associés à la prévention et à la détection des risques de fraude. Bien que des avancées soient observées, la déclinaison des modalités techniques définies reste encore à parfaire.

### 2.2.3 L'exploitation des équipements sous pression nucléaires

Les circuits primaires et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'[arrêté du 10 novembre 1999](#) relatif à la surveillance de l'exploitation du CPP et des CSP des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les dix ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.

L'exploitant est tenu de conserver et de mettre à jour, aussi souvent que nécessaire et au moment des requalifications périodiques, les dossiers portant sur la conception, la fabrication, la protection contre les surpressions, les matériaux, les constatations faites au cours de l'exploitation et, le cas échéant, le traitement des [écarts](#).

Sont détaillés ci-dessous les enjeux de sûreté de certains composants du circuit primaire ou des circuits secondaires.

#### Les cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un REP, contient le cœur du réacteur, ainsi que son instrumentation.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et une température de 300°C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût ;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication

### FUITE SURVENUE LORS DE L'ÉPREUVE HYDRAULIQUE DU RÉACTEUR 1 DE CIVAUX

Lors des arrêts pour visite décennale, le circuit primaire est soumis à une requalification périodique qui comprend notamment une épreuve hydraulique sous pression.

Lors de l'[épreuve hydraulique du réacteur 1](#) de Civaux le 2 novembre 2022, un événement majeur est survenu à 190 bars et 98°C lors de la montée en pression. Une dépressurisation rapide a été constatée avec une perte de 40 bars en une seconde suivie d'une baisse de plus de 10 bars par minute. Cette situation a été engendrée par l'éjection d'un tube amovible du système d'instrumentation du cœur (RIC). Un élément du dispositif de maintien installé spécifiquement pour les épreuves hydrauliques était absent pour ce tube.

Cet événement a conduit EDF à renforcer ses contrôles et sa surveillance pour sécuriser les prochaines épreuves hydrauliques du circuit primaire des réacteurs. La sûreté du réacteur n'a pas été remise en cause par cette fuite. En effet, lors de l'épreuve hydraulique, aucun assemblage de combustible n'est présent dans la cuve.

et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus des réactions de fission dans le cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts liés à leur fabrication sous leur revêtement en acier inoxydable.

#### Les coudes moulés

Le CPP d'un réacteur comporte plusieurs coudes en acier inoxydable austéno-ferritique, fabriqués par moulage. La phase ferritique subit un vieillissement en fonctionnement sous l'effet de la température. Certains éléments d'alliage présents dans le matériau favorisent cette sensibilité au vieillissement, notamment sur les réacteurs de 900 MWe et les premiers réacteurs de 1300 MWe. Il en résulte une dégradation de certaines propriétés mécaniques, telles que la résilience et la résistance à la déchirure ductile.

Par ailleurs, ces coudes comportent des défauts inhérents au mode de fabrication par moulage statique. Les effets du vieillissement thermique diminuent les marges de résistance à la rupture brutale en présence de défauts.

EDF a mené de nombreux travaux afin d'approfondir sa connaissance de ces matériaux, de leur cinétique de vieillissement et d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale.

#### Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des REP sont fabriquées en alliages à base de nickel, en raison de leur résistance à la corrosion généralisée ou par piqûre. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#). Ces fissures ont conduit EDF à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par EDF, est soumis à l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

### Les générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au CPP et l'autre au CSP. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure, etc.) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Sur les tubes, la couche de dépôt de produits de corrosion (encrassement) diminue l'échange thermique. Au niveau des plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour minimiser cet encrassement, diverses solutions peuvent être mises en œuvre et permettent de limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lançages à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs du circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation car elles impliquent des rejets de certains produits mis en œuvre.

Certains procédés de nettoyage chimique font encore l'objet d'essais visant à confirmer l'innocuité des produits chimiques employés.

## LES PRINCIPES DE LA DÉMONSTRATION DE LA RÉSISTANCE EN SERVICE DES CUVES

La réglementation en vigueur impose notamment à l'exploitant :

- d'identifier les situations de fonctionnement ayant un impact sur la cuve ;
- de prendre des mesures afin de connaître l'effet du vieillissement sur les propriétés des matériaux ;
- de mettre en œuvre les moyens lui permettant de détecter suffisamment tôt les défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure ;
- d'éliminer toute fissure détectée ou, en cas d'impossibilité, d'apporter une justification spécifique appropriée au maintien en l'état d'un tel type de défaut.

Depuis les années 1990, EDF conduit un [programme de remplacement des GV](#) constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés.

La campagne de remplacement des GV de 26 réacteurs dont le faisceau tubulaire est en alliage Inconel 600 non traité thermiquement s'est achevée. Elle se poursuit par les remplacements des GV des 26 réacteurs dont le faisceau est en alliage Inconel 600 traité thermiquement.

### 2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression nucléaires en exploitation

#### Les cuves des réacteurs

L'ASN émet des procès-verbaux à la suite des contrôles effectués à chaque visite décennale sur les circuits primaires, et en particulier les cuves, qui sont soumis lors de ces arrêts à de nombreux contrôles et à une épreuve hydraulique.

Lors de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, EDF a justifié la résistance en service des cuves de ces réacteurs jusqu'à leur cinquième réexamen. La démarche générique mise en place par EDF consiste à considérer, suivant une approche enveloppe, les propriétés mécaniques issues de la cuve présentant la fragilisation sous irradiation la plus pénalisante. EDF a réalisé des études de résistance à la rupture brutale en tenant compte de l'évolution des caractéristiques des matériaux et mène des contrôles pour s'assurer de l'absence de défaut préjudiciable dans l'acier lors de la visite décennale de chaque réacteur.

## DÉFAUTS DE SUIVI EN SERVICE DES DISPOSITIFS AUTOBLOQUANTS DES TUYAUTERIES DU CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL

Les dispositifs autobloquants sont des équipements placés entre l'ancrage dans le génie civil et une tuyauterie ou un composant. Ces dispositifs sont destinés à limiter les mouvements brusques indésirables. Ils autorisent ainsi les mouvements lents du composant fixé en n'opposant aucune résistance aux déplacements d'origine thermique, par exemple lors de la remise en service du réacteur. En revanche, ils bloquent les mouvements rapides accidentels tels que ceux liés à un séisme, à une ouverture de soupape ou à une rupture. Les dispositifs autobloquants doivent faire l'objet de contrôles réguliers, afin de s'assurer qu'ils sont en bon état et qu'ils ne sont

pas bloqués ou mal réglés, ce qui pourrait les conduire à ne pas jouer leur rôle lorsqu'ils sont sollicités ou à dégrader les composants en fonctionnement normal.

Lors d'une inspection sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux, les inspecteurs de l'ASN ont détecté que le réglage de nombreux dispositifs autobloquants fixés sur les tuyauteries du circuit primaire comportait des valeurs hors tolérances, sans que cela n'ait été identifié par EDF. L'ASN a alors décidé de réaliser un état des lieux national afin de vérifier si ces équipements étaient correctement suivis. Cette action a mis en évidence le caractère généralisé des

non-conformités et des lacunes importantes dans le suivi des dispositifs autobloquants. L'ASN a demandé à EDF de prendre les mesures nécessaires pour corriger rapidement les écarts identifiés et de mettre en place un plan d'action pour améliorer le suivi de ces équipements.

EDF a déclaré un événement significatif à caractère générique à la suite de ces inspections. En effet, ces non-conformités pourraient conduire en cas de sollicitation sismique ou transitoire dynamique à des contraintes sur les composants et entraîner dans le cas le plus défavorable une brèche sur les lignes concernées.

Cette démarche générique a été soumise à l'avis du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) le [20 novembre 2018](#), le [15 octobre 2019](#) et le [8 septembre 2020](#). L'examen du GPESPN a porté sur les défauts analysés, l'estimation du vieillissement sous irradiation du métal de la cuve, les analyses thermomécaniques, les études d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale, le classement des transitoires de petites brèches primaires et la justification du niveau de contraintes résiduelles dans les soudures circulaires des viroles de cœur.

Les études réalisées ainsi que les compléments apportés à la demande du GPESPN permettent de conclure favorablement sur la capacité des cuves à fonctionner dix années supplémentaires, sous réserve du résultat des examens réalisés à l'occasion de la quatrième visite décennale des réacteurs concernés.

#### Les coudes moulés

Le dossier établi par EDF a fait l'objet d'une instruction par l'ASN et d'un [avis du GPESPN le 23 mai 2019](#). À l'issue de cette analyse, l'ASN a formulé des demandes de justifications complémentaires à EDF sur la prévision du comportement du matériau vieilli, la connaissance des défauts présents dans les coudes, les analyses des marges vis-à-vis de la rupture brutale et le suivi en service de ces composants.

EDF a fourni des notes de justification pour certaines typologies de coudes et la stratégie de remplacement envisagée pour d'autres. La situation de certains coudes difficilement remplaçables fait l'objet de développements techniques en matière d'essais non destructifs. La restauration des propriétés mécaniques de ces coudes *via* une régénération thermique a fait l'objet d'études au cours des derniers mois sans aboutir à ce stade à un procédé industriel.

#### Les zones en alliage à base de nickel

EDF a actualisé en 2018 son analyse des zones en alliage à base de nickel en réalisant un état des lieux de la conception, une évaluation du risque d'amorçage de la corrosion sous contrainte, une analyse du REX aux niveaux national et international, un bilan des analyses mécaniques et des études de sûreté, un inventaire des procédés de réparation et de contrôle disponibles, ainsi qu'une mise à jour de sa stratégie de maintenance.

Ce dossier a été examiné conjointement par l'ASN et l'IRSN, puis présenté au GPESPN lors de sa séance du 26 novembre 2020.

Le travail d'actualisation mené par EDF est satisfaisant. Toutefois, EDF doit apporter davantage de garanties sur la capacité des examens non destructifs à permettre une détection précoce des éventuelles dégradations, en particulier en ce qui concerne les pénétrations de fond de cuve. À ce titre, EDF a transmis des éléments techniques répondant à cette demande et a en particulier engagé le développement d'un nouvel examen non destructif qui devrait être mis en œuvre dès 2026.

#### Les générateurs de vapeur

La situation des GV est restée un point de vigilance pour l'ASN en 2022.

Les constats de niveaux d'encrassement importants dans certains GV, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement, amènent la programmation d'interventions de nettoyages préventifs en 2023 et dans les années qui suivent. La maintenance en vue de garantir un état de propreté satisfaisant a été insuffisante par le passé et doit être une priorité. La stratégie de contrôle de la partie secondaire des GV déployée par EDF a été revue mi-2020 afin de mieux prévenir ces situations.

Des opérations de remplacement de GV sont planifiées au rythme d'un réacteur par an dans les années à venir à partir de 2024.

Le percement régulier de tubes de GV, qui font l'objet d'une stratégie pluriannuelle de contrôle et de bouchage par EDF, confirme la nécessité d'adapter le niveau d'exigence du suivi en service. Par ailleurs, la mise en œuvre de la réparation dans un tube « doigt de gant » d'un GV du réacteur 1 de Nogent-sur-Seine à la suite de la détection d'un effet chaudière illustre la nécessité d'anticipation du développement des procédés de réparation.

#### Les tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal

De nombreuses fissures liées à de la corrosion sous contrainte ont été découvertes, en particulier sur les tuyauteries RIS et RRA des réacteurs de 1450 MWe et de 1300 MWe de type P'4, à proximité immédiate de certaines soudures. Elles ont conduit à de très nombreuses expertises destructives et réparations. Un programme de contrôle et de réparation est prévu sur les années à venir (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## 2.3 Les enceintes de confinement

### 2.3.1 Les enceintes de confinement

Les enceintes de confinement, qui constituent la troisième barrière de confinement, font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure du taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base – INB (arrêté INB).

D'autres matériels participent à la fonction de confinement, tels que les accès à l'intérieur de l'enceinte de confinement (dénommés sas et tampon matériel), le circuit de mise en dépression de l'espace inter-enceinte des enceintes de confinement à double paroi ou le circuit de ventilation de la salle de commande. EDF a engagé depuis 2014 un plan d'action afin de garantir, compte tenu des évolutions des réacteurs depuis leur construction, que les débits des systèmes de ventilation répondent aux exigences de sûreté requises à la fois pour le confinement et pour le conditionnement thermique des installations. Le plan d'action est déployé, réacteur par réacteur, sur tous les systèmes de ventilation concernés, et inclut un état des lieux de l'état des matériels et des gaines. EDF procède, le cas échéant, à des remises en état et des améliorations ainsi qu'au réglage des débits de ventilation.

### 2.3.2 L'évaluation des enceintes de confinement

#### Gestion globale de la fonction de confinement

Dans son ensemble, la fonction de confinement fait l'objet d'une gestion assez satisfaisante de la part d'EDF. L'ASN constate toutefois des indisponibilités ponctuelles mais répétées affectant certains matériels participant à la fonction de confinement. Ces indisponibilités concernent notamment le système d'étanchéité et de contrôle de l'enceinte et le système de ventilation de la salle de commande. Ces indisponibilités ont fait l'objet d'échanges avec EDF en 2022 afin d'en identifier les causes profondes. Ces échanges se poursuivront en 2023 afin de vérifier la pertinence des actions envisagées par EDF pour réduire ces indisponibilités.

EDF a lancé un plan d'action national en 2014 afin de s'assurer que les débits de ventilation sont conformes aux débits requis de sûreté, et d'engager les modifications appropriées si besoin. La dernière phase de ce plan d'action national intègre un programme visant à s'assurer de la pérennité des réglages réalisés. L'examen de la pertinence de ce programme par l'ASN est en cours, et fera l'objet d'une prise de position.

### Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2019 dans le cadre de leur quatrième visite décennale n'ont pas mis en lumière de problème générique susceptible de remettre en cause leur exploitation.

Dans ce cadre, l'étanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 5 de la centrale nucléaire du Bugey a toutefois fait l'objet d'une attention particulière. En effet, l'enceinte de ce réacteur a dû faire l'objet d'une réparation, à la suite de la dégradation constatée en 2015 de l'étanchéité de son revêtement métallique au niveau de la partie basse du bâtiment du réacteur. L'épreuve de cette enceinte qui s'est déroulée en 2021 a donné des résultats satisfaisants.

### Les enceintes à double paroi

Les épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles plus importante qu'anticipée lors de la conception, sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de la précontrainte de certains câbles.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados et l'extrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1300 MWe les plus affectés, ainsi que des réacteurs de 1450 MWe. Ces travaux ont permis, pour l'ensemble des réacteurs sur lesquels ils ont été effectués, de respecter les critères de taux de fuite lors des épreuves des enceintes.

L'ASN reste vigilante à l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes et au maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme.

## 2.4 La prévention et la maîtrise des risques

### 2.4.1 Les règles générales d'exploitation

Les RGE encadrent le fonctionnement des réacteurs électronucléaires. Celles-ci sont établies par l'exploitant et déclinent de manière opérationnelle les hypothèses et conclusions des études de sûreté qui constituent la démonstration de sûreté nucléaire. Elles fixent les limites et conditions d'exploitation de l'installation.

Les modifications des RGE de nature à affecter la sûreté font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

#### Le fonctionnement normal

##### Les spécifications techniques d'exploitation

Au sein des RGE, les spécifications techniques d'exploitation (STE) définissent les domaines de fonctionnement normal fondés sur les hypothèses de conception et de dimensionnement de l'installation et identifient les systèmes requis pour le maintien des fonctions de sûreté, notamment l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives et la surveillance de ces fonctions en cas d'incident ou d'accident. Elles prescrivent également les conduites à tenir en cas de défaillance momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite, ces situations relevant d'un fonctionnement dit en « mode dégradé ».

EDF fait régulièrement évoluer les STE pour intégrer le REX de leur application et les modifications apportées aux réacteurs. De manière ponctuelle, l'exploitant peut les amender temporairement, par exemple pour réaliser une intervention dans des conditions différentes de celles initialement prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il doit alors justifier la pertinence de cette modification temporaire et définir les mesures compensatoires adéquates pour maîtriser les risques associés.

### Les essais périodiques

Les éléments importants pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer leurs fonctions dans les situations où ils sont nécessaires. Ils doivent faire l'objet d'essais qui participent à la vérification de la pérennité de leur qualification. Les règles des essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont intégrées dans les RGE. Elles fixent la nature des contrôles techniques à réaliser, leur fréquence et les critères qui permettent de statuer sur le caractère satisfaisant des contrôles.

### Les essais physiques du cœur

Les essais physiques du cœur ont pour objectif, d'une part, de confirmer que le cœur en cours d'exploitation est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté; d'autre part, de calibrer les systèmes de régulation et de protection automatiques. Ces essais prescrits dans les RGE sont réalisés périodiquement.

Les essais physiques au redémarrage sont assimilables à des essais de requalification à la suite du rechargement du cœur. Les essais physiques en cours et lors d'une prolongation de cycle permettent de garantir la disponibilité et la représentativité de l'instrumentation et de vérifier les caractéristiques du cœur en exploitation.

### Les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

#### La conduite en cas d'incident ou d'accident

Les RGE traitent également des procédures de conduite du réacteur en situation d'incident ou d'accident. Elles prescrivent les actions à réaliser par l'équipe de conduite lorsque le réacteur subit une situation d'incident ou d'accident; ces actions visent à retrouver un fonctionnement normal du réacteur ou, pour les situations accidentelles, à en limiter les conséquences. Les équipes de conduite sont régulièrement formées à l'utilisation de ces procédures.

EDF fait évoluer ces procédures pour intégrer le REX des incidents et accidents, résorber les écarts détectés lors de leur application ou prendre en compte les modifications apportées aux installations, notamment celles issues des réexamens périodiques.

#### La conduite en cas d'accident grave

À la suite d'un incident ou d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave avec endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, peu probables, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'intégrité de l'enceinte de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement. La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes s'appuient sur le plan d'urgence interne (PUI), complété notamment du guide d'intervention en cas d'accident grave et des guides d'action des équipes de crise.

### 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs

L'ASN assure le contrôle du contenu des RGE lors de leur instruction avant leur mise en œuvre, ainsi que le contrôle de l'application des RGE lors des inspections.

Plus largement, elle s'assure que les mesures prévues et prises par EDF dans le cadre de l'exploitation des réacteurs sont adaptées aux risques que cette exploitation génère.

#### Le fonctionnement normal

Lors de ses inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie notamment que l'exploitant respecte les STE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées aux modifications temporaires.

Elle contrôle également la cohérence entre les modifications des installations mises en œuvre et celles apportées aux documents utilisés par les équipes de conduite des réacteurs, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme. Elle s'assure aussi que les procédures utilisées pour configurer les circuits ou consigner les matériels prennent bien en compte les exigences issues des STE. Enfin, elle est attentive à la bonne compréhension et à la bonne application par les équipes de conduite de ces différents documents et à la bonne gestion des activités sensibles, souvent à l'origine d'écarts.

Les non-respects des STE constituent des événements significatifs qui doivent être déclarés à l'ASN. L'ASN analyse l'origine et les conséquences de ces événements et vérifie lors de ses inspections que des mesures ont bien été prises par l'exploitant pour corriger les écarts et éviter qu'ils ne se reproduisent.

Les situations pour lesquelles les réacteurs ont été exploités en dehors des limites prévues ont été moins nombreuses en 2022 qu'en 2021. Les dispositions mises en place par EDF sur cette thématique semblent porter leur fruit.

Toutefois, l'ASN constate que la qualité de la surveillance en salle de commande s'est dégradée en 2022. Cette situation a parfois conduit à des identifications tardives d'indisponibilité de matériels, pouvant conduire au non-respect des STE.

Par ailleurs, le nombre d'événements significatifs liés à des défauts de configuration des circuits a atteint un niveau significativement plus élevé qu'en 2021. La majorité des sites est concernée par cette augmentation. Ces défauts peuvent être causés par des non-respects des procédures ou par des procédures incomplètes. L'ASN renforcera en 2023 ses inspections sur ces thématiques.

L'ASN vérifie que les essais périodiques des matériels importants pour la sûreté permettent de contrôler leur bon fonctionnement et leur niveau de performance. Elle exerce cette vérification lors des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

Comme les années précédentes, plusieurs événements significatifs ont eu pour origine les essais périodiques. Les causes principales de ces événements significatifs sont la mauvaise déclinaison des règles d'essais dans les documents opératoires, des défauts d'application de la règle d'essais lors de la réalisation des essais, des incohérences sur les valeurs des incertitudes entre les documents opératoires et les guides méthodologiques, l'utilisation d'une gamme d'essais associée à un référentiel documentaire inadapté, ou encore des défaut de programmation des essais périodiques.

Dans le cadre du REX de ces événements, EDF adapte ses organisations pour assurer un meilleur partage d'informations entre les différents acteurs responsables de la définition des essais, de leur programmation et de leur réalisation.

#### **La filière indépendante de sûreté**

L'ASN examine lors de ses inspections les actions menées par la FIS (voir encadré ci-dessus) et vérifie la bonne prise en compte de ses avis par les services opérationnels. Les inspecteurs ont relevé la compétence, le bon fonctionnement et l'indépendance de la FIS en 2022. Toutefois, il a été constaté pour plusieurs sites des effectifs d'ingénieurs sûreté en place trop faibles ; EDF doit prendre des mesures pour disposer d'un nombre suffisant d'ingénieurs sûreté, afin que ceux-ci puissent effectuer sereinement leur vérification indépendante de la sûreté des réacteurs.

#### **LA FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ**

Au sein d'EDF, la filière indépendante de sûreté (FIS) assure la vérification en matière de sûreté des actions et décisions prises par les services en charge de l'exploitation des installations. Sur chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui assurent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.

#### **La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave**

L'ASN contrôle les processus d'élaboration et de validation des procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre. Dans ce cadre, l'ASN a mené en 2022 plusieurs inspections sur les dispositions organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident ou d'accident. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes de conduite de l'installation en salle ou sur simulateur, pour contrôler les modalités d'application des consignes et les pratiques d'intervention et de communication au sein de ces équipes. L'ASN a aussi mené en 2022 des inspections réactives sur les sites où la conduite des installations a été perturbée par des aléas d'exploitation ; ces inspections visaient à vérifier le respect des procédures applicables lors de la gestion de ces aléas.

À l'issue de ces inspections, l'ASN a jugé la mise en œuvre des dispositions de conduite en cas d'incident ou d'accident satisfaisante. Néanmoins, l'ASN a constaté que des erreurs et imprécisions entachent encore les documents opératoires malgré le travail conséquent mené par les équipes d'ingénierie nationales d'EDF pour les résorber. L'ASN restera attentive à la bonne mise en œuvre des processus de vérification des documents opératoires et au traitement des anomalies constatées.

#### **L'organisation de crise**

Lorsque la situation de l'installation se dégrade ou que des moyens supplémentaires sont nécessaires à la gestion de la situation, les procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident prévoient le déclenchement du PUI qui entraîne la mise en place d'une organisation de crise.

En 2022, trois centrales nucléaires ont déclenché leur organisation de crise, décrite dans le PUI. En février, le PUI a été déclenché à la centrale nucléaire de Cruas-Meysses à la suite d'un incendie hors zone contrôlée. En octobre, le déclenchement du PUI à la centrale nucléaire de Cattenom a été motivé par un dégagement d'ammoniac localisé sur le site. Enfin en novembre, la centrale nucléaire de Gravelines a déclenché son PUI à la suite d'un incendie hors zone contrôlée. Ces trois situations n'ont pas nécessité d'action de protection des populations.

En 2022, six exercices nationaux impliquant notamment l'ASN ont été organisés sur des centrales nucléaires (Cattenom, Dampierre-en-Burly, Cruas-Meysses, Paluel, Saint-Alban et Flamanville). Ceux-ci ont permis de tester l'organisation de crise de ces sites, ainsi que les échanges avec les autorités.

L'ASN a également procédé à plusieurs inspections sur l'organisation et les moyens de crise, dont certaines ont reposé sur une mise en situation inopinée induisant le déclenchement de l'organisation de crise du site. Ces inspections ont été l'occasion de tester l'opérationnalité de l'organisation de crise des centrales nucléaires sur des sujets spécifiques (résilience de l'organisation, matériels utilisés par les équipes lors des situations de crise, documentation, formation, etc.). Dans l'ensemble, ces exercices et inspections ont permis de s'assurer que les sites d'EDF disposent d'un niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence leur permettant d'assurer les actions requises en cas de crise. L'ASN souligne en outre le réel professionnalisme et la grande motivation des équipiers d'astreinte mobilisés. Toutefois, EDF doit poursuivre ses efforts de formation sur la mise en place du mode « progressivité », qui doit lui permettre d'assurer ses missions avec un personnel moindre du fait de difficultés d'accès au site résultant d'une agression d'intensité extrême. Enfin, le maintien en condition opérationnelle des locaux de crise et de certains moyens mobilisables en situation d'urgence doit également être renforcé.

### 2.4.3 La maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour assurer la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements importants pour la sûreté, mais aussi la performance industrielle, EDF optimise ses activités de maintenance en s'inspirant des pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger. EDF a décidé en 2008 de déployer une nouvelle méthodologie de maintenance, dénommée « AP913 », développée par les exploitants nucléaires américains et reposant sur deux axes principaux : l'évolution des organisations pour développer le suivi de la fiabilité des matériels et des systèmes et la mise en œuvre d'un nouveau type de programmes de maintenance préventive.

Le diagnostic de la mise en œuvre de l'AP913 réalisé par EDF mi-2016 a fait apparaître des difficultés sur la mise en œuvre du suivi des performances et sur l'augmentation des tâches de maintenance générée par les programmes de maintenance AP913. EDF a ainsi défini en 2017 des orientations stratégiques en matière de maintenance et de fiabilité. Elle a précisé les rôles des différents services et métiers liés à la réalisation de la maintenance, en réaffirmant que les services de maintenance sont responsables de la maîtrise d'ouvrage des matériels qu'ils entretiennent, en particulier dans un contexte de poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans. EDF a également mis en place des bilans de fonction pour obtenir une vision intégrée des matériels et systèmes participant à chaque fonction, ainsi qu'une nouvelle phase de son projet de maîtrise des volumes de maintenance.

Par ailleurs, en réponse à la demande de l'ASN formulée en 2019, EDF a déposé fin 2021 une demande d'autorisation pour ajouter aux RGE un nouveau chapitre consacré à la maintenance.

### 2.4.4 L'évaluation de la maintenance

La maintenance est une thématique importante qui fait l'objet de contrôles réguliers par l'ASN lors de ses inspections dans les centrales nucléaires. L'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été assez satisfaisante en 2022, *a fortiori* compte tenu de l'impact de la gestion de la corrosion sous contrainte sur le déroulement des arrêts.

À cet égard, l'ASN a constaté en 2022 au travers de ses inspections que les différents sites ont, dans l'ensemble, déployé les évolutions de la politique de maintenance engagées par EDF à partir de 2016 (voir encadré ci-dessous). Toutefois, l'ASN relève encore régulièrement des points à améliorer, comme la prise en compte des différents risques, la préparation des activités et le renforcement de la surveillance des activités confiées à des prestataires.

#### LES ARRÊTS DE RÉACTEUR

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit par EDF pour réaliser des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement et arrêt pour visite partielle : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une visite partielle que lors d'un arrêt pour simple rechargement ;
- arrêt pour visite décennale : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un

programme approfondi de vérification et de maintenance. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les dix ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la décision n° 2014-DC-0444 du 15 juillet 2014 relative aux arrêts et aux redémarrages des REP, porte principalement :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur le contenu du programme d'arrêt établi par l'exploitant. L'ASN peut

demander, le cas échéant, des compléments à ce programme ;

- pendant l'arrêt, à l'occasion d'inspections et de points d'information réguliers, sur la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas rencontrés ;
- en fin d'arrêt, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur ;
- après le redémarrage du réacteur, sur les résultats des essais réalisés au cours de l'arrêt et en phase de redémarrage.

Depuis 2020, l'ASN a réduit le volume de ses instructions documentaires réalisées dans le cadre des arrêts de réacteur et a renforcé ses contrôles de terrain. Ces nouvelles modalités de contrôle permettent de diriger les ressources de l'ASN vers les activités présentant le plus d'enjeux et de rendre le contrôle plus efficace.

## CAMPAGNE D'INSPECTIONS PORTANT SUR LA MAINTENANCE

En 2021 et 2022, l'ASN a conduit une campagne de 14 inspections portant sur l'organisation des services de maintenance des centrales nucléaires, afin de contrôler le déploiement par EDF de sa nouvelle stratégie de maintenance.

Les inspections ont mis en évidence une organisation plutôt satisfaisante des services chargés de la maintenance et un bon déploiement des nouveaux outils mis en place. C'est en particulier le cas de la réalisation des bilans de fonction, qui permettent à chaque centrale d'identifier, avec une vision intégrée par fonction, les problématiques techniques pouvant affecter les matériels et systèmes, ainsi que les axes d'amélioration associés, et du suivi de tendance, qui a pour objectif de permettre la détection précoce de la dégradation des performances des matériels.

L'approvisionnement de pièces de rechange non conformes a encore généré en 2022 des défauts de maîtrise des activités. Des documents nationaux d'EDF mal appliqués ou des documents opérationnels incorrects sont également à l'origine d'opérations de maintenance inadaptées ou de défauts de qualité de maintenance.

De même, l'ASN a mis en évidence plusieurs anomalies concernant des programmes de contrôles très larges réalisés au titre de la maintenance (dispositifs autobloquants, ancrages). Ces anomalies ont parfois conduit les centrales à engager des programmes de nouveaux contrôles complets.

Enfin, malgré une amélioration constatée des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires entre 2019 et 2021, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques récemment déployés dans les centrales (voir point 2.6.2), les événements significatifs ayant pour cause des non-qualités de maintenance non détectés par la surveillance ou par les analyses de premier niveau sont restés nombreux. À cet égard, l'ASN constate que les essais de requalification ne permettent pas toujours de détecter les défauts des matériels à la suite d'activités de maintenance ou de modifications.

Dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs et du programme « grand carénage », l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

### 2.4.5 La protection contre les agressions d'origine interne ou externe

#### Les risques liés aux incendies

Un incendie peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre pour protéger les parties sensibles des installations contre l'incendie.

Les centrales nucléaires, comme les autres INB, sont soumises à la [décision n° 2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014](#) relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et la lutte contre l'incendie.

Les règles de conception visent à empêcher l'extension d'un incendie et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur la « sectorisation incendie ». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçus pour

circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Elle a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :

- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de générer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

Enfin, la détection des départs de feu et la lutte contre un incendie doivent permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

#### Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de substances radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation contre l'explosion.

#### Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. L'inondation peut être notamment induite par un séisme. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau, etc.) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation, etc.).

#### Les risques liés aux inondations externes

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du [Blayais](#) en décembre 1999 a amené les exploitants, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté de leurs installations face à ce risque dans des conditions plus sévères qu'auparavant et à effectuer de nombreuses améliorations de la sûreté, selon un échéancier défini au regard des enjeux. Conformément aux prescriptions de l'ASN, EDF a achevé en 2014 les travaux requis sur l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En parallèle, pour s'assurer d'une prise en compte plus exhaustive et plus robuste du risque d'inondation, dès la conception des installations, l'ASN a publié en 2013 le [Guide n° 13](#) relatif à la protection des INB contre les inondations externes.

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté ([ECS](#)) réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'en matière de protection contre les inondations, les exigences résultant de la réévaluation complète conduite à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 permettaient de conférer aux centrales nucléaires un haut niveau de protection contre le risque d'inondation externe. Toutefois, l'ASN a pris plusieurs [décisions en juin 2012](#) pour demander aux exploitants :

- de renforcer la protection des centrales nucléaires face à certains aléas comme les pluies de forte intensité et les inondations sismo-induites ;
- de définir et de mettre en place un « [noyau dur](#) » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, notamment en cas d'inondation au-delà du référentiel de dimensionnement.

### Les risques liés aux séismes

Bien que la sismicité soit modérée, voire faible, en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN, compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens périodiques.

La [règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 du 31 mai 2001](#) définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les INB de surface (à l'exception des installations de stockage à long terme de déchets radioactifs).

Cette règle fondamentale de sûreté est complétée par le [Guide de l'ASN 2/01](#) de mai 2006, qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF doivent donc pouvoir faire face à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances relatives à la sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du REX international sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a prescrit à EDF de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes comparables, dans le contexte français, à celle survenue le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » doit notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen périodique des installations.

Dans le cadre de la définition de ce niveau de séisme exceptionnel, l'ASN a demandé à EDF de compléter la démarche déterministe de définition de l'aléa sismique par une approche probabiliste, afin de tenir compte des meilleures pratiques connues au niveau international.

### Les risques liés aux canicules et aux sécheresses

Au cours des événements caniculaires de ces dernières décennies, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

[EDF a pris en compte ce REX](#) et a engagé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de températures de l'air et de l'eau plus sévères que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux situations dites de « grands chauds », EDF a engagé le déploiement de modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs, EDF a engagé un programme de modification de ses installations visant à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

Comme pour les autres agressions, l'ASN demande à EDF de tirer le REX des différents événements caniculaires, ainsi que leurs effets sur les installations.

### Autres agressions

La démonstration de sûreté des centrales nucléaires d'EDF prend également en compte d'autres agressions comme les grands vents, la neige, les tornades, la foudre, les températures froides de l'air, les agressions d'origine anthropique (transport de matières dangereuses, installations industrielles, chute d'aéronefs, etc.) et les agressions de la source froide.

### 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'ASN contrôle la prise en compte des risques liés aux agressions dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur la réévaluation de la conception des installations dans le cadre des réexamens périodiques, l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, l'examen des événements significatifs et les inspections réalisées sur les sites. Les dispositions permettant de limiter les risques liés aux agressions font l'objet de contrôles réguliers par l'ASN.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions extrêmes. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués pour l'ensemble des centrales afin de piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

De manière générale, l'ASN considère que des efforts importants sont nécessaires sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise des risques liés aux agressions, en particulier en ce qui concerne :

- la maintenance des équipements nécessaires (atardeaux, portes coupe-feu, capteurs, siphons de sol, etc.) ;
- les analyses de risque lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement ;
- le respect des échéances des actions correctives identifiées lors des revues annuelles ;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel d'EDF et de ses prestataires.

### Les risques liés aux incendies

Les risques liés aux incendies sont importants. En conséquence, l'ASN a indiqué à EDF en 2016 qu'elle attendait, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une démonstration structurée et robuste fondée sur une approche de défense en profondeur. L'ASN a instruit les méthodes de justification produites par EDF et les modifications associées, en recueillant l'avis du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) en 2019. Il ressort de cette instruction que les évolutions proposées par EDF constituent des améliorations notables de la démonstration de maîtrise des risques liés aux incendies (par exemple, études relatives à la tenue de la sectorisation, prise en compte de l'effet des fumées). Par ailleurs, les nouvelles méthodes mises en œuvre ont permis l'identification

des éléments de sectorisation dont le bon fonctionnement est particulièrement important. Par exemple, les portes coupe-feu dont la position fermée est indispensable ont été identifiées et feront l'objet de mesures de surveillance spécifiques. Ces méthodes seront également mises en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

Sur les sites, l'ASN ne constate pas d'évolution notable concernant la maîtrise des risques liés aux incendies, avec un niveau qui reste en deçà de ses attentes. Les nombres de départs de feu et d'événements significatifs en lien avec l'incendie sont en légère baisse en 2022 par rapport à 2021. Deux départs de feu survenus en 2022 hors zone contrôlée ont mené au déclenchement du PUI du site concerné.

L'ASN a constaté certaines améliorations dans le pilotage de ce risque sur les centrales nucléaires. Toutefois, la campagne d'inspections renforcées (voir encadré ci-contre) montre que des améliorations sont nécessaires pour mieux maîtriser ce risque. La gestion de la détection incendie et la formation des personnels sont en général satisfaisantes et l'ASN note que, depuis fin 2021, les agents de levée de doute de toutes les centrales nucléaires interviennent en binôme. EDF a également poursuivi ses actions visant à améliorer la maîtrise des risques liés à l'incendie dans les locaux identifiés comme étant particulièrement sensibles à cette agression au regard des conséquences potentielles pour la sûreté. Cependant, des progrès sont attendus dans l'application des règles sur le terrain.

Ainsi, l'ASN considère que les efforts entrepris par les centrales nucléaires pour mener les actions correctives doivent se poursuivre et faire l'objet d'un meilleur accompagnement auprès du personnel, qui doit disposer du temps nécessaire pour réaliser les actions attendues.

Enfin, à la suite d'une demande de l'ASN formulée en 2019, EDF a présenté à l'ASN en 2022 la stratégie qui sera déployée à compter de 2024 en matière d'organisation de lutte contre l'incendie. Des évolutions sont prévues en matière d'équipement de protection, de formation des personnels mais également en ce qui concerne les liens avec les services départementaux d'incendie et de secours.

#### Les risques liés aux explosions

L'ASN contrôle les mesures de prévention et de surveillance du risque d'explosion et veille particulièrement à sa prise en compte dans le référentiel et l'organisation d'EDF. L'ASN s'assure également du respect de la réglementation relative aux « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

La maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore satisfaisante pour l'ensemble des sites. Certaines actions de maintenance et de contrôle demandées par la doctrine interne d'EDF ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante, notamment en ce qui concerne les risques liés à la présence d'hydrogène sur les installations. De plus, l'ASN constate que l'intégration du REX et le traitement de certains écarts font parfois l'objet de reports qui ne sont pas toujours justifiés au regard des conséquences potentielles pour la sûreté. Lors de ses inspections, l'ASN est particulièrement vigilante aux contrôles et aux actions correctives menées par EDF pour garantir la compatibilité des matériels électriques avec une utilisation dans des locaux où une atmosphère explosive est susceptible de se former. La gestion des parcs à gaz fait également l'objet d'une attention particulière en inspection.

L'ASN note les efforts entrepris par EDF pour réduire ces écarts, notamment par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement de plans d'action conduisant à des remplacements de matériels. L'ASN considère qu'EDF doit continuer à porter une attention toute particulière sur ce sujet et s'assurer que la démarche de prévention des risques d'explosion est déclinée avec toute la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

### CAMPAGNE D'INSPECTIONS SUR LA MAÎTRISE DES RISQUES LIÉS À L'INCENDIE

L'ASN a achevé en 2022 la campagne d'inspections renforcées sur la maîtrise des risques liés à l'incendie débutée en 2021.

Ces inspections ont notamment porté sur le contrôle de la maîtrise de la sectorisation et des charges calorifiques et les moyens de lutte contre l'incendie. Ces inspections ont été accompagnées, pour certaines centrales, d'un exercice de mise en situation des équipes d'intervention.

L'ASN a formulé des demandes d'amélioration sur la gestion des entreposages et des stockages de matériels, qui représentent des potentiels calorifiques importants, ainsi que sur la détection et le traitement rapides des anomalies de sectorisation. EDF doit également améliorer l'état des moyens de lutte contre l'incendie, notamment les poteaux incendies et réseaux d'eau associés.

#### Les risques liés aux inondations internes

En 2019, l'ASN a demandé à EDF de compléter sa démarche mise en œuvre pour mieux maîtriser le risque d'inondation interne, s'assurer du bon fonctionnement des siphons de sol, renforcer la maintenance des tuyauteries susceptibles de conduire à une inondation interne et assurer une meilleure maîtrise de leur vieillissement. En réponse à ces demandes, EDF a mis en place des actions d'amélioration.

Par ailleurs, EDF poursuit ses visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'évaluer la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements aux autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

Enfin, dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté relative aux risques d'inondation interne, en considérant notamment plusieurs possibilités de cheminement de l'eau et a défini des dispositions complémentaires pour limiter les risques. L'ASN a instruit en 2022 la nouvelle méthodologie proposée et a demandé des ajustements à EDF.

#### Les risques liés aux séismes

Les programmes d'inspection mis en œuvre par EDF conduisent à déclarer régulièrement des événements significatifs pour la sûreté par défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées, progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes, qui sont alors systématiquement analysées.

[Le 11 novembre 2019, un séisme s'est produit](#) au niveau de la commune du Teil. Il a conduit EDF à mettre en œuvre, sur la centrale nucléaire de [Cruas-Meysse](#), la procédure de conduite prévue en cas de séisme. En effet, les mouvements sismiques détectés sur ce site ont atteint le niveau nécessitant la mise à l'arrêt des réacteurs afin de procéder à des vérifications. Un programme d'inspection a ensuite été défini et réalisé avant le redémarrage des réacteurs. L'ASN a demandé à EDF dès novembre 2019 de déterminer si ce séisme devait conduire à revoir les niveaux de séisme à retenir pour la protection des sites des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas-Meysse. Après des investigations de terrain, EDF a défini un nouveau spectre de dimensionnement pour le site de Cruas-Meysse.

Ce spectre sera utilisé afin de lancer les études de réévaluation sismique associées au quatrième réexamen périodique de ce site.

Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF de poursuivre ses investigations afin d'obtenir une meilleure caractérisation des failles existantes autour des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas-Meysse.

#### Les risques liés aux températures extrêmes

Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation de la préparation de la mise en configuration estivale et hivernale de l'installation, ce qui a conduit à des demandes d'actions correctives.

EDF a mené lors des derniers étés, à la demande de l'ASN, des essais de fonctionnement des groupes électrogènes de secours à moteur diesel en période de température élevée. Ces essais permettent de conforter la démonstration de la qualification de ces matériels.

Lors des épisodes caniculaires de l'été 2022 (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport), les températures maximales relevées sur les sites n'ont pas atteint les températures prises en compte dans la démonstration de sûreté. À l'instar de ce qui a été fait lors des précédents épisodes caniculaires, l'ASN a demandé à EDF de réaliser un REX.

#### 2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de sûreté. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations.

##### L'identification et le traitement des écarts

Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du REX peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies, qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles, etc.

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'[arrêté du 7 février 2012](#), jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

##### Les vérifications « au fil de l'eau »

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées comme importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

##### Les vérifications lors des arrêts de réacteur

EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production. Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage de réacteur, l'ASN demande à EDF de lister les écarts non résorbés, de mettre en œuvre des dispositions

### RENFORCEMENT DU CONTRÔLE DES FOURNISSEURS DE MATÉRIELS IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

En 2022, l'ASN a poursuivi le renforcement de son contrôle de la chaîne d'approvisionnement d'EDF pour les matériels importants pour la sûreté destinés aux centrales nucléaires. L'ASN a ainsi réalisé, en 2022, 48 inspections, la plupart dans les usines de fabrication.

Dans le cadre de ces contrôles, l'ASN a examiné le respect des exigences réglementaires lors des opérations de fabrication, la capacité des fournisseurs à fabriquer des équipements répondant aux exigences de sûreté et la prise en compte du risque de fraude. L'ASN a également contrôlé la surveillance, réalisée par EDF, de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants. L'ASN a aussi inspecté le processus d'achat mis en place par EDF, afin de s'assurer de la bonne prise en compte des enjeux de sûreté lors de la contractualisation entre EDF et ses fournisseurs ainsi que tout au long de l'exécution des contrats.

Enfin, l'ASN a poursuivi en 2022 les échanges avec ses homologues sur le sujet des chaînes d'approvisionnement, notamment dans le cadre du *Committee on Nuclear Regulatory Activities* (CNRA), qui permet de partager les conclusions des inspections réalisées dans les différentes usines dans le monde.

compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

**Les vérifications décennales : les examens de conformité**  
EDF réalise des [réexamens périodiques](#) de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans, conformément à la réglementation (voir point 2.9.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'elle a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications sont complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive.

##### Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN

En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit, par exemple, au titre du REX d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées par l'exploitant dans le cadre des réexamens périodiques.

##### Les modalités d'information de l'ASN et du public

Lorsqu'un écart est détecté, EDF, comme tout exploitant d'INB, est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet alors à l'ASN une déclaration d'événement significatif. De plus, EDF informe le public lors de la survenue des événements significatifs les plus notables, en publiant des notes sur le site Internet des centrales nucléaires concernées ou dans sa lettre d'information externe. De son côté, l'ASN informe le public sur [asn.fr](#) des événements significatifs de niveau 1 ou plus sur l'échelle INES (échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité).

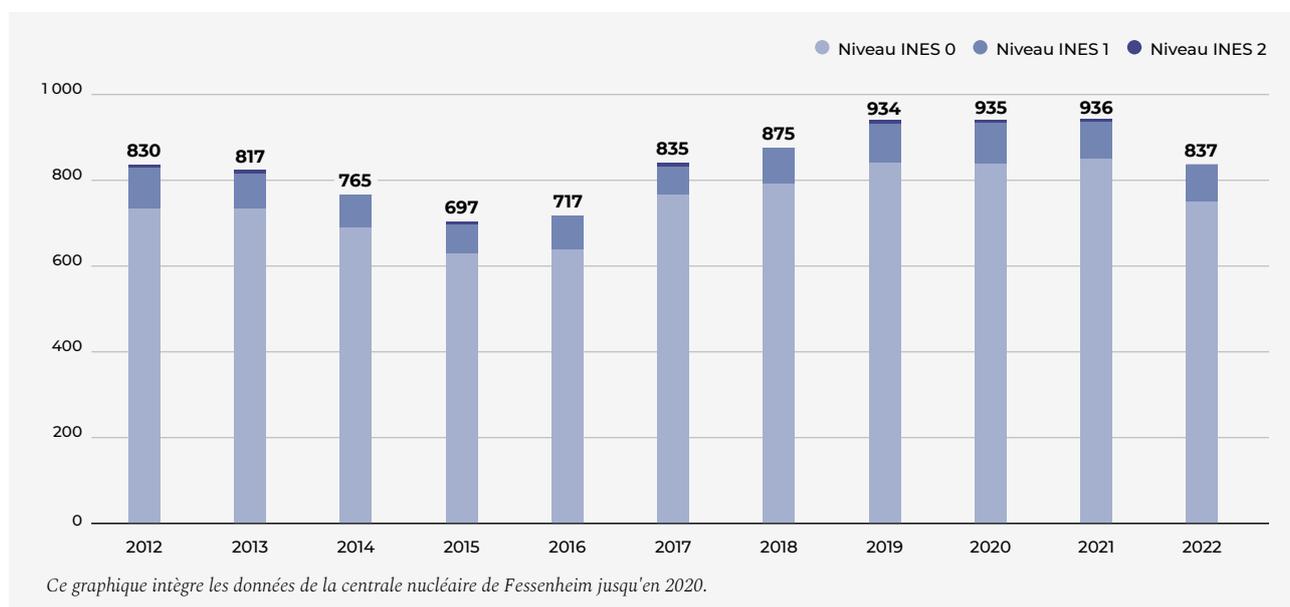
### Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité

L'ASN a publié le 6 janvier 2015 le [Guide n° 21](#) relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à assurer la sûreté du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

### 2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

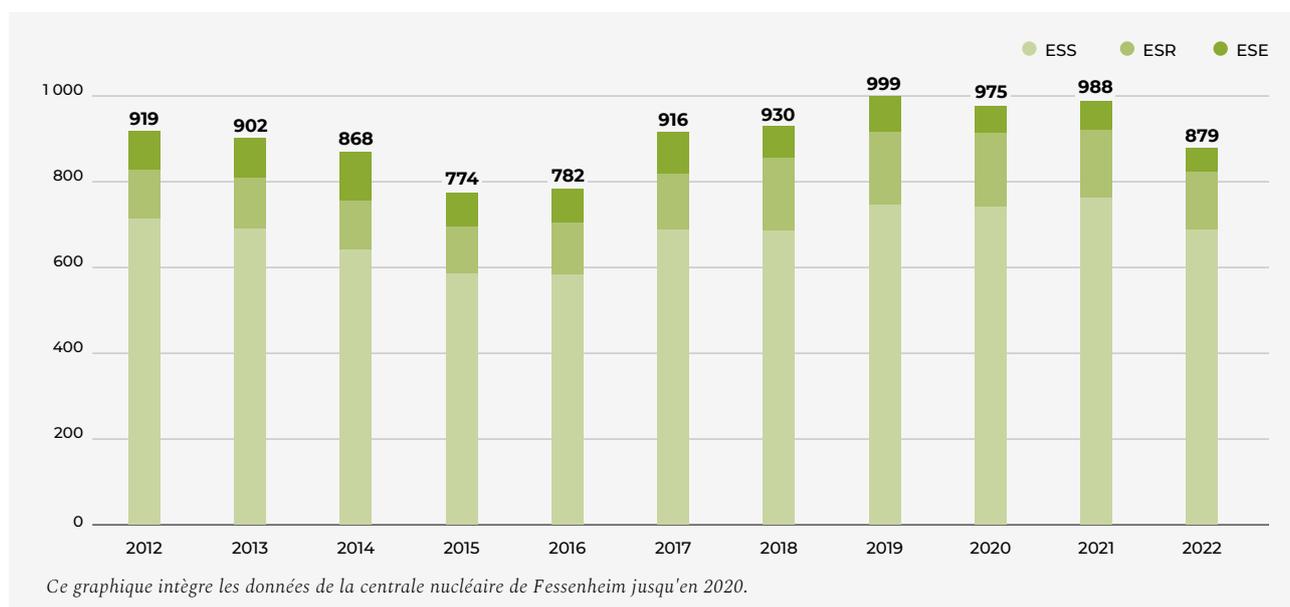
L'ASN a constaté par le passé que les dispositions organisationnelles prises par EDF pour traiter les écarts présentaient des fragilités et que les délais de caractérisation, de contrôle et de traitement des écarts n'étaient pas toujours conformes aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. En conséquence, EDF a révisé en 2019 son référentiel interne relatif à la gestion des écarts afin d'améliorer leur traitement et d'assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux pour la sûreté. L'ASN a constaté en 2022 que les actions engagées par EDF permettent de résorber les écarts dans les délais requis dans la majorité des situations. Ces efforts devront se poursuivre dans les années à venir, notamment à l'occasion des visites décennales.

GRAPHIQUE 1 Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2012 à 2022



10

GRAPHIQUE 2 Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2012 à 2022



## CAMPAGNE D'INSPECTIONS SUR LES DIESELS D'ULTIME SECOURS

Les diesels d'ultime secours (DUS) sont des sources électriques installées en réponse aux prescriptions techniques édictées par l'ASN à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Leur rôle est d'assurer l'alimentation électrique des systèmes du « noyau dur », qui permet de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes.

Les inspections réalisées par l'ASN mettent en évidence que la formation des opérateurs et l'appropriation de ces nouveaux matériels pourraient être renforcées.

La mise en service des DUS a également été marquée, sur certains DUS des réacteurs de 1300 MWe, par la survenue de plusieurs départs de feu. À la suite de ces départs de feu, EDF a défini un plan d'action visant à remédier à ces situations. Les dispositions prévues dans ce plan d'action font l'objet d'une instruction et d'un suivi rapprochés de la part de l'ASN, qui se poursuivront en 2023.

Des événements significatifs portant sur plusieurs réacteurs ont à nouveau été déclarés en 2022 à la suite de la détection d'écarts de conformité ; certains écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications ou d'actions de maintenance des installations.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2023, et poursuivra à cet égard les inspections sur l'état des matériels et des systèmes.

L'ASN constate que certains systèmes rattachés aux fonctions de sûreté « support », « maîtrise de la réactivité » et « refroidissement » présentent, dans la continuité des années 2020 et 2021, des indisponibilités fortuites répétées. Il s'agit notamment des systèmes de refroidissement intermédiaire, de surveillance post-accidentelle, de mesure de la puissance nucléaire et de commande des grappes ou encore de production et distribution électrique 48 V en courant continu.

Les échanges avec EDF se poursuivront en 2023 afin d'identifier les causes profondes des indisponibilités de ces systèmes et de vérifier la pertinence des actions envisagées par EDF pour en réduire le nombre.

### Les déclarations d'événements significatifs par EDF

En application des [règles relatives à la déclaration des événements significatifs](#) (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2022, 687 déclarations d'événements significatifs au titre de la sûreté (ESS), 136 au titre de la radioprotection (ESR) et 56 au titre de la protection de l'environnement (ESE). Le nombre d'événements significatifs a diminué d'environ 9,7% en 2022 par rapport à l'année précédente, en particulier les ESS (746 en 2019, 740 en 2020, 762 en 2021).

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2012.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2012 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : ESS, ESR et ESE. Les événements hors échelle INES sont également pris en compte.

Les événements significatifs affectant plusieurs réacteurs nucléaires sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs à caractère générique. Ont été déclarés, en 2022, 21 événements de ce type dans le domaine de la sûreté nucléaire (29 en 2019, 26 en 2020, 31 en 2021).

## 2.5 La prévention et la maîtrise des impacts environnemental et sanitaire et des risques non radiologiques

### 2.5.1 Les rejets, la gestion des déchets et les impacts sanitaires

#### La limitation des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents liquides et gazeux. Ces effluents, qui peuvent être radioactifs ou chimiques, ont pour origine le fonctionnement même du réacteur, dont principalement les opérations visant à assurer la qualité radiochimique du CPP, le conditionnement chimique des circuits afin de contribuer à leur bon état, la production d'eau déminéralisée pour l'alimentation de certains circuits, les traitements biocides et les effluents de la station d'épuration des eaux usées du site.

Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement.

L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des réacteurs. Ces prescriptions concernent notamment la gestion et la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, la surveillance de l'environnement et l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le REX de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide, etc.) et de la réglementation générale.

En 2022, les décisions encadrant les modalités de prélèvement, de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement et les limites de rejets d'effluents des centrales nucléaires du Bugey et de Dampierre-en-Burly ont été mises à jour par l'ASN.

Enfin, l'exploitant de chaque centrale nucléaire transmet chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels et des événements marquants survenus.

#### L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par passage dans des aëroréfrigérants permettant une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère. Les rejets thermiques des centrales nucléaires conduisent à une élévation de la température entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées aux décisions de l'ASN pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles avec un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

### La gestion des déchets

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. EDF réalise pour chaque installation une synthèse de la gestion de ces déchets, présentant en particulier le descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

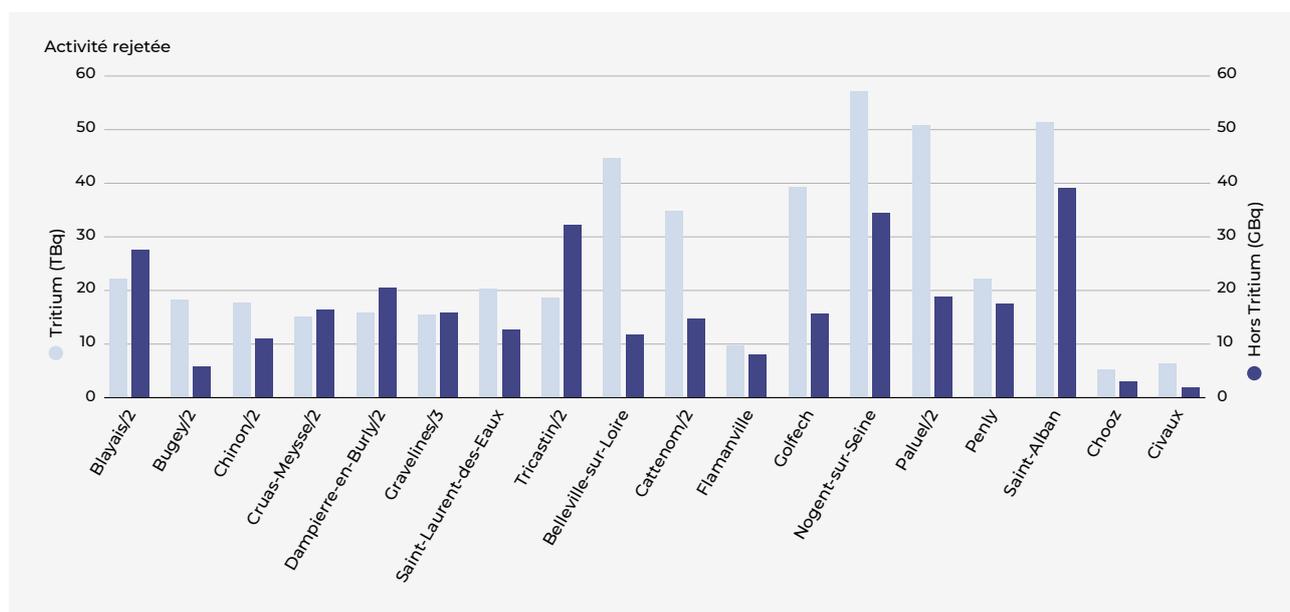
Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un

bilan de l'organisation du site et des différences constatées par rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

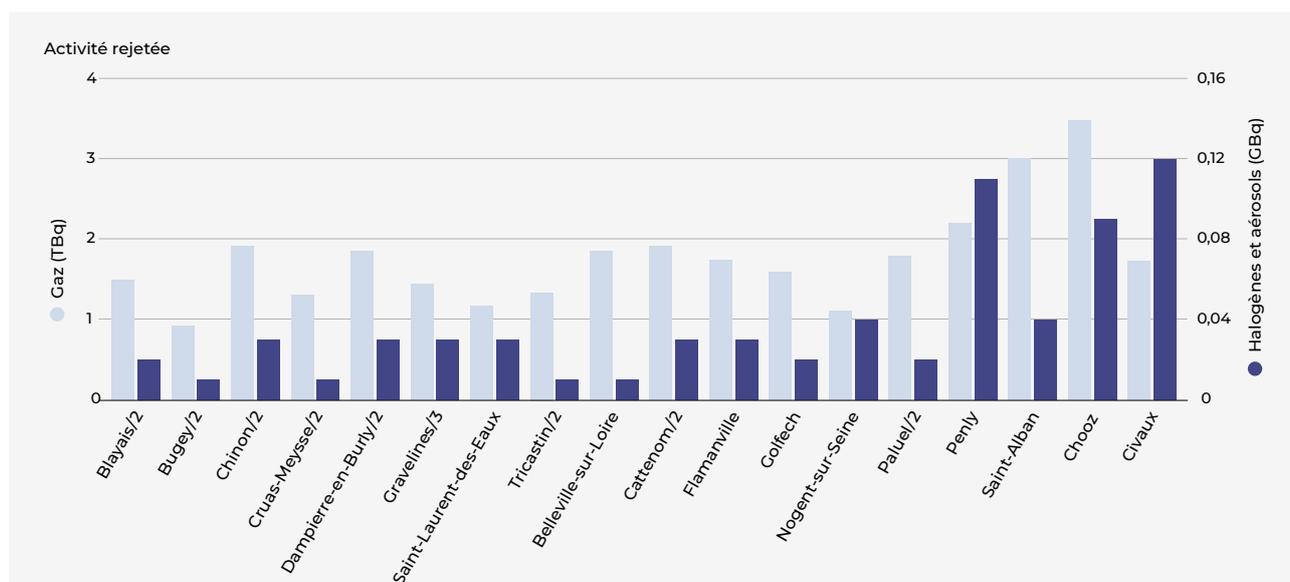
### La prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Les circuits de refroidissement des réacteurs nucléaires équipés d'une tour aéroréfrigérante constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes. EDF assure la surveillance des concentrations en légionelles et amibes et engage

GRAPHIQUE 3 Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2022 (par paire de réacteurs)



GRAPHIQUE 4 Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2022 (par paire de réacteurs)



Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différent, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à : conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ; diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ; diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3). Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités.

des actions préventives et, le cas échéant, curatives conformément aux dispositions de la [décision n° 2016-DC-0578 de l'ASN du 6 décembre 2016](#) relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit.

Pour la plupart de ces réacteurs, les actions préventives et curatives, visant à limiter le développement des légionelles et amibes, reposent sur l'injection d'un biocide (la monochloramine) dans le circuit de refroidissement.

## 2.5.2 La prévention et la maîtrise des risques non radiologiques

### La prévention des risques non radiologiques ayant des effets par voie aérienne

Les accidents dont les effets sont dits « non radiologiques » sont l'ensemble des accidents pouvant être induits par la libération de potentiels de danger non spécifiques à l'activité nucléaire dans la mesure où ils ne concernent pas des substances radioactives. Ces potentiels de danger, tels qu'ils peuvent être également présents dans d'autres industries comme les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), sont associés aux entreposages et aux procédés mettant en œuvre des substances chimiques gazeuses ou liquides.

La prise en compte de ces accidents de nature non radiologique, au travers d'une étude spécifique dite étude des risques non radiologiques, figure dans la démonstration de sûreté nucléaire selon les dispositions du titre III de l'arrêté du 7 février 2012. Cette étude est établie, en application du II de l'article 3.7 de l'arrêté du 7 février 2012, avec la méthodologie applicable aux ICPE. L'objectif de cette étude est de justifier que les effets thermiques, toxiques, missiles ou de surpressions générés par la libération des potentiels de danger présents sur le site n'entraînent pas d'effets en dehors des limites du site. Cette justification repose, d'une part, sur l'identification des potentiels de dangers (entreposages ou procédés) et de leurs agresseurs potentiels ; d'autre part, sur la caractérisation des phénomènes dangereux possibles et les mesures de prévention propres à en réduire la probabilité et les effets.

Chaque centrale dispose ainsi d'une étude des risques non radiologiques qui analyse et identifie, le cas échéant, les phénomènes dangereux possibles ainsi que les dispositions matérielles et organisationnelles propres à prévenir ces phénomènes ou en limiter les effets.

### La prévention des pollutions liquides induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme de nombreuses activités industrielles, la manipulation et l'entreposage de substances chimiques dangereuses. La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, sont encadrées par l'[arrêté du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) et doivent répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situation incidentelle ou accidentelle qui donnerait lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit, par exemple, identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site, ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements. Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une

organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances liquides dangereuses sur ses sites.

## 2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des impacts environnemental et sanitaire et des risques non radiologiques

L'ASN contrôle les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF destinées, d'une part, à prévenir les risques non radiologiques et les pollutions liquides pouvant être induits par les substances dangereuses présentes dans ses installations ; d'autre part, à garantir la maîtrise des inconvénients issus de l'exploitation des installations tels que les prélèvements en eau, les rejets d'effluents dans le milieu naturel et les déchets. Comme chaque année, l'ASN a mené en 2022 des inspections sur ces dispositions : en particulier, deux campagnes d'inspections, détaillées ci-après, ont été réalisées.

L'ASN a par ailleurs mené une campagne d'inspections sur sept centrales nucléaires concernant l'organisation mise en œuvre dans le cadre de la gestion des risques non radiologiques. Lors de ces inspections, essentiellement orientées sur des contrôles de terrain, l'ASN a conduit des exercices inopinés de mise en situation afin de contrôler l'organisation de l'exploitant en cas de survenue d'un accident non radiologique pouvant être à l'origine d'effets potentiels à l'extérieur du site. Ces inspections ont permis de mettre en évidence que si ces centrales nucléaires disposent d'une organisation et des moyens en lien avec les scénarios d'accidents non radiologiques, cette organisation demeure perfectible. Ainsi, ces inspections ont permis d'identifier des pistes d'amélioration, telles que la mise à jour de la documentation opérationnelle relative à l'organisation à mettre en œuvre en cas d'accident non radiologique ou le renforcement des dispositions matérielles et organisationnelles propres à prévenir ou limiter les effets de ces accidents. L'ASN suivra la mise en œuvre de ces améliorations attendues notamment dans le cadre des réexamens périodiques des centrales nucléaires.

L'ASN a mené également une campagne d'inspections renforcées sur les centrales nucléaires du Bugey, de Nogent-sur-Seine et du Tricastin qui sont engagées dans le réexamen périodique de l'un de leur réacteur. Dans ce cadre, les inspecteurs ont procédé à des contrôles, y compris sur le terrain, de la conformité et de la réévaluation des dispositions participant à la maîtrise des inconvénients présentés par l'installation. Il ressort de cette campagne que, si l'organisation générale mise en œuvre par les centrales concernées est satisfaisante, des améliorations sont attendues sur la prise en compte du REX et l'analyse des meilleures techniques disponibles.

Cette campagne sera reconduite en 2023 sur trois autres centrales nucléaires. Les enseignements de ces campagnes sont exploités dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs.

En matière de gestion des déchets, les contrôles menés par l'ASN font apparaître que la gestion opérationnelle des déchets doit encore être améliorée. L'ASN constate lors de ses inspections des signalétiques non conformes et des cas de non-respects des référentiels d'exploitation, notamment concernant les durées d'entreposage, la tenue des inventaires et la traçabilité.

L'ASN a constaté en 2022, dans la continuité des années précédentes, que la gestion des rejets reste maîtrisée par la plupart des sites. Cependant, certains événements traduisent des fragilités ponctuelles révélatrices de défauts de fonctionnement de certains matériels tels que les déshuileurs.

Enfin, les épisodes exceptionnels de canicule de l'été 2022 ont conduit au réchauffement de certains cours d'eau utilisés pour le refroidissement des centrales nucléaires. Pour assurer la sécurité du réseau électrique et économiser les réserves de gaz naturel et d'eau des barrages hydroélectriques, l'ASN a modifié temporairement ses prescriptions encadrant les rejets thermiques des centrales nucléaires de Blayais, Bugey, Golfech, Saint-Alban et Tricastin (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

## 2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des centrales nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des installations (conception, construction, mise en service, fonctionnement, démantèlement).

### 2.6.1 Le fonctionnement des organisations

#### Le système de gestion intégrée

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit que l'exploitant dispose des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités d'exploitation.

Par ailleurs, cet arrêté prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un système de gestion intégrée (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

#### La maîtrise des activités sous-traitées

Les activités de maintenance et de modification des réacteurs sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des personnes et de l'environnement et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts de réacteur afin, notamment, de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

### 2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

L'ASN s'intéresse aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs organisationnels et humains (FOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par EDF vise les modalités de mise en œuvre de son SGI. En particulier, l'ASN s'assure que les démarches de conception ou de modification mises en œuvre par les centres d'ingénierie au moment de la conception d'une nouvelle

installation ou de la modification d'une installation existante prennent en compte le besoin des utilisateurs et les organisations qui vont l'exploiter.

Plus largement, l'ASN contrôle l'organisation mise en œuvre par EDF pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités.

Les remarques formulées lors d'inspections font l'objet de demandes d'actions d'amélioration.

#### L'organisation globale

L'organisation mise en place par EDF pour assurer la maîtrise des risques est satisfaisante dans son ensemble mais reste perfectible dans quelques centrales nucléaires. Les non-qualités de maintenance et d'exploitation restent à un niveau élevé, malgré un nombre plus important de réacteurs à l'arrêt en 2022, et certaines d'entre elles ont été à l'origine d'événements significatifs. Les inspections et les analyses d'événements menées par l'ASN mettent notamment en évidence une recrudescence significative des écarts au cours des activités de consignation et de lignage. Certaines fragilités des dispositions organisationnelles, notamment des plannings insuffisamment maîtrisés, ne permettent pas encore de sacraliser les phases de préparation des activités, ce qui engendre des défauts de programmation, des défaillances dans les analyses de risque réalisées en amont ou des mauvaises prises en compte du REX. Les inspections de l'ASN mettent en évidence des améliorations au niveau de la tenue des « pré-job briefings » comparativement à 2021. L'implication des managers de première ligne sur le sujet semble produire des résultats concrets.

Lors de sa campagne d'inspections (voir encadré page suivante), l'ASN a constaté des difficultés de répartition des rôles et de communication au sein des équipes de conduite. Par ailleurs, l'ASN note que des problèmes de coordination avec les autres métiers et les équipes portant des projets subsistent. Concernant les activités de maintenance, des problèmes de coordination entre les différents services ont été relevés sur quelques sites, avec des organisations peu performantes pour la gestion de plusieurs activités en parallèle.

Les centrales ont su mettre en place une organisation efficace pour anticiper le déploiement des modifications associées au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, avec la mise en place d'un accompagnement pédagogique important et d'une instance de suivi pour l'intégration des modifications.

Enfin, en 2022, les évolutions d'organisation et des pratiques professionnelles qu'EDF avaient adoptées pendant les phases aiguës de la pandémie de Covid-19 n'ont pas été reconduites. Pour autant, un REX de la mise en œuvre de ces évolutions a été engagé par EDF et se poursuivra en 2023.

#### La gestion des compétences

La gestion des compétences des équipes de conduite a fait l'objet d'une campagne d'inspections en 2022 (voir encadré page suivante). Pour ce qui concerne les activités de maintenance, l'ASN continue de constater que des événements significatifs mettent explicitement en cause des défauts de compagnonnage et de formation et, au final, des compétences insuffisantes, qui se manifestent notamment par une mauvaise perception par les intervenants des enjeux pour la sûreté.

Enfin, l'ASN constate également la persistance en 2022 d'un déficit d'accompagnement et de formation en ce qui concerne les modifications matérielles des installations. Ce déficit est imputable à des défaillances organisationnelles diverses (manque de ressources, anticipation insuffisante du besoin de formation, manque de coordination entre les métiers lors de la phase finale du déploiement d'une modification, etc.).

### La maîtrise des activités sous-traitées

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises, etc.) et d'exercice des activités sous-traitées (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant, etc.). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires, etc.) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

Quelques améliorations ont été notées en 2022 dans la maîtrise de la qualité des activités sous-traitées, notamment grâce à l'utilisation d'un nouvel outil pour la surveillance des prestataires. Des difficultés persistent cependant sur la qualité de la surveillance exercée (plans de surveillance inadaptés, surveillance trop axée sur l'assurance qualité et les règles de sécurité au détriment du geste technique, prestataires intervenant sans certaines compétences requises, etc.).

Les inspections de l'ASN montrent également une dynamique très positive au sein des centrales nucléaires pour améliorer la compétence des prestataires et des actions concrètes, comme la mise à disposition croissante d'espaces permettant une préparation sur maquette.

### La maîtrise de la documentation opérationnelle

Comme en 2021, les comptes-rendus d'événements significatifs mettent régulièrement en cause la qualité insuffisante de la documentation. Il s'agit d'un problème de fond qui est récurrent depuis plusieurs années. Les difficultés identifiées sont de natures diverses (documentation pas assez synthétique, non explicite, incomplète ou inexistante). Cela a des conséquences sur un large éventail d'activités, dont les activités de conduite (essais

périodiques, consignations et condamnations administratives, lignages) et de maintenance (contrôles techniques, interventions sur équipements, requalifications, manœuvres en local).

Ces écarts dans la documentation restent en bonne partie liés à des dysfonctionnements organisationnels dans le processus de création et de mise à jour de la documentation, et compromettent potentiellement le rôle de ligne de défense du support documentaire.

### Le processus de retour d'expérience

La qualité et la disponibilité des ressources affectées à l'analyse approfondie des événements significatifs sont satisfaisantes sur l'ensemble des sites. L'implication des compétences en matière de FOH dans la phase d'analyse tend à se renforcer sur la majorité des sites, ce qui constitue un point très positif.

L'ASN relève toutefois qu'EDF limite souvent son analyse aux situations et systèmes impliqués dans les événements et ne tire pas suffisamment les enseignements pour les situations ou systèmes proches. De plus, les rapports qui présentent des critères de mesure d'efficacité et des conditions de clôture des actions correctives proposées sont encore rares.

## 2.7 La radioprotection des personnels

### 2.7.1 L'exposition des personnels aux rayonnements ionisants

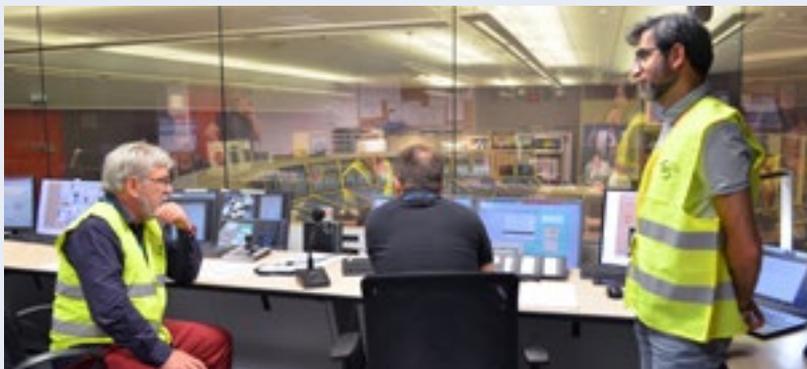
L'exposition aux [rayonnements ionisants](#) dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnement sont présents

## CAMPAGNE D'INSPECTIONS SUR LES COMPÉTENCES ET LA FORMATION DES ÉQUIPES CHARGÉES DE LA CONDUITE DES RÉACTEURS

À la suite de plusieurs événements significatifs impliquant directement la compétence des équipes chargées de la conduite des réacteurs, l'ASN a mené en 2021 des inspections des services centraux d'EDF pour contrôler le processus d'élaboration du programme national de formation dédié à ces équipes.

À la suite de ces inspections, l'ASN a décidé de mener en 2022 une campagne d'inspections dans l'ensemble des centrales nucléaires, dans l'objectif de contrôler la déclinaison locale du processus national de gestion des compétences, ainsi que sa mise en œuvre concrète sur le terrain. Les inspecteurs ont procédé à des mises en situation, sur simulateur de conduite, et ont mené en parallèle une série d'entretiens d'explicitation avec des agents de conduite et des acteurs de la gestion des compétences.

Lors des mises en situation sur simulateur, les équipes de conduite ont été confrontées à des scénarios fondés sur des aléas techniques récents intervenus dans les centrales nucléaires d'EDF. Les inspecteurs ont vérifié la capacité des équipes à conduire l'installation dans le respect des référentiels de sûreté.



À l'issue de cette campagne d'inspections, l'ASN considère que le processus de gestion des compétences des agents de la conduite est bien décliné dans la plupart des centrales nucléaires. Toutefois, sa bonne mise en œuvre reste tributaire de l'organisation adoptée par chaque centrale et des moyens humains et matériels qu'elle y consacre. Les inspecteurs ont notamment pu constater dans certaines centrales des effectifs insuffisants de formateurs, des vacances de poste de correspondant dédié à la formation ou encore des équipements insuffisants dans les espaces de formation. D'autre part, la

collecte des besoins de formation reste perfectible dans certaines centrales et l'efficacité des formations est globalement insuffisamment mesurée.

Par ailleurs, lors des simulations de mise en situation, l'ASN a parfois constaté des défauts de communication au sein des équipes de conduite, des mises en œuvre insuffisantes de certaines pratiques visant à fiabiliser les interventions ou encore des dysfonctionnements dans la répartition des rôles au sein des équipes.

Chacune des inspections a conduit l'ASN à formuler à EDF des demandes d'amélioration.

(neutrons,  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ), avec un risque d'expositions externe et interne. Dans la pratique, plus de 90% des doses reçues proviennent des expositions externes aux rayonnements  $\beta$  et  $\gamma$ . Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

Malgré une année 2022 marquée par les travaux en lien avec la problématique de corrosion sous contrainte, la dosimétrie collective moyenne sur l'ensemble des réacteurs (voir graphique 5), ainsi que la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée (voir graphique 6) ont diminué en 2022 par rapport à l'année 2021.

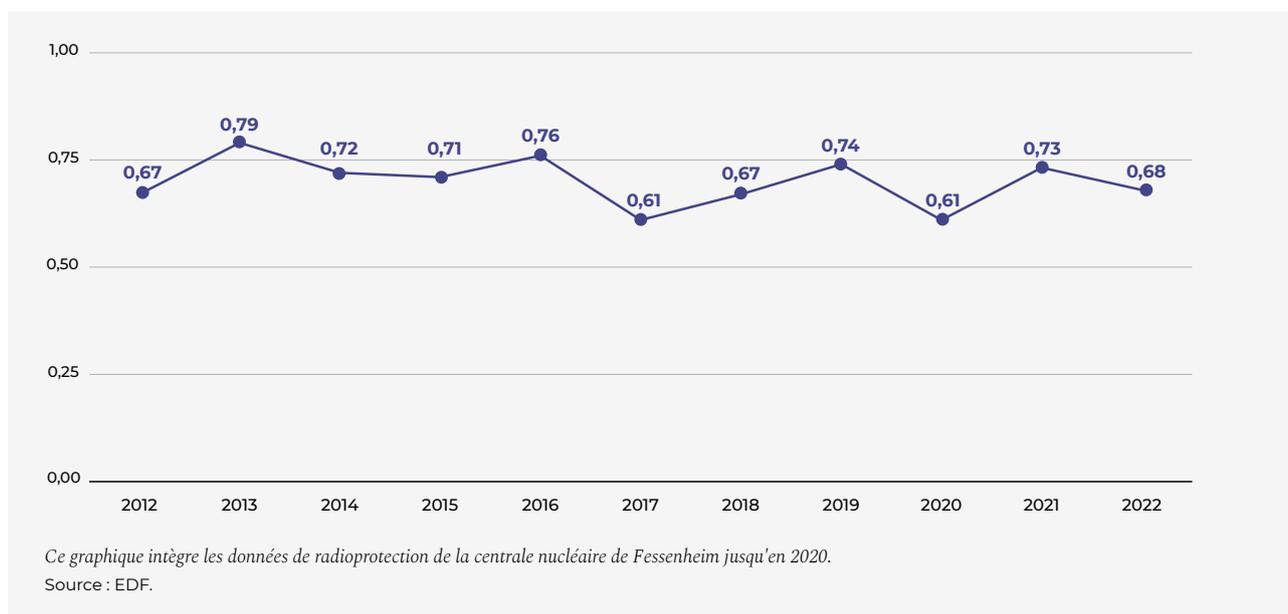
Le graphique 7 présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. En 2022, la part des travailleurs dont la dosimétrie a été inférieure à un millisievert (mSv), a légèrement progressé (77% en 2021, contre

75% en 2021). Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2022.

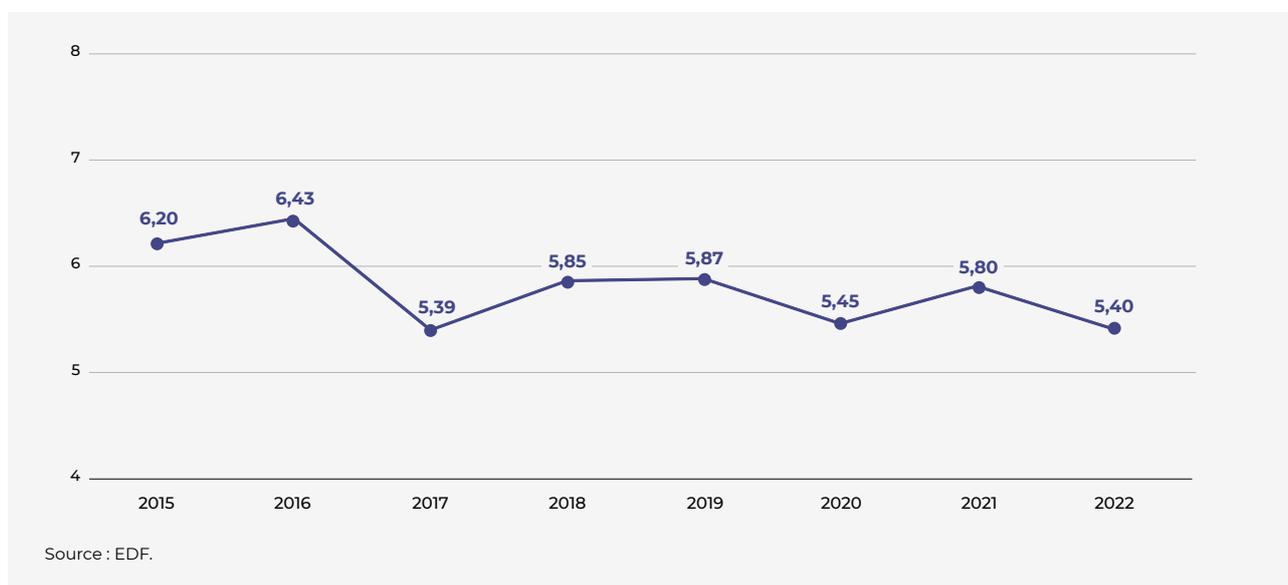
Le graphique 8 présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Comme les années précédentes, les travailleurs les plus exposés sont les personnels chargés du calorifugeage, dont la dose individuelle moyenne a augmenté en 2022.

Les autres catégories de métiers les plus exposés demeurent également inchangées : soudeurs, personnels en charge des activités de contrôle, de la mécanique et des servitudes. Pour ces dernières catégories de métier, la dose individuelle moyenne a en revanche diminué en 2022.

GRAPHIQUE 5 Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)



GRAPHIQUE 6 Dose collective pour une heure de travail en zone contrôlée (en  $\mu$ Sv)



### Les événements de contamination significative

EDF a déclaré six événements de contamination significative des travailleurs dans les centrales nucléaires en 2022.

Ces événements ont entraîné pour les travailleurs concernés une exposition à un niveau supérieur au quart de la limite réglementaire annuelle par centimètre carré de peau, et ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. Contrairement à 2021, aucun événement n'a entraîné d'exposition supérieure à la limite réglementaire pour la peau.

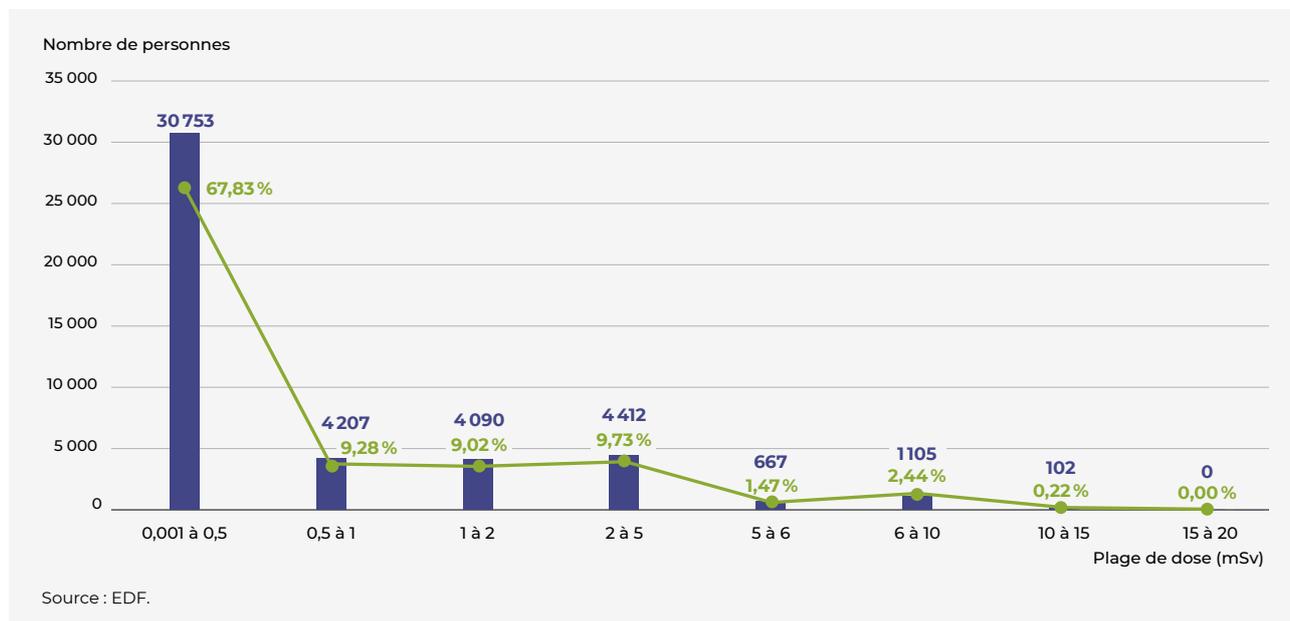
Les travailleurs concernés par ces événements ont été pris en charge, les particules radioactives responsables de leur contamination ont été retirées, conformément à la procédure prévue par EDF.

### 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

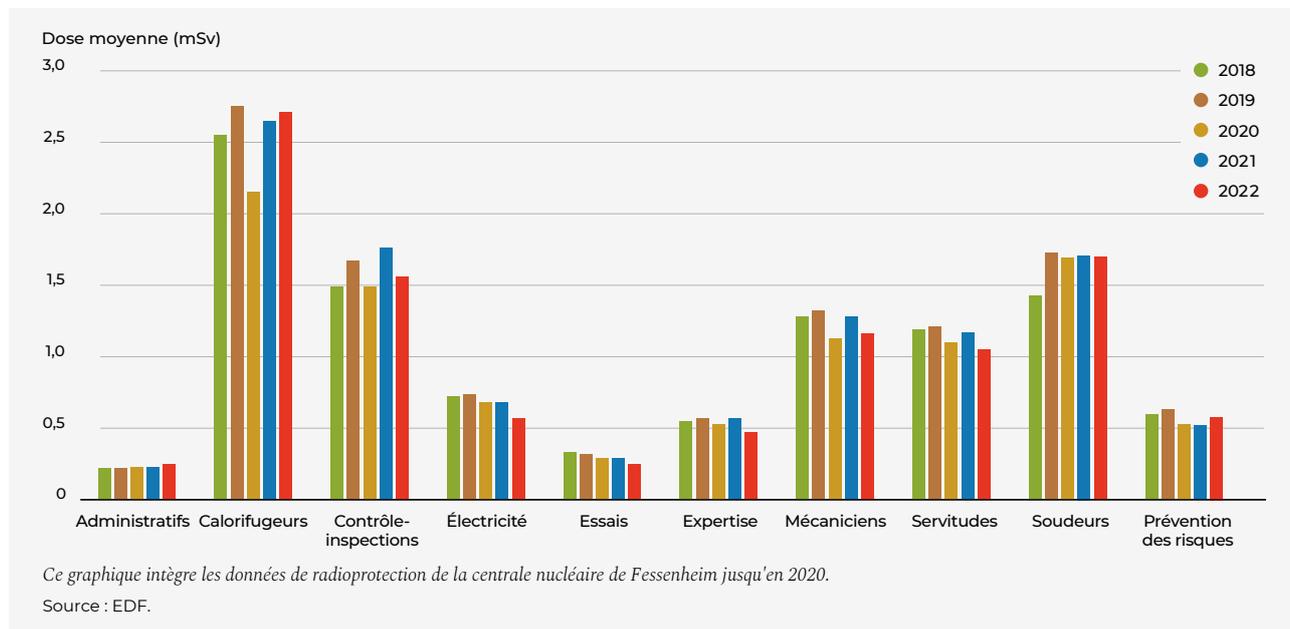
L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la [protection des travailleurs](#) susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des entreprises prestataires.

Ce contrôle est réalisé lors d'inspections une à deux fois par an et par centrale nucléaire, spécifiquement sur le thème de la radioprotection ou lors des arrêts de réacteurs, ainsi qu'à la suite d'événements spécifiques, ou encore, plus ponctuellement, dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF. Il est aussi réalisé à l'occasion de l'instruction de dossiers relatifs à la

GRAPHIQUE 7 Nombre et pourcentage d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2022



GRAPHIQUE 8 Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires



## CAMPAGNE D'INSPECTIONS RENFORCÉES SUR LE THÈME DE LA RADIOPROTECTION

Chaque année, l'ASN mène une campagne d'inspections renforcées sur le thème de la radioprotection dans plusieurs centrales nucléaires d'EDF. Ces campagnes permettent d'identifier des bonnes pratiques et des points nécessitant des améliorations potentiellement transposables à l'ensemble des centrales nucléaires.

La campagne 2022 s'est déroulée dans les centrales nucléaires de Gravelines, Flamanville et Paluel et a porté sur l'organisation et le management de la radioprotection, la maîtrise des chantiers en zone réglementée, notamment lors des tirs radiographiques, l'application du principe d'optimisation, la maîtrise du risque de dissémination de la contamination au sein des installations et la gestion des sources radioactives. Les inspections se sont concentrées principalement sur des contrôles et mesures sur le terrain.

Les inspecteurs ont également mené des mises en situation de prise en charge de personnes contaminées.

Les inspecteurs ont constaté une bonne organisation générale, mais ont également relevé l'état insatisfaisant de plusieurs locaux (laveries des sites, zones utilisées pour la sortie de matériels contaminés, etc.) du point de vue de la maîtrise de la radioprotection des travailleurs et de la propreté radiologique. Ils ont également noté que les sites inspectés ne présentaient pas tous le niveau attendu au regard des exigences applicables en matière de balisage des chantiers de contrôles radiographiques.

Chacune des inspections a conduit l'ASN à formuler à EDF des demandes d'amélioration.



10

radioprotection des travailleurs (rapports d'événement significatif, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF, etc.).

Au cours des inspections menées en 2022, l'ASN a constaté des progrès dans la prévention de la dissémination de la contamination radioactive à l'extérieur des installations. L'ASN a également examiné les procédures de prise en charge des personnels contaminés, afin de vérifier que les temps de prise en charge permettent de diminuer le temps d'exposition des travailleurs. Sur plusieurs sites inspectés, ce sujet a été considéré comme satisfaisant.

Néanmoins, lors des inspections des chantiers en zone contrôlée, les inspecteurs de l'ASN continuent d'observer des défauts dans la mise en œuvre des moyens de confinement. Par ailleurs, les constats faits en inspection et plusieurs événements significatifs déclarés montrent des difficultés de maîtrise des processus de réalisation des chantiers de radiographie industrielle et d'accès en zone d'opération. L'ASN maintiendra sa vigilance sur ces problématiques au cours de l'année 2023.

## 2.7.3 L'organisation de la radioprotection dans les centrales nucléaires

L'[arrêté du 28 juin 2021](#) relatif aux pôles de compétence en radioprotection prévoit que, à compter du 2 janvier 2022, les missions de « conseiller en radioprotection » de l'exploitant des centrales nucléaires et de l'employeur sont assurées non plus par des « personnes compétentes en radioprotection » (PCR), mais par les pôles de compétence en radioprotection mentionnés par le code de l'environnement et le code du travail. Ces pôles sont constitués de personnes réunissant les compétences et qualifications nécessaires pour exercer les missions de conseil et d'appui sur les sujets ayant trait à la protection de la population et de l'environnement vis-à-vis des rayonnements ionisants, ainsi qu'à la radioprotection des travailleurs.

L'arrêté précise également que ces pôles sont soumis à l'approbation de l'ASN d'ici le 2 janvier 2023. Dans l'attente de cette approbation, les centrales nucléaires EDF avaient mis en place des pôles de compétence provisoires au cours de l'année 2022.

Dans le cadre de l'instruction par l'ASN de l'organisation des pôles de compétence mise en place par EDF, des inspections dédiées ont été réalisées sur l'ensemble des centrales nucléaires au cours de l'année 2022. À la suite de ces inspections et sur la base du REX du fonctionnement des pôles provisoires, l'ASN a considéré que l'organisation de la radioprotection mise en place permet de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 28 juin 2021, ce qui a permis d'aboutir à l'approbation des pôles de compétence pour l'ensemble des centrales nucléaires.

## 2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

### 2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les [missions d'inspection du travail](#) dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. 800 à 1400 salariés EDF travaillent dans chaque centrale nucléaire composée de deux à quatre réacteurs et près de 2000 salariés EDF dans la centrale nucléaire de Gravelines qui compte six réacteurs. Environ 23 000 salariés d'EDF et 10 000 salariés des entreprises prestataires permanentes sont ainsi affectés sur ces sites nucléaires.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail, qui contribue à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN, mène ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

#### Le contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

Dans la continuité des actions engagées en 2021, les inspecteurs du travail ont mené dans l'ensemble des centrales nucléaires des contrôles de l'exhaustivité des vérifications des installations électriques qu'EDF est tenue de faire réaliser au titre du code du travail.

De plus, l'ASN a étendu en 2022 ses contrôles au domaine des consignations électriques avant intervention sur les équipements ainsi que sur la réglementation applicable en matière de mesures de prévention du risque lié à l'amiante dans le cadre des travaux engagés sur les installations.

En 2022, les inspecteurs du travail se sont aussi mobilisés pour suivre et contrôler les chantiers réalisés dans les centrales nucléaires, notamment lors des arrêts de réacteur et de la dépose et repose des tronçons des tuyauteries auxiliaires affectés par la corrosion sous contrainte, en particulier sous l'angle des dérogations sollicitées par les employeurs vis-à-vis des durées maximales du travail ainsi que de la sécurité des travailleurs lors des opérations de maintenance.

Parallèlement, les actions de contrôle des chantiers présentant des risques liés à la non-conformité des équipements de travail et plus spécialement des appareils de levage ont été poursuivies.

Enfin, les inspecteurs du travail ont assuré le suivi des événements liés à la sécurité au travail survenus sur les sites, engageant systématiquement des enquêtes en cas d'accident ou de « presque accident » grave. Ils ont aussi été sollicités pour traiter des dossiers en lien avec les risques psycho-sociaux et la durée du travail.

### 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

Certaines situations de risques professionnels, tels que ceux liés aux équipements de travail (notamment de levage), à l'exposition à l'amiante ou aux risques électriques doivent encore s'améliorer. Par ailleurs, les différents contrôles menés par les inspecteurs du travail ont permis de mettre en évidence des faiblesses dans l'organisation des sites pour permettre le bon déroulement des vérifications électriques ou pour coordonner ces vérifications entre les différentes entités d'EDF. L'ASN poursuivra en 2023 des actions de contrôle dans ces domaines.

En 2022, le climat social s'est dégradé, notamment au sein des entreprises prestataires, conduisant l'inspection du travail à intervenir dans le règlement de situations litigieuses, individuelles ou collectives. Les centrales nucléaires ont aussi fait l'objet de mouvements sociaux, relais locaux d'appels d'organisations syndicales nationales, motivés notamment par des demandes de revalorisations salariales.

L'ASN relève que le nombre global d'accidents du travail, des salariés d'EDF et des salariés des entreprises prestataires, dans les centrales nucléaires, est à la hausse en 2022. Cependant, le nombre d'accidents avec arrêt est en baisse par rapport à 2021. L'accidentologie sur site est portée à 63% par les prestataires. Plus de la moitié des « presque accidents » portent sur les risques critiques : 21% concernent des opérations de levage, 18% le risque électrique et 14% des chutes de hauteur. De plus, les inspecteurs du travail relèvent de nombreux « presque accidents » dont l'analyse des causes révèle des défauts d'évaluation des risques, des problèmes de compréhension des risques ou des manques de maîtrise des consignations électriques d'équipements. Des progrès sont également encore attendus en 2023 dans le domaine de la gestion de la coactivité (qualité des plans de prévention notamment) et du recours à la sous-traitance. Les interventions des entreprises prestataires dans les centrales nucléaires feront l'objet d'une attention particulière des inspecteurs du travail de l'ASN en 2023.

Des rappels ont également été faits par les inspecteurs du travail sur le travail le 1<sup>er</sup> mai et le respect des durées maximales du travail. En 2022, une procédure de sanction administrative sur des problématiques de durée du travail a été initiée par un inspecteur du travail et transmise à la direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités, compétente pour prononcer ces sanctions.

Enfin, un inspecteur du travail a fait l'objet de deux réquisitions du parquet. Il a ainsi participé avec les officiers de police judiciaire à une enquête à la suite d'accidents du travail.

## 2.9 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

### 2.9.1 L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : 45 réacteurs électronucléaires représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2022, la moyenne d'âge des 56 réacteurs en fonctionnement, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 40 ans pour les 32 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 35 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 25 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

### 2.9.2 Le réexamen périodique

#### Le principe du réexamen périodique

Tous les dix ans, EDF doit procéder au réexamen périodique de ses installations. Les réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires comportent les deux étapes suivantes :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette première étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des revues de conception, ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée à ce volet du réexamen ;
- la réévaluation de sûreté : cette seconde étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes, ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

#### Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation de ses réacteurs électronucléaires, EDF met en œuvre tout d'abord un programme d'études génériques pour un type de réacteur donné (réacteurs de 900 MWe, de 1 300 MWe ou de 1 450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusion du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité de son installation et détaille les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et précise, le cas échéant, les améliorations complémentaires qu'il mettra en œuvre.

## CHRONOLOGIE DE PREMIÈRE DIVERGENCE DES RÉACTEURS ÉLECTRONUCLÉAIRES FRANÇAIS

Date de 1 <sup>re</sup> divergence									Puissance totale
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

● 900 MWe ● 1300 MWe ● 1450 MWe  
Source: ASN.

### L'analyse de l'ASN

L'ASN instruit les réexamens périodiques en plusieurs étapes. Elle prend tout d'abord position sur les objectifs du réexamen et les orientations des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF, après avoir recueilli l'avis des GPE.

Sur cette base, EDF réalise les études de réévaluation de la sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre. L'ASN prend ensuite position sur les résultats de ces études et sur ces modifications, après avoir consulté à nouveau les GPE. Cette position clôt la phase générique du réexamen, commune à tous les réacteurs.

Cet examen générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN prend position sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF. À la suite de l'instruction du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur, l'ASN communique son analyse au ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

La [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte a complété le cadre applicable aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires. Elle a notamment soumis à autorisation de l'ASN, après enquête publique, les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens périodiques au-delà de la 35<sup>e</sup> année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet également un rapport

intermédiaire sur l'état des équipements, au vu duquel l'ASN complète éventuellement ses prescriptions.

### 2.9.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

#### Le quatrième réexamen périodique

##### Un réexamen aux enjeux importants

Les 32 réacteurs de 900 MWe d'EDF en fonctionnement ont été mis en service entre 1978 et 1987. Les premiers d'entre eux ont atteint l'échéance de leur [quatrième réexamen périodique](#).

Ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs et les améliorations qui en découlent doivent être réalisées au regard des objectifs de sûreté des réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

Les modifications associées à ce réexamen périodique intégreront celles liées au déploiement du « noyau dur ».

#### Position de l'ASN sur la phase générique du réexamen

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre le fonctionnement des réacteurs.

## LE VIEILLISSEMENT DES ÉQUIPEMENTS DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Comme dans toute installation industrielle, les équipements des centrales nucléaires sont sujets au vieillissement. Ce vieillissement résulte de phénomènes physiques (corrosion des métaux, durcissement des polymères, durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, gonflement de certains bétons, etc.) qui peuvent dégrader leurs caractéristiques en fonction de leur âge ou de leurs conditions d'exploitation. Ces dégradations obligent l'exploitant à réparer ou remplacer des matériels ou à limiter la durée de vie des équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2.4).

Le processus de maîtrise du vieillissement mis en place par EDF s'appuie sur

trois axes principaux : l'anticipation des effets du vieillissement dès la conception, la surveillance de l'état réel de l'installation et la réparation ou le remplacement des matériels dégradés par les effets du vieillissement.

En particulier, les équipements importants pour la sûreté font l'objet, avant d'être installés, d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions correspondant aux situations dans lesquels ils seront nécessaires, en particulier les situations d'accident.

La maîtrise du vieillissement des matériels, ainsi que celle du risque d'obsolescence – qui désigne les difficultés liées au maintien dans

le temps de l'approvisionnement en pièces de rechange – sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant. Elles contribuent également au maintien dans le temps de la conformité des réacteurs.

La maîtrise du vieillissement fait l'objet d'une attention particulière de la part de l'ASN dans le cadre des quatrième réexamens périodiques. Les dispositions mises en œuvre ou prévues par EDF font l'objet d'instructions et d'inspections, afin de s'assurer que les risques associés au vieillissement et à l'obsolescence sont maîtrisés de façon satisfaisante.

Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses GPE, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN a finalisé en 2020, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. Elle a [pris position](#), au début de l'année 2021, sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs. L'ASN a considéré que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle a prescrites ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement de ces réacteurs pour les dix ans qui suivent leur quatrième réexamen périodique.

### Le déploiement du réexamen périodique sur les sites

EDF a réalisé la première des quatrième visites décennales en 2019 (réacteur 1 de la [centrale nucléaire du Tricastin](#)). Fin 2022, EDF a réalisé ou engagé onze de ces visites décennales. Ces visites constituent une étape majeure des quatrième réexamens périodiques. Pendant ces arrêts, EDF réalise les contrôles attendus et déploie la majeure partie des améliorations de sûreté associées au réexamen.

### L'association du public à chaque étape

Pour ce réexamen, l'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN a consulté également le public fin 2020 sur son projet de décision prescrivant les conditions de la poursuite de fonctionnement de ces réacteurs. Conformément à la loi, une enquête publique est ensuite effectuée, réacteur par réacteur, après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chacun d'eux.

L'enquête publique portant sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin s'est déroulée en début d'année 2022. Les conclusions de cette enquête ont été prises en compte par l'ASN, qui a demandé à EDF d'améliorer la présentation de son dossier pour les enquêtes publiques des prochains réacteurs.

### Les réacteurs de 1300 MWe

#### Le troisième réexamen périodique

[L'ASN a pris position](#) début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. À cette occasion, l'ASN a souligné l'importance des modifications apportées par EDF à l'issue

de leur troisième réexamen périodique. EDF déploie notamment dans le cadre de ce réexamen des modifications matérielles et de conduite en vue de limiter les conséquences des accidents de rupture d'un tube de GV, de prévenir l'occurrence des accidents graves avec perte précoce du confinement, et de réduire le risque de dénoyage des assemblages de combustible présents dans la piscine d'entreposage. Concernant les agressions, EDF modifie ses installations afin de garantir le fonctionnement des équipements nécessaires à la sûreté de ses réacteurs en cas de canicule, de protéger les matériels importants pour la sûreté à l'encontre des projectiles induits par des vents violents et de prévenir les risques d'explosion induits en cas de séisme.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN a formulé en 2021 des demandes complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1300 MWe, visant à renforcer leur sûreté.

Les troisième visites décennales des réacteurs de 1300 MWe se dérouleront jusqu'en 2024.

#### Le quatrième réexamen périodique

En juillet 2017, EDF a présenté un dossier présentant les orientations envisagées pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. En 2019, [l'ASN a pris position](#) sur ces orientations, après avoir associé le public et consulté le [GPR](#) le 22 mai 2019. L'ASN considère que les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen sont acceptables dans leur principe. Ils visent notamment l'absence de mise en œuvre de mesure de protection de la population pour les accidents de dimensionnement, et pour les accidents graves à tendre vers des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps. Concernant la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible, l'ASN a demandé à EDF de retenir comme objectif l'absence de découverte des assemblages, et de ramener à terme et de maintenir durablement l'installation dans un état correspondant à une absence d'ébullition de l'eau de la piscine.

En 2022, l'ASN a poursuivi les instructions réalisées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen périodique. Elles ont notamment porté sur les méthodes qui seront employées lors de ce réexamen pour les études de certains accidents et l'évaluation de la robustesse des installations aux agressions. EDF a par ailleurs poursuivi les études nécessaires à la mise à jour des dossiers de référence réglementaires du CPP et des CSP ; cette mise à jour revêt un caractère particulier dans la mesure où les hypothèses de conception étaient établies initialement pour un fonctionnement de 40 ans.

## CAMPAGNE D'INSPECTIONS 10 ANS APRÈS L'ACCIDENT DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE FUKUSHIMA

À la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima le 11 mars 2011, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des évaluations complémentaires de sûreté de ses installations. Ces évaluations ont conduit l'ASN à adopter, le 26 juin 2012, des prescriptions techniques applicables à chacune des centrales nucléaires, afin d'encadrer les améliorations de sûreté attendues.

Dix ans après l'adoption de ces prescriptions, l'ASN a conduit en 2022 une campagne d'inspections ayant pour objectif de contrôler le déploiement des améliorations de sûreté. Chaque centrale nucléaire a

ainsi fait l'objet d'une inspection, ainsi que les quatre bases régionales de la force d'action rapide nucléaire (FARN).

Les inspecteurs ont notamment contrôlé la mise en place des appoints supplémentaires en eau et en air comprimé, les nouvelles dispositions et renforts en cas de séisme, les nouveaux secours des sources électriques, les nouvelles dispositions améliorant la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible et les nouveaux moyens mobiles de surveillance de l'environnement en situation de crise.

Les inspecteurs ont constaté un déploiement globalement conforme à l'attendu des améliorations de sûreté,

et une application généralement correcte des suites des prescriptions techniques adoptées en 2012. Toutefois, ces inspections ont aussi montré que le référentiel documentaire des sites n'était pas toujours à jour de l'ensemble des améliorations de sûreté déployées. De plus, des manques de rigueur ponctuels dans le suivi des nouveaux matériels ont été relevés, ainsi que des lacunes dans l'identification de certaines nouvelles dispositions nécessaires à la bonne mise en œuvre de ces matériels.

Chacune des inspections a conduit l'ASN à formuler à EDF des demandes d'amélioration.

EDF engagera la première visite décennale associée à ce réexamen fin 2025.

### Les réacteurs de 1450 MWe

#### Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 les orientations envisagées pour le programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe, qui portent notamment sur la prévention de la fusion du cœur et la limitation des conséquences des accidents graves.

[L'ASN a pris position en février 2015](#) sur les orientations de ce deuxième réexamen périodique. Elle a notamment demandé à EDF de rechercher des dispositions visant à limiter les conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement et des dispositions à fort impact en matière de prévention et de limitation des conséquences des accidents graves.

[L'ASN a pris position en 2022](#) sur cette phase générique. Elle a souligné les améliorations significatives de sûreté apportées aux réacteurs à l'occasion de ce réexamen périodique.

Les réacteurs B1 et B2 de la [centrale nucléaire de Chooz](#) ont réalisé leur deuxième visite décennale en 2019 et 2020. À fin 2022, les visites décennales des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de Civaux sont en cours.

#### Le troisième réexamen périodique

EDF a transmis en 2022 les orientations envisagées pour le programme d'études de la phase générique du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe.

L'ASN prendra position en 2023 sur ces orientations après consultation du GPR. La position de l'ASN sera également soumise à la consultation du public.

## 3. Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville

10

L'[EPR](#) est un réacteur à eau sous pression qui s'appuie sur une conception en évolution par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Il répond à des objectifs de sûreté renforcés : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création (DAC) d'un réacteur de type EPR, d'une puissance de 1 650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1 300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le [décret n° 2007-534 du 10 avril 2007](#), après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 et en 2020 pour prolonger le délai alloué à la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007.

EDF prévoit le chargement du combustible et le démarrage du réacteur au premier trimestre 2024. Ce délai prend en compte le temps nécessaire, d'une part, aux réparations de certaines soudures des CSP, et d'autre part, à la fin des opérations de montage et d'essai.

### 3.1 L'instruction des demandes d'autorisation

#### L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN sa demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant le rapport de sûreté, les RGE, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le PUI, le plan de démantèlement et une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation. À l'issue d'un examen préliminaire, l'ASN a considéré que l'ensemble des pièces exigées par la réglementation était formellement présent, mais a estimé que des justifications supplémentaires devaient être apportées pour que l'ASN puisse statuer sur la demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a engagé l'instruction technique des sujets pour lesquels l'essentiel des éléments était disponible, en formulant des demandes sur certains points.

En juin 2017, l'ASN a reçu des versions mises à jour des dossiers de demande d'autorisation de mise en service et a formulé en 2018 des demandes de compléments, notamment sur les RGE.

L'ASN a recueilli l'avis du [GPR](#) les 4 et 5 juillet 2018 sur le rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville. Cette réunion a été notamment consacrée aux suites données aux précédentes séances du GPR dédiées à ce réacteur depuis 2015. Le GPE a considéré que la démonstration de sûreté du réacteur est globalement satisfaisante et souligne que quelques compléments sont attendus concernant la prise en compte du risque d'incendie et le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition. Le GPR a considéré également que la conception et le dimensionnement des systèmes de sauvegarde et des systèmes auxiliaires de sûreté sont globalement satisfaisants et noté que des compléments devaient être apportés concernant les brèches susceptibles d'affecter le système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En 2019 et 2020, au vu de cet avis et des conclusions de ses instructions techniques, l'ASN a formulé des demandes de compléments de démonstration de sûreté nécessaires pour qu'elle puisse se prononcer sur la demande d'autorisation de mise en service.

En juin 2021, EDF a transmis à l'ASN une nouvelle demande d'autorisation de mise en service. Cette demande se substitue à la demande initiale de mars 2015 et comporte une mise à jour complète du dossier annexé à la demande initiale, intégrant certains compléments demandés ainsi que ceux résultant des conclusions des instructions menées depuis 2015.

#### L'autorisation de mise en service partielle pour l'arrivée du combustible

L'ASN a autorisé le 8 octobre 2020 la mise en service partielle de l'installation pour l'arrivée du combustible sur site. Cette autorisation a permis à EDF de réceptionner et entreposer dans la piscine d'entreposage du combustible les assemblages de combustible qui seront utilisés pour le premier chargement du réacteur. Cette mise en service partielle est l'une des étapes préalables à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, mais ne préjuge pas de cette dernière, qui fait l'objet d'une instruction distincte.

### 3.2 La construction, les essais de démarrage et la préparation au fonctionnement

Les [enjeux du contrôle](#) de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler de manière proportionnée aux enjeux la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements et de construction de l'installation afin de pouvoir prendre position sur l'aptitude de l'installation à répondre aux exigences définies ;
- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est satisfaisant, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les résultats sont conformes à l'attendu ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le REX de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction, approvisionnements, etc.), qui permettent à l'installation telle que construite d'être conforme à la démonstration de sûreté tout au long du projet ;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes qui seront chargées du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions portant sur la conception, la construction, les essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville et l'exploitation des réacteurs 1 et 2 existant à proximité du chantier.

S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction.

Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie des CPP et CSP de la chaudière nucléaire.

En 2022, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications des équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires à l'exploitation. EDF a également poursuivi l'analyse et la résorption d'écarts, notamment ceux affectant les soudures des CSP, ainsi que trois piquages du CPP. EDF a mis en œuvre un programme de contrôles complémentaires mené dans le cadre de la revue de qualité demandée par l'ASN du fait de lacunes importantes constatées dans la surveillance exercée sur ses prestataires. EDF a également poursuivi la réalisation du programme d'essais de démarrage du réacteur et a engagé la préparation de la phase de requalification des équipements prévue en 2023 en vue de la mise en service.

### 3.3 L'évaluation de la conception, de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

#### Les instructions en cours

L'ASN considère que la conception du réacteur EPR de Flamanville devrait permettre d'atteindre les objectifs de sûreté ambitieux fixés pour les réacteurs de troisième génération. Elle devrait ainsi permettre une réduction significative de la probabilité de fusion du cœur et des rejets radioactifs en cas d'accident par rapport aux réacteurs de deuxième génération. En particulier, la conception du réacteur EPR inclut des systèmes de gestion des accidents graves et est résistante à des niveaux extrêmes d'agression externe. Cette conception n'a nécessité que des évolutions marginales pour prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'ASN a poursuivi en 2022 les instructions liées à la demande d'autorisation de mise en service. Plusieurs sujets techniques importants sont encore en cours d'instruction. C'est en particulier le cas de la conception des soupapes de sécurité du circuit primaire, des évolutions du contrôle-commande, des performances du système de filtration du réservoir d'eau interne à l'enceinte de confinement, des RGE qui seront applicables à partir de la mise en service et de la prise en compte des enseignements de la mise en service des premiers réacteurs EPR à l'étranger, notamment des différentes anomalies constatées sur les cœurs des réacteurs EPR de Taishan (Chine), dont les percements de gaines de combustible observés en 2021.

#### L'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires

Les ESPN du réacteur de Flamanville comprennent à la fois ceux constituant le CPP et les CSP présentés au point 2.2 (cuve, GV, pressuriseur, groupes motopompes primaires, tuyauteries, vannes et soupapes de sûreté) mais également ceux faisant partie des autres éléments de la chaudière.

Au cours de l'année 2022, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN, des CPP et CSP. Elle a en particulier contrôlé, comme en 2021, la réalisation des opérations de réparation des [tuyauteries de vapeur principales](#) soumises au référentiel d'exclusion de rupture ainsi que les opérations réalisées sur les autres tuyauteries non soumises à ce référentiel, avec l'implication plus soutenue de l'organisme Bureau Veritas Exploitation.

L'ASN a également poursuivi l'analyse des écarts ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de soudures de raccordement de composants des GV et du pressuriseur réalisés dans l'[usine de Saint-Marcel de Framatome](#), ainsi que des tuyauteries des CSP réalisées sur le site de Flamanville sur

## SOUDES DES TUYAUTERIES SECONDAIRES PRINCIPALES DU RÉACTEUR EPR DE FLAMANVILLE

Les soudures des tuyauteries secondaires principales du réacteur EPR de Flamanville nécessitent d'importantes réparations. La majorité de ces soudures sont situées sur les tuyauteries de vapeur principales et font l'objet d'une démarche dite « d'exclusion de rupture » : à ce titre, elles requièrent des propriétés mécaniques et un niveau de qualité de fabrication particulièrement élevés.

Huit de ces soudures sont situées au niveau de l'espace entre les deux parois de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur. Les conditions d'accès difficiles ont nécessité le développement de moyens particuliers d'intervention et la qualification de procédés spécifiques de soudage, de contrôle et de traitement thermique. Après avoir examiné en 2020 ces moyens d'intervention et la qualification des procédés, l'ASN a contrôlé en 2021 la réalisation de ces huit soudures. Les opérations de traitement thermique de ces soudures puis leurs contrôles finaux ont été réalisés en 2022. Ces soudures sont conformes au référentiel d'exclusion de rupture.



Mise en œuvre du procédé TIG orbital – soudure sur le circuit secondaire principal

La majorité des autres soudures des tuyauteries de vapeur principales à réparer, une cinquantaine, est située dans un environnement ne présentant pas de difficulté d'accès. L'ASN a poursuivi, en 2022 comme en 2021, l'évaluation des conditions de leur réparation et la surveillance des opérations de réparation des soudures. L'ASN a été attentive à ce que le nombre de réparations réalisées en même temps soit compatible avec l'organisation de la surveillance du chantier. Ces travaux devraient

se poursuivre, en particulier en ce qui concerne les activités de traitement thermique de détensionnement et de contrôle non destructif en 2023.

En parallèle, EDF a analysé la qualité des autres soudures, en particulier celles des tuyauteries d'eau alimentaire des GV. Ce travail a conduit EDF à décider de réparer une dizaine de soudures supplémentaires. La stratégie de traitement d'EDF a été considérée comme appropriée par l'ASN.

lesquelles une activité soutenue sera poursuivie en 2023. EDF et Framatome prévoient des opérations de remise en état lorsque celles-ci sont envisageables ou, à défaut, la justification de la non-remise en cause de la conformité des équipements.

En 2022, l'ASN a également poursuivi l'évaluation de la conformité des tuyauteries primaires principales au référentiel d'exclusion de rupture, ainsi que du niveau de qualité des soudures de trois piquages du circuit primaire autour desquelles EDF a décidé d'installer un collier de maintien. Ce collier vise, en cas de rupture de la soudure d'implantation du piquage, à limiter la taille de la brèche qui en résulterait. Les conséquences de cette brèche seraient alors couvertes par les études de sûreté actuelles du réacteur. L'ASN considère que la solution proposée par EDF est acceptable. L'examen de la justification de la qualité de réalisation de ces trois piquages reste encore à finaliser.

### Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

Le contrôle de la construction a mis en évidence, à plusieurs reprises, des défauts de qualité de réalisation, qui ont nécessité des actions correctives. EDF a réalisé des vérifications complémentaires qui font l'objet d'échanges avec l'ASN. L'ASN a poursuivi en 2022 l'instruction du programme de contrôles complémentaires et des résultats de la revue menée par EDF. EDF devra établir en 2023 un bilan de ces actions et dresser les conclusions qu'elle en tire.

L'ASN considère que la stratégie de conservation des équipements d'EDF est satisfaisante, sous réserve qu'EDF réalise des actes de maintenance complémentaires pour prévenir le vieillissement des équipements et mette en place un programme de contrôle des équipements à la fin de la phase de conservation pour vérifier l'efficacité des dispositions prises et détecter d'éventuels défauts latents. Les activités de conservation ont fait l'objet d'une inspection sur site par l'ASN.

En 2022, l'ASN a engagé une campagne d'inspections (3 en 2022) sur l'achèvement de l'installation, afin de contrôler la prise en compte par EDF des activités restant à mener (fin de montage, modifications, essais, écarts, etc.) et de la planification de leur traitement avant la mise en service du réacteur. Par ailleurs, l'ASN a poursuivi son contrôle de la préparation à l'exploitation et prévoit de mener en 2023 une inspection de revue de plusieurs jours pour appréhender, de manière plus exhaustive et préalablement à la mise en service du réacteur, la préparation du futur exploitant. Cette inspection de revue portera notamment sur la définition et la mise en œuvre des organisations d'exploitation, la gestion et l'appropriation des compétences requises, ainsi que la rédaction et le caractère opérationnel de la documentation d'exploitation.

En juin 2020, EDF a communiqué à l'ASN une première version du bilan des essais de démarrage de l'installation. Ce bilan est mis à jour au fur et à mesure de la réalisation des essais restants. L'ASN a poursuivi l'instruction de ce document et des mises à jour transmises, afin de vérifier que l'installation telle que réalisée respecte les hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté. Cette instruction se poursuivra en 2023. En complément, l'ASN s'assure, lors d'inspections, qu'EDF a mis en place des dispositions suffisantes, soit pour garantir que les interventions réalisées postérieurement aux essais de démarrage ne remettent pas en cause les résultats obtenus lors de ces essais, soit pour identifier les essais à réaliser à nouveau à la suite de ces interventions.

En 2022, l'ASN a réalisé 15 inspections d'EDF sur le site de Flamanville, dont une campagne de 4 inspections sur les réparations des CSP, et deux inspections dans les services d'ingénierie. L'ASN a également procédé à des inspections du travail. Les conclusions de ces inspections sont présentées dans le panorama régional en introduction de ce rapport.

## 4. Le contrôle des projets de réacteur

### Le réacteur EPR2

EDF développe actuellement un nouveau réacteur, appelé EPR2. Il a pour ambition d'intégrer le REX de conception, de construction et de mise en service des réacteurs EPR ainsi que le REX d'exploitation des réacteurs existants. Comme pour les réacteurs EPR, ce projet vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Par ailleurs, il a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de ce projet de réacteur avec l'appui de l'IRSN, en tenant compte des recommandations du [Guide n° 22](#) relatif à la conception des REP. [L'ASN a ainsi publié le 16 juillet 2019 son avis](#) sur les options de sûreté proposées. L'ASN considère que les objectifs généraux de sûreté, le référentiel de sûreté et les principales options de conception sont globalement satisfaisants. L'avis de l'ASN identifie les sujets à approfondir en vue d'une éventuelle DAC d'un réacteur. Des justifications complémentaires étaient en particulier attendues sur la démarche d'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales, la démarche de prise en compte des agressions, notamment l'incendie et l'explosion, et les choix de conception de certains systèmes de sûreté. Les justifications attendues ont été précisées par l'ASN dans un courrier transmis à EDF en juillet 2021.

À la suite de l'avis de l'ASN, EDF a fait évoluer sa démarche concernant l'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales. EDF prévoit plusieurs évolutions favorables pour la sûreté en matière de conception, de fabrication et d'organisation. Ces évolutions portent notamment sur le choix des matériaux et les techniques de fabrication et de contrôle. De plus, bien qu'EDF applique une démarche d'exclusion de rupture, elle prévoit également d'ajouter certains dispositifs de limitation des conséquences d'une rupture, tels que des parois de séparation, des dispositifs anti-fouettement et des événements d'évacuation de la vapeur.

L'ASN considère que, compte tenu des dispositions complémentaires, le recours à une démarche d'exclusion de rupture pour les tuyauteries principales des circuits primaire et secondaires du projet de réacteur EPR2 est acceptable. Cette position, rendue en septembre 2021, complète l'avis de l'ASN de 2019 sur les options de sûreté de ce projet de réacteur.

L'ASN a également pris position, en avril 2021, sur les compléments apportés par EDF en ce qui concerne la chute accidentelle d'un aéronef militaire. L'ASN considère que la démarche d'EDF est de nature à permettre l'atteinte d'objectifs de sûreté identiques à ceux du réacteur EPR de Flamanville, pour le réacteur EPR2.

En février 2021, EDF a transmis à l'ASN une version préliminaire du rapport de sûreté en vue d'une instruction anticipée dans l'éventualité du lancement d'un programme de construction de nouveaux réacteurs. Un programme d'instruction du dossier a été établi conjointement avec l'IRSN.

Par ailleurs, l'ASN examine les dossiers d'options des principaux équipements sous pression nucléaires. L'ASN a rendu des avis concernant la cuve en 2021 et les GV en 2022.

L'ASN a également examiné en 2022, avec l'appui de l'IRSN, le référentiel d'application de la démarche d'exclusion de rupture, qui concerne les équipements dits « composants non ruptibles » (cuve, GV, pressuriseur, volutes de pompes primaires) ainsi que les tuyauteries principales des circuits primaire et secondaires du réacteur EPR2. L'instruction du référentiel d'exclusion de rupture s'est poursuivie en 2022 et fera l'objet d'une présentation pour avis au GPESPN en 2023.

### Les petits réacteurs modulaires

Plusieurs projets de petits réacteurs modulaires (*Small Modular Reactors* – SMR) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 MWe, principalement fabriqués en usine. Ils utilisent des technologies variées : celle des REP ou des technologies avancées (réacteurs à haute température, à sels fondus, à neutrons rapides, etc.).

Les caractéristiques des SMR, en particulier leur faible puissance et leur compacité, constituent des facteurs favorables pour la sûreté. L'ASN considère que ces caractéristiques doivent être mises à profit par les concepteurs pour proposer des réacteurs visant des objectifs de sûreté plus ambitieux que les réacteurs de forte puissance actuels.

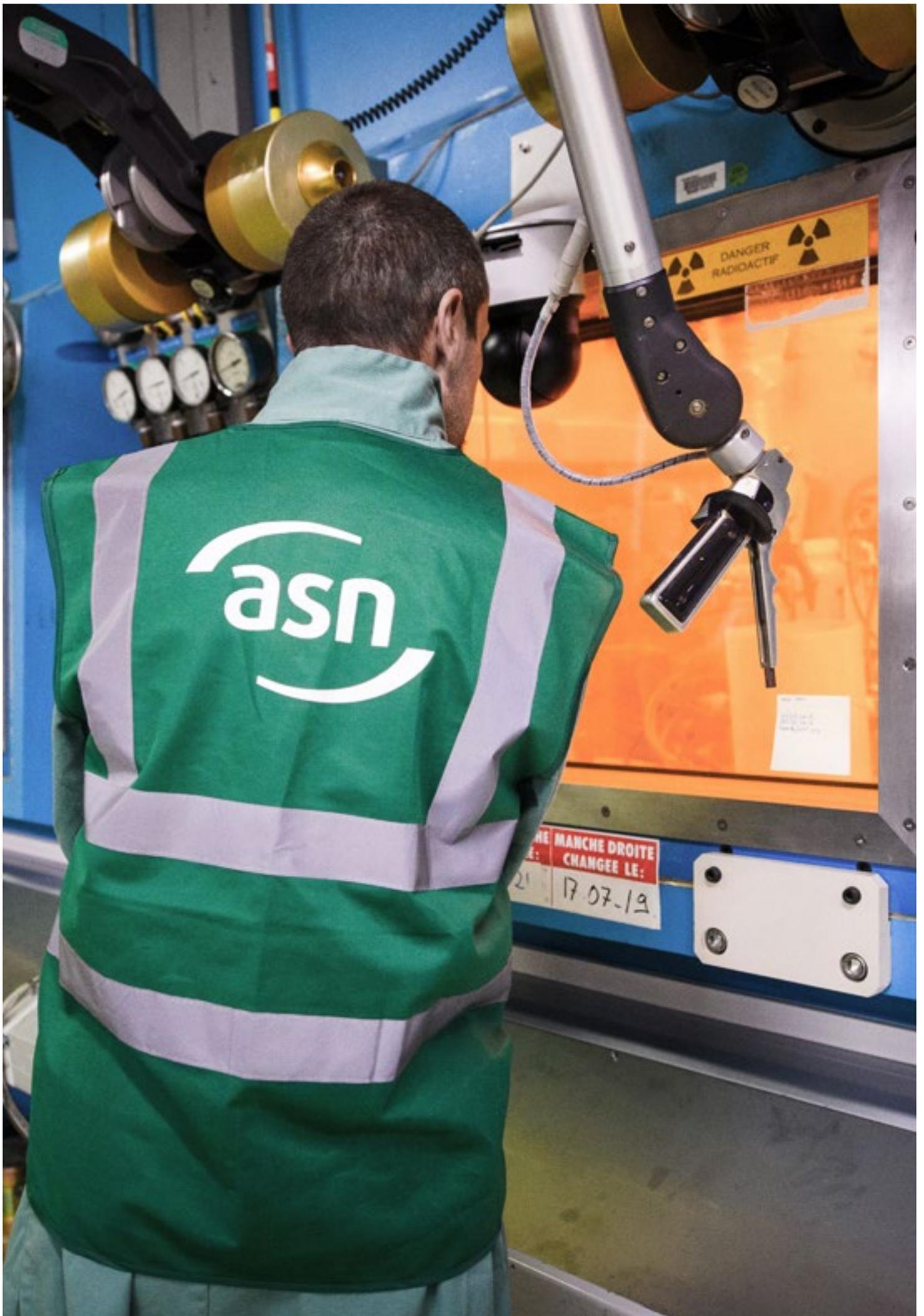
L'ASN a poursuivi en 2022 des échanges avec plusieurs entreprises françaises développant des SMR, afin de prendre connaissance des caractéristiques techniques de ces projets, de présenter le cadre réglementaire applicable et de préciser les éléments techniques nécessaires pour engager des discussions plus approfondies. Ces projets sont à des degrés divers d'avancement.

De plus, l'ASN participe à des groupes de travail internationaux portant sur les SMR. Dans ce cadre, elle échange avec ses homologues étrangères dans l'objectif de promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux, de partager ses pratiques et de bénéficier du REX de ses homologues.

### ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DES PRINCIPALES OPTIONS DE SÛRETÉ DU PROJET NUWARD

Nuward est un projet de petit réacteur modulaire (SMR) à eau sous pression développé par EDF et ses partenaires (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, Naval Group, TechnicAtome, Framatome et Tractebel), composé de deux modules de 170 MWe chacun, hébergés au sein d'un même bâtiment.

Au premier trimestre 2022, l'ASN a engagé, avec ses homologues tchèques et finlandais et avec l'appui de l'IRSN, une évaluation préliminaire des principales options de sûreté du projet Nuward. Cette initiative doit notamment permettre d'examiner, sur un cas concret, les interrogations que soulèvent les petits réacteurs modulaires en matière de sûreté. Elle constitue également une opportunité pour les régulateurs d'échanger, à partir d'un cas concret, sur leurs approches et la déclinaison nationale des exigences de sûreté. Les conclusions de cette évaluation préliminaire seront partagées avec ses homologues dans le cadre des travaux internationaux en cours portant sur les SMR.



---

# Les installations du « cycle du combustible nucléaire »

---

<b>1</b>	<b>Le « cycle du combustible »</b> ..... p. 326
1.1	Amont du « cycle du combustible »
1.2	Fabrication du combustible
1.3	Aval du « cycle du combustible » – retraitement
1.4	La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection
1.5	Perspectives : les installations en projet
<b>2</b>	<b>Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée</b> ..... p. 332
2.1	L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
2.2	Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »

Le « cycle du combustible nucléaire » débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des [déchets radioactifs](#) provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le « cycle du combustible » concerne la fabrication du combustible, son retraitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires, la valorisation des produits issus du retraitement qui peuvent l'être et la gestion des déchets.

Les installations nucléaires concourant au « cycle du combustible », dont chacune est unique, constituent les maillons d'une chaîne dont le fonctionnement peut être significativement perturbé si l'une d'entre elles est défaillante.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano ou EDF (Framatome) : Orano exploite l'usine Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin ainsi que les installations de Malvézi. Framatome exploite les installations du site de Romans-sur-Isère. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium, et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté.

En 2022, Orano a mis en service de nouvelles capacités d'entreposage pour les matières et déchets issus du retraitement des combustibles usés (installation FLEUR sur le site du Tricastin, fosse d'entreposage de colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V) sur le site de La Hague), et a augmenté les capacités d'entreposage des matières plutonifères rendues nécessaires par les difficultés de production de l'usine Melox. L'ASN considère que ces nouvelles capacités participent à améliorer la gestion des matières et des déchets. Toutefois, les parades à mettre en place pour pallier la saturation des piscines d'entreposage restent à déployer. Aussi, l'ASN constate que le fonctionnement du « cycle du combustible » présente toujours très peu de marges. Elle renouvelle sa demande que les exploitants renforcent notablement leur démarche d'anticipation et mettent en œuvre les dispositions nécessaires pour faire face aux risques de situations bloquantes pour le « cycle » et la production d'électricité nucléaire.

Au regard des performances des sites en 2022 et des actions entreprises par leurs exploitants pour les améliorer, l'ASN considère que le fonctionnement d'ensemble du « cycle du combustible » demeure fragile.

## 1. Le « cycle du combustible »

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de *yellow cake* sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium ( $UF_6$ ) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano de Malvézi et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), utilisent de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7%.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression (REP) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l' $UF_6$  entre 3% et 6% est réalisé par ultracentrifugation dans l'[usine Georges Besse II](#) du Tricastin.

Cet  $UF_6$  enrichi est ensuite transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont

introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible. Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au [Bugey](#) et à [Chinon](#).

Après une période d'utilisation de l'ordre de trois à quatre ans, les assemblages de combustibles usés sont extraits du réacteur puis refroidis en piscine, d'abord sur le site même de la centrale où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'[usine de retraitement Orano de La Hague](#).

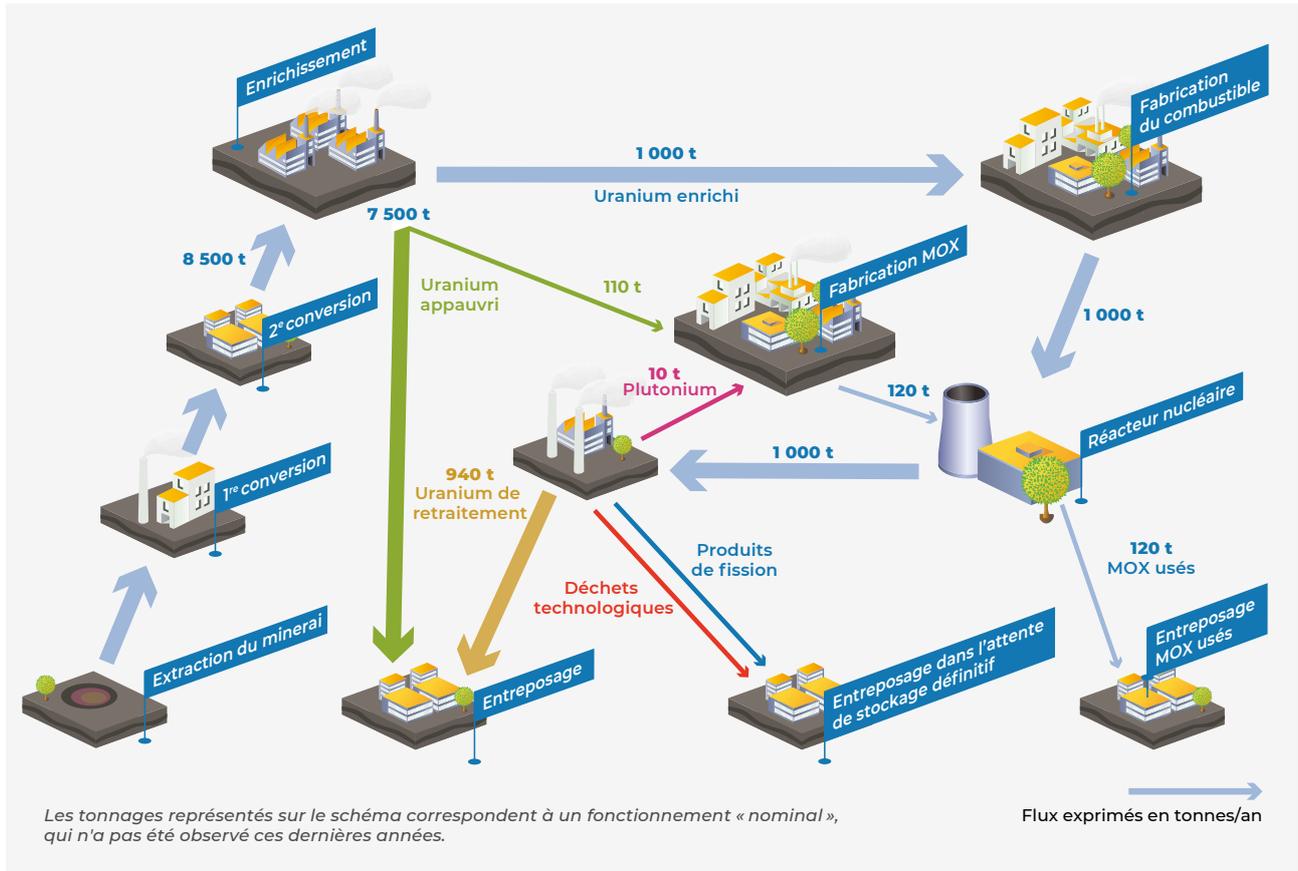
Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont alors séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens<sup>(1)</sup>. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure.

1. Les éléments transuraniens sont des éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.

TABLEAU 1 Flux de l'industrie du « cycle du combustible » en 2022

INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE	DESTINATION	TONNAGE
Orano Tricastin Conversion	Orano Malvési	UF <sub>4</sub>	12248	UF <sub>6</sub>	13107	Parcs Orano Tricastin	13107
Orano Tricastin Atelier TU5	Orano La Hague	Nitrate d'uranyle	3610	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	1078	Parcs Orano Tricastin	1078
Orano Tricastin Usine W	Orano Tricastin GB II	UF <sub>6</sub> appauvri	9537	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	7604	Parcs Orano Tricastin	7604
Orano Tricastin GB II	Orano Tricastin Conversion	UF <sub>6</sub>	10430	UF <sub>6</sub> appauvri	8878	Orano Usine W Tricastin	8878
				UF <sub>6</sub> enrichi	1369	Usines de fabrication de combustibles	1369
Framatome Romans	Orano Tricastin GB II	UF <sub>6</sub> enrichi	550	Assemblages combustibles	709	EDF	583
	Urenco (Pays-Bas, Allemagne et Royaume-Uni)		90			Taishan (Chine)	44
	Tenex (Russie)		40			Tihange (Belgique)	30
	ANF Lingen (Allemagne)	Crayons gadolinium	20	Poudre UO <sub>2</sub> et U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	3	CEA	3
	Framatome Richland (États-Unis)		2			Framatome Richland (États-Unis)	2
Orano Melox Marcoule	Framatome Lingen (Allemagne)	UO <sub>2</sub> appauvri	5	Éléments combustibles MOX	54	EDF	47
	WSE Vasteras (Suède)		73				
	Orano La Hague	PuO <sub>2</sub>	5			Kansai (Japon)	7
Orano La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	UOX et MOX	925	Nitrate d'uranyle	953	Orano Tricastin	902
				PuO <sub>2</sub>	12	Melox Marcoule	6
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
EDF et autres exploitants	Éléments combustibles irradiés	10071	-	-	-	-	

SCHÉMA DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »



S'agissant de l'uranium issu du retraitement, EDF avait annoncé son intention d'en reprendre l'utilisation à l'horizon 2023, après réenrichissement de l'uranium de retraitement en Russie.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Melox exploitée par Orano à Marcoule, pour fabriquer du combustible MOX (Mélange d'Oxydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 mégawatts électriques (MWe) en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont actuellement pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans les piscines du site de La Hague.

Les principaux flux liés au « cycle du combustible » sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-après, notamment l'installation IARU (ex-Socatri) qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires, ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano du Tricastin.

1.1 Amont du « cycle du combustible »

En amont de la fabrication de combustibles pour les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du *yellow cake* jusqu'à la conversion en  $UF_6$ , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano de Malvézi, dans l'Aude, et du Tricastin dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle  $UO_2(NO_3)_2$ , issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium ( $U_3O_8$ );
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' $UF_6$  appauvri en  $U_3O_8$ ;
- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium ( $UF_4$ ) en  $UF_6$  qui comprend l'usine Philippe Coste;
- l'installation d'enrichissement de l' $UF_6$  par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168);
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176);
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178, 179 et 180);
- l'installation IARU (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires (ex-Socatri);
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil.

L'installation TU5 et l'usine W d'Orano – INB 155

L'INB 155, dénommée TU5, peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes (t) d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ( $UO_2(NO_3)_2$ ) issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en  $U_3O_8$  (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

Les usines de conversion de l'uranium d'Orano – INB 105

L'INB 105, qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en  $UF_4$  ou en  $U_3O_8$ , est en démantèlement (voir chapitre 13).

L'usine Philippe Coste est incluse dans son périmètre et est dédiée à la fluoration de l' $UF_4$  en  $UF_6$  pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine Georges Besse II (GB II). Elle a une capacité de production de l'ordre de 14 000 tonnes d' $UF_6$  à partir de l' $UF_4$  provenant de l'établissement Orano de Malvézi. Elle relève du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « Seveso ») et est contrôlée par l'ASN sous ce régime.

#### L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée Georges Besse II (GB II), dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l' $UF_6$  dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux d'uranium enrichi en isotope 235 fissile et d'un flux appauvri. L'usine GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui serait soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre actuellement dans cette usine.

En 2022, Orano a saisi la Commission nationale du débat public en application de l'article L.121-12 du code de l'environnement sur le projet d'augmentation de capacité d'environ 30% de l'usine Georges Besse II. La Commission nationale du débat public (CNDP) a décidé d'organiser une concertation préalable car des modifications substantielles des circonstances justifiant le projet d'extension des capacités de l'usine sont intervenues depuis le premier débat public qui s'est terminé en 2004.

#### L'installation Atlas – INB 176

L'installation [Atlas](#) a pour fonction :

- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

L'installation Atlas, mise en service en 2017, répond aux exigences de sûreté les plus récentes.

#### L'installation Parcs uranifères du Tricastin – INB 178

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « [Parcs uranifères du Tricastin](#) », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

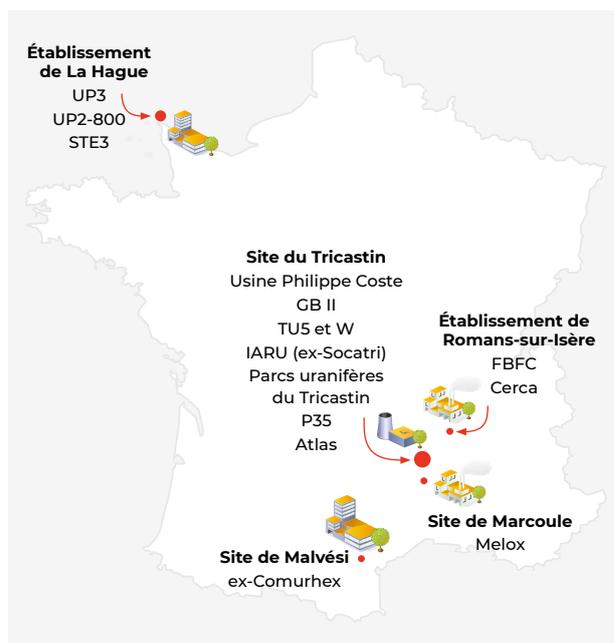
#### L'installation P35 – INB 179

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 179, dite « [P35](#) » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

#### L'installation FLEUR – INB 180

Le [décret n° 2022-391 du 18 mars 2022](#) autorise la société Orano Chimie-Enrichissement à créer une installation nucléaire de base d'entreposage dénommée « Fourniture locale d'entreposage d'uranium de retraitement » (FLEUR), destinée à l'entreposage de conteneurs d'uranium appauvri principalement issu du retraitement des combustibles usés. Elle est actuellement composée de deux bâtiments, et pourra, à terme, contenir jusqu'à quatre bâtiments.

### INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » EN FONCTIONNEMENT



#### L'installation IARU (ex-Socatri) – INB 138

L'installation réalise principalement des activités de réparation, de décontamination et de démantèlement de matériels industriels ou nucléaires, des activités de traitement d'effluents liquides radioactifs et industriels, et des activités de traitement et de conditionnement de déchets radioactifs.

### 1.2 Fabrication du combustible

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' $UF_6$  en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) », sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère usuellement appelée [Cerca](#).

Les usines FBFC et Cerca ont été réunies en une seule INB (63-U), par décret du 23 décembre 2021.

Le combustible MOX est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano, située sur le site nucléaire de Marcoule, par mélange et pastillage de poudres d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium, ensuite placées dans des gaines et assemblages de même géométrie que ceux produits par FBFC.

### 1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement

#### Les usines de retraitement Orano de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la Station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et

entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site fixées en 2015 ont été mises à jour par deux décisions de l'ASN du 16 juin 2022 ([décision n°2022-DC-0724](#) et [décision n°2022-DC-0725](#)). Les décisions modifient notamment la valeur maximale mensuelle de l'activité volumique des gaz rares, dont le krypton-85, ainsi que l'encadrement des limites et modalités de contrôle des rejets en mer de onze substances chimiques, détectées par l'exploitant en faible quantité dans les rejets dans le cadre d'une démarche d'évaluation de la conformité réglementaire.

#### Les opérations réalisées dans les usines

Les [usines de retraitement](#) comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés ; de cisailage et de dissolution de ceux-ci ; de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium ; de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour leur refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle  $UO_2(NO_3)_2$ . Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide ( $U_3O_8$ ), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est retransformé en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

#### Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis CSD-V. Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en

particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de [Soulaines](#) (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano de La Hague dans l'attente d'une filière pour leur stockage définitif ; c'est notamment le cas pour les CSD-V et CSD-C, dont le stockage définitif est envisagé dans l'installation Cigéo en projet (voir chapitre 14). Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés vers le pays producteur. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé « Exper », a été approuvé par [arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008](#).

### 1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage, son retraitement après irradiation et la gestion des déchets qui en proviennent constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano, Framatome, EDF et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté.

L'ASN a rendu le 18 octobre 2018 son [avis n°2018-AV-0316](#) sur le dossier « Impact cycle 2016 », rédigé conjointement avec les acteurs industriels du « cycle ». Ce dossier présente les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie mise en œuvre par EDF pour l'utilisation des différents types de combustibles dans ses réacteurs, de différents scénarios de mix énergétique envisagés par la programmation pluriannuelle de l'énergie, ou encore d'aléas de fonctionnement d'usines contribuant au « cycle du combustible ».

Elle souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du « cycle du combustible », afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballages de transport, sont suffisamment anticipés.

En décembre 2020, EDF, en collaboration avec Framatome, Orano et l'Andra, a mis à jour ses perspectives de gestion du

« cycle du combustible » selon des scénarios de mix énergétique cohérents avec la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) publiée en avril 2020. Au regard de ces perspectives, la saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés pourrait survenir dès 2030, voire 2029. EDF a également annoncé en 2020 un report de la mise en service de son projet de piscine d'entreposage centralisée, maintenant prévue pour 2034, ce qui rend nécessaire le déploiement de parades pour faire face au retard de ce projet : ces parades sont la densification des piscines d'entreposage de La Hague, l'entreposage à sec des combustibles usés et l'utilisation accrue de combustible MOX en réacteur. L'ASN rappelle qu'aucune de ces parades ne présente les mêmes avantages établis en matière de sûreté que le projet de piscine d'entreposage centralisée, qui reste à ce jour une solution de référence sans alternative équivalente sur le plan de la sûreté.

Après les dysfonctionnements concernant certaines étapes du « cycle du combustible » qui se sont manifestés et aggravés en 2021, la situation en 2022 demeure fragile :

- l'usine Melox connaît toujours des difficultés pour produire du combustible MOX avec la qualité et dans les quantités attendues. Ces difficultés entraînent la production d'une quantité importante de matières radioactives contenant du plutonium non conformes pour une utilisation comme combustible dans des réacteurs, qualifiées de « rebuts MOX », qui sont ensuite entreposées dans l'usine de La Hague, soit sous forme de poudre, soit sous forme d'assemblages ;
- un plan d'action est mis en œuvre par Orano depuis 2019 pour surmonter les difficultés de production de Melox. L'utilisation d'une poudre d'uranium appauvrie dite « voie humide » a pu être qualifiée en septembre 2022. La production de l'usine Melox a ainsi pu être légèrement supérieure à celle de 2021, qui avait alors atteint un très bas niveau. La production de rebuts MOX a également été contenue. L'utilisation de cette poudre permet ainsi de ne pas dégrader davantage la situation, dans l'attente de l'utilisation d'une poudre d'uranium « voie humide » provenant d'un nouvel atelier appelé « nouvelle voie humide » (NVH) de l'usine Orano de Malvési. Cet atelier est actuellement en cours de construction, en vue d'une production d'uranium appauvri « voie humide » fin 2023 ;
- les dysfonctionnements de Melox entraînent toujours une saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage des matières plutonifères, qui nécessite la création de nouveaux locaux d'entreposage pour ces matières à La Hague. Une première extension a été autorisée par l'ASN en avril 2022, une seconde est en cours d'instruction par l'ASN ;
- la situation des capacités des évaporateurs de La Hague, utilisés pour la concentration des solutions nitriques de produits de fission et transuraniens, demeure un sujet d'attention :
  - dans le cadre du remplacement des capacités d'évaporation d'UP3 (chantier « NCPF »), les évaporateurs concentrateurs de produit de fission de l'usine UP3 ont été définitivement arrêtés en septembre 2022. Leur remplacement par trois nouveaux évaporateurs est en voie d'achèvement, avec la réalisation depuis septembre 2022 des phases d'essais, en vue d'un démarrage prévu en mars 2023,
  - les dysfonctionnements des capacités d'évaporation de l'atelier R7 ont conduit Orano à demander une quatrième prolongation du recours à des évaporateurs de l'usine UP2-400 pour pouvoir réaliser les programmes de traitement et de vitrification de l'usine UP2-800 conformément aux prévisions ;
- le dossier de demande d'autorisation de densification des piscines de La Hague a été déposé fin décembre 2022, en vue d'un déploiement prévu au mieux mi-2024. Ce projet, consistant à remplacer les paniers actuellement utilisés dans les piscines C, D et E par des paniers plus compacts et dans

le respect des limites fixées par les décrets d'autorisation de création des INB 116 et 117, constitue une des parades pour faire face au retard de la mise en service d'une piscine d'entreposage centralisée ;

- la mise en service de deux des quatre bâtiments d'entreposage d'uranium de la nouvelle INB FLEUR sur le site du Tricastin, ainsi que la mise en service en septembre 2022 d'une nouvelle fosse d'entreposage de déchets CSD-V à La Hague permettent de disposer de capacités d'entreposage supplémentaires pour l'uranium de retraitement et les déchets de haute activité à vie longue (HA-VL) issus du retraitement des combustibles usés.

## 1.5 Perspectives: les installations en projet

### Projet de « nouvelle concentration des produits de fission » (NCPF) sur le site de La Hague

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produits de fission de La Hague qui présentent une corrosion plus avancée que prévue à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, nommés « NCPF », comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet particulièrement complexe a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une [décision de l'ASN en 2022](#) portant sur la mise en service de trois de ces évaporateurs (NCPF T2) en vue d'un démarrage prévu en mars 2023. L'autorisation de mise en service des trois autres évaporateurs (NCPF R2) est envisagée au cours de l'année 2023.

### Construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont constitués module par module, par construction successive d'unités identiques appelées « fosses ». Le [8 septembre 2022](#), l'ASN a autorisé l'introduction de colis de déchets radioactifs dans la fosse 50 de l'atelier E/EV/LH2. La fosse 60 est en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, une extension de l'entreposage de CSD-C a été autorisée par le [décret du 27 novembre 2020](#) ; l'ASN avait rendu un avis favorable le 8 septembre 2020 sur ce projet de texte. La construction est en cours, la première introduction de substances radioactives dans cette extension devra faire l'objet d'une autorisation délivrée par l'ASN.

En 2023, Orano envisage de déposer une demande de modification substantielle du décret d'autorisation de création de l'INB 116 (UP3-A) pour accroître la capacité d'entreposage de colis de déchets CSD-C et de colis de déchets CSD-V. Cette demande fera l'objet d'une enquête publique.

### Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur [Phénix](#) ou d'autres réacteurs de recherche, Orano a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté (DOS) d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers sur lequel l'ASN avait émis un avis en mars 2017. L'exploitant a transmis de nouvelles options de sûreté pour ce projet en janvier 2020. L'ASN a fait part de ses observations sur ce dossier le 9 décembre 2020. En 2022, Orano a informé l'ASN de l'abandon de ce projet compte tenu de l'absence d'accord de financement avec les détenteurs des combustibles à traiter. Orano envisage désormais un traitement dans le cadre du renouvellement futur des unités de dissolution de La Hague.

### Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF

Lors du débat public préalable à la 5<sup>e</sup> édition du Plan national de gestion de matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)) qui a eu lieu en 2019, EDF a réaffirmé que sa stratégie d'augmentation

des capacités d'entreposage de combustibles usés repose sur la construction d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé. Cette nouvelle installation doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle. EDF a transmis en 2017 un DOS concernant ce projet. L'ASN a rendu en juillet 2019 son avis sur les options de sûreté présentées par EDF pour une telle installation et considère que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont satisfaisants.

En 2020, EDF a signalé un retard concernant ce projet de piscine d'entreposage, qui aurait vocation à être implantée sur le site de La Hague mais ne serait pas mise en service avant 2034. En 2021, EDF a saisi la CNDP sur ce projet et une concertation préalable sous l'égide de la CNDP a été organisée par EDF du 22 novembre 2021 au 8 juillet 2022, avec une suspension du 2 février au 20 juin 2022. Les garants désignés par la CNDP ont remis le bilan de la concertation le 8 août 2022 auquel EDF a répondu le 7 octobre 2022, en indiquant souhaiter poursuivre le projet et préparer pour fin 2023 le dépôt du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation.

L'ASN rappelle l'importance de disposer au plus tôt de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés répondant aux standards de sûreté les plus récents afin de répondre à la problématique de saturation des capacités actuelles, pour laquelle il n'existe pas d'alternative équivalente au projet de piscine d'entreposage centralisé.

L'ASN avait demandé dès 2018 à EDF de présenter les parades qu'elle envisagerait dans cette situation compte tenu d'une possible saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés d'ici à cette mise en service.

Les parades envisagées par EDF, en lien avec Orano, sont la densification des piscines de La Hague, une utilisation accrue des combustibles MOX en réacteurs, sous réserve d'un retour à un fonctionnement nominal de l'usine de Melox, et un entreposage à sec des combustibles usés.

#### Projet de densification des piscines de La Hague

En novembre 2020, Orano a remis un dossier d'options de sûreté (DOS). Afin de favoriser les échanges techniques sur ce dossier, l'ASN a constitué début 2021 un sous-groupe de travail pluraliste dans le cadre des travaux du groupe de travail PNGMDR, auquel ont été conviés des membres de la commission locale d'information (CLI) de La Hague. [L'ASN a pris position sur le dossier](#) en février 2022. Dans son courrier du 14 février, l'ASN considère ainsi que les options de sûreté présentées par l'exploitant sont globalement satisfaisantes. Des observations et compléments ont été demandés. La demande d'autorisation de modification notable a été transmise par l'exploitant fin 2022 et fera l'objet d'une prise de position de l'ASN en 2024.

#### Projet d'entreposage à sec des combustibles usés

Orano a remis en novembre 2021 une première version d'un DOS à l'ASN, insuffisante à ce stade pour permettre à l'ASN de se prononcer. Orano prévoit de transmettre un nouveau dossier en 2023.

## 2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée

### 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

À chaque étape du « cycle du combustible », les installations présentent des enjeux différents :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, sous forme liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversion), de criticité, d'incendie ou d'explosion (procédés utilisant des moyens de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre étant notamment liquides ou en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses, du fait de leurs propriétés radiologiques ou chimiques, dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont souvent prépondérants ; certaines usines d'Orano du Tricastin et à La Hague

ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation. Celles-ci sont ainsi classées par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et impacts sur la sûreté, la santé et l'environnement qu'elles présentent. Cette [classification](#) des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est chargée de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement, dont l'ASN est préalablement saisie. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assurer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté. À cet égard, Orano a déposé en février 2020 des demandes de changement d'exploitant concernant l'ensemble de ses INB. Le projet, dit « PEARL », a été autorisé par les décrets du 15 décembre 2020 [n°2020-1593](#) et [n°2020-1594](#). Ce projet a conduit à séparer dans trois filiales distinctes les activités du groupe dans les domaines de l'amont du

« cycle », de l'aval du « cycle » et du démantèlement. L'instruction de cette demande par l'ASN a montré qu'elle induisait un changement d'organisation dans l'exploitation des INB en démantèlement du groupe Orano, susceptible de remettre en cause le principe prévu par la réglementation selon lequel la responsabilité opérationnelle de l'exploitation d'une INB doit revenir à son exploitant nucléaire (III de l'article R. 593-10 du code de l'environnement). Orano a déposé en conséquence une demande de dérogation à ce principe. L'ASN a accordé cette dérogation par [décision n°2022-DC-0746 du 6 décembre 2022](#), considérant qu'elle s'avérait nécessaire pour des activités se caractérisant notamment par une complexité technique particulière, telle que la conduite de procédés, qui nécessitent un contrôle, une surveillance ou un réglage de paramètres en temps réel, ou lorsque la gestion d'un incident ou la mise en état sûr des équipements nécessitent un enchaînement d'opérations spécifiques pour lesquelles des opérateurs sont spécialement habilités. Cette dérogation concerne l'exploitation de l'atelier « HAPF » de l'INB 33 et du silo 130 de l'INB 38, situés sur le site de La Hague.

## 2.2 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »

Depuis la publication du [décret du 2 novembre 2007](#), l'ensemble des exploitants d'INB doivent réaliser des [réexamens périodiques](#) de leurs installations au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du « cycle du combustible ». Le développement des démarches de réexamen peut présenter une certaine complexité car la plupart de ces installations, contrairement aux réacteurs électronucléaires, sont uniques en leur genre ; il existe donc peu de référentiels ou d'installations avec lesquelles une comparaison soit aisée.

Les premiers réexamens des installations du cycle ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (IARU, ex-Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir en amont, dans une phase dite « d'orientation », les sujets prioritaires à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique, et les méthodologies associées. Par ailleurs, les démonstrations de sûreté de l'ensemble des INB doivent s'enrichir d'analyses probabilistes. Le réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117) est en voie d'achèvement, avec la finalisation de l'examen des propositions d'amélioration portant sur l'atelier NPH par le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU) en février 2022. En 2023, l'ASN encadrera la poursuite du fonctionnement de cette INB par des prescriptions. Pour l'usine UP3-A (INB 116), Orano a transmis fin 2020 son rapport de conclusion du réexamen, qui fera l'objet d'un examen par le GPU au cours de plusieurs réunions prévues entre 2023 et 2025. En novembre 2022, à l'issue de l'instruction du rapport de conclusion du réexamen de la STE3 (INB 118) et considérant que les dispositions mises en place ou planifiées par l'exploitant dans ce cadre sont appropriées, l'ASN a validé la poursuite du fonctionnement de cette installation. Concernant les usines de fabrication de combustible neuf, l'exploitant de l'usine Melox a remis son rapport de conclusion du réexamen en septembre 2021. L'instruction de ce rapport est en cours par l'ASN en vue d'un examen par le GPU en 2024. Le prochain réexamen périodique des usines FBFC et Cerca, réunies en une seule INB (63-U) par décret du 23 décembre 2021, devra être remis par Framatome en juin 2023.

En octobre 2021, à l'issue de l'instruction du rapport de conclusion du réexamen de TU5 (INB 155), l'ASN a validé la poursuite du fonctionnement de l'INB 155.

Les réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du « cycle du combustible ». C'est notamment le cas pour les installations de l'aval du « cycle », pour lesquelles la maîtrise du vieillissement constitue un enjeu prioritaire ; celui-ci fait l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue lors de l'instruction des réexamens périodiques en cours.



---

# Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

---

<b>1</b>	<b>Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France</b> .....	p. 336
1.1	Les réacteurs de recherche	
1.2	Les laboratoires et installations industrielles diverses	
1.2.1	Les laboratoires	
1.2.2	Les accélérateurs de particules	
1.2.3	Les installations industrielles d'ionisation	
1.3	Les installations d'entreposage de matières	
<b>2</b>	<b>Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée</b> .....	p. 339
2.1	L'approche graduée en fonction des enjeux des installations	
2.2	Les réexamens périodiques	

Les [installations nucléaires de recherche ou industrielles](#) sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du « cycle du combustible ») ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA),

mais également par d'autres organismes de recherche (par exemple, l'Institut Laue-Langevin – ILL, l'organisation internationale ITER et le grand accélérateur national d'ions lourds – Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Steris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

## 1. Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

### 1.1 Les réacteurs de recherche

Les [réacteurs de recherche](#) ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides<sup>(1)</sup> à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une réaction en chaîne est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur « sous eau » (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur « en air » (après dénoyage du cœur ou lors d'une manutention). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

#### Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les [réacteurs à faisceaux de neutrons](#) sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie, etc.), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il n'existe plus qu'un réacteur à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le [réacteur à haut flux](#) (RHF – INB 67) exploité par l'ILL à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 mégawatts thermiques – MWth). Le RHF fonctionne par cycles de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement.

Après consultation du public et au vu des conclusions de son troisième réexamen périodique, l'ASN a soumis la poursuite du fonctionnement de cette installation au respect des prescriptions fixées par la décision du 28 juillet 2022, notamment l'amélioration des dispositions de prévention des risques d'incendie, d'explosion et des risques liés aux opérations de manutention.

Le réacteur [Orphée](#) (INB 101), exploité par le CEA à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth), a été arrêté définitivement fin 2019.

#### Les réacteurs « d'essais »

Les [réacteurs « d'essais »](#) sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

En France, il existe un réacteur « d'essais » en fonctionnement : le réacteur [Cabri](#) (INB 24), exploité par le CEA à Cadarache. Ce réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, du refroidissement pour évacuer la puissance et du confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. [L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018](#), après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

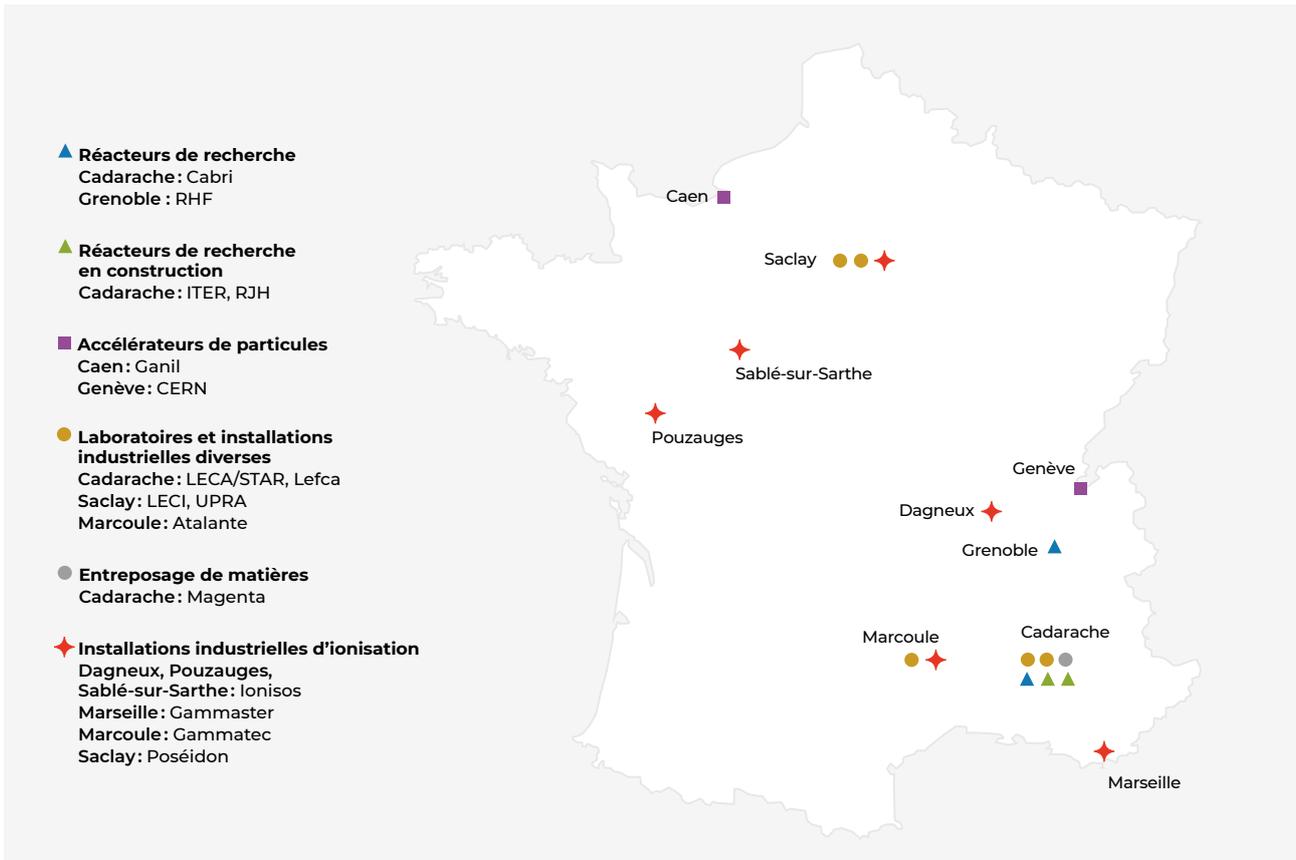
#### Les réacteurs d'irradiation

Les [réacteurs d'irradiation](#) sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type réacteur à eau sous pression (REP), les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation, les échantillons font l'objet d'examens destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

1. L'utilisation des radionucléides offre des possibilités d'analyse et de traitements médicaux : pour le diagnostic des cancers par le biais de scintigraphies et tomographies, autorisant des examens poussés d'organes en fonctionnement, ou pour le traitement des tumeurs grâce à la radiothérapie, qui emploie les rayonnements des radionucléides pour détruire les cellules cancéreuses (voir chapitre 7).

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN FRANCE



La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de mégawatts thermiques. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

En France, depuis 2015 et l'arrêt définitif du réacteur [Osiris](#) (INB 40) sur le site du CEA à Saclay, il n'existait plus de réacteur d'irradiation technologique en fonctionnement. Le réacteur « d'essais » Cabri, dont la conception a été complétée afin de réaliser également des programmes expérimentaux d'irradiation d'objets, a été autorisé pour ce type d'utilisation par décret du 2 août 2022.

Le réacteur [Jules Horowitz](#) (RJH - INB 172), destiné à remplacer Osiris, est en cours de construction à Cadarache. La mise en service de l'installation, jalonnée dans le temps, est en cours d'instruction par l'ASN.

**Les réacteurs à fusion**

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation [ITER](#) (INB 174) est un projet international de [réacteur à fusion](#) en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 mégawatts - MW - pendant 400 secondes).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier) et les risques d'exposition aux rayonnements ionisants du fait d'une forte activation des matériaux sous flux neutronique intense.

Compte tenu d'un certain nombre de sujets encore ouverts relatifs à la conception de l'installation, et de difficultés techniques rencontrées dans le chantier de construction, l'ASN a estimé que le point d'arrêt lié à l'assemblage tokamak ne pouvait pas encore être levé. En conséquence, l'assemblage du tokamak n'a pu être engagé.

**1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses**

**1.2.1 Les laboratoires**

Les [laboratoires](#) menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, la fabrication et le retraitement du combustible, ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

**Principes et enjeux de sûreté**

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et celle de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation de substances radioactives et la réalisation d'expérimentations, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. Le risque de criticité est

maîtrisé au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention, etc.) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

#### Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont, par exemple, pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

- le Laboratoire d'examen des combustibles actifs ([LECA](#)), situé à Cadarache, et son extension, la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement ([STAR](#)), qui constituent l'INB 55;
- le Laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés ([Lefca](#) – INB 123), situé à Cadarache;
- le Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés ([LECI](#) – INB 50), situé à Saclay.

#### Les laboratoires de recherche et de développement (R&D)

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement ([Atalante](#) – INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

Au vu des enjeux associés à certains scénarios d'accident, l'ASN a estimé que la mise en œuvre de certaines dispositions devait faire l'objet d'un calendrier contraignant, notamment celles concernant l'amélioration des dispositions de prévention des risques d'incendie et d'inondation à la suite d'un séisme, et que les déchets entreposés dans l'installation devaient être traités ou évacués dans des délais raisonnables. La poursuite de fonctionnement de l'INB 148 à la suite des conclusions de son réexamen périodique est, en conséquence, soumise aux prescriptions définies dans la décision de l'ASN du 19 avril 2022.

#### L'usine de production de radioéléments artificiels

L'usine de production de radioéléments artificiels ([UPRA](#)), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, fabricant de produits radiopharmaceutiques.

L'instruction du réexamen périodique de l'installation est en cours par l'ASN, il fera également l'objet d'un avis du Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU).

## 1.2.2 Les accélérateurs de particules

Certains [accélérateurs de particules](#) sont des INB. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants de la population, du personnel et de l'environnement constitue donc le risque principal de ce type d'installations.

#### Le Ganil

Le grand accélérateur national d'ions lourds ([Ganil](#) – INB 113), situé à Caen, permet de mener des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Une instruction est actuellement en cours pour la construction d'un nouveau bâtiment de réception des faisceaux, dénommé « Désir », afin de permettre la conduite de nouveaux programmes expérimentaux en matière de recherche.

#### Le CERN

Situé entre la France et la Suisse, le Centre européen pour la recherche nucléaire ([CERN](#)) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN exploite, sur plusieurs sites connectés entre eux, toute une chaîne de dispositifs de recherche sur la structure de la matière, qui comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires, ainsi que plusieurs détecteurs et systèmes d'acquisition. Du fait de sa nature extra-territoriale, le CERN fait l'objet de [modalités de vérifications particulières](#) de la part des autorités de sûreté française et suisse.

## 1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

Les [installations industrielles d'ionisation](#), dénommées irradiateurs, utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à [Dagneux](#) (INB 68), [Pouzauges](#) (INB 146) et [Sablé-sur-Sarthe](#) (INB 154):
  - un projet de nouvel irradiateur (D7) est en cours d'instruction pour le site de Dagneux,
  - au vu d'une analyse des enjeux que présente l'installation et des inspections sur le thème du réexamen périodique de l'installation, l'ASN n'a pas émis d'objection à la poursuite du fonctionnement de l'INB 154 pour les prochaines années;

- le groupe Steris, qui exploite les installations [Gammaster](#) (INB 147) et [Gammatec](#) (INB 170), à Marseille et à Marcoule;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur [Poséidon](#) (INB 77) sur le site de Saclay.

### 1.3 Les installations d'entreposage de matières

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca, etc.) en fonction des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (Éole, Minerve, Osiris, Masurca, notamment).

#### Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives, d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

#### Les installations d'entreposage dédiées

L'installation [Magenta](#) (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le magasin central des matières fissiles ([MCMF](#) - INB 53), définitivement arrêté fin 2017.

## 2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

### 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Le [régime des INB](#) s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents : réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation, etc.

Les principes de sûreté, appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles, sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du « cycle du combustible », tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer ainsi celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN. À titre d'exemples, les réacteurs de recherche RHF et Cabri sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules Ganil est classé en catégorie 3.

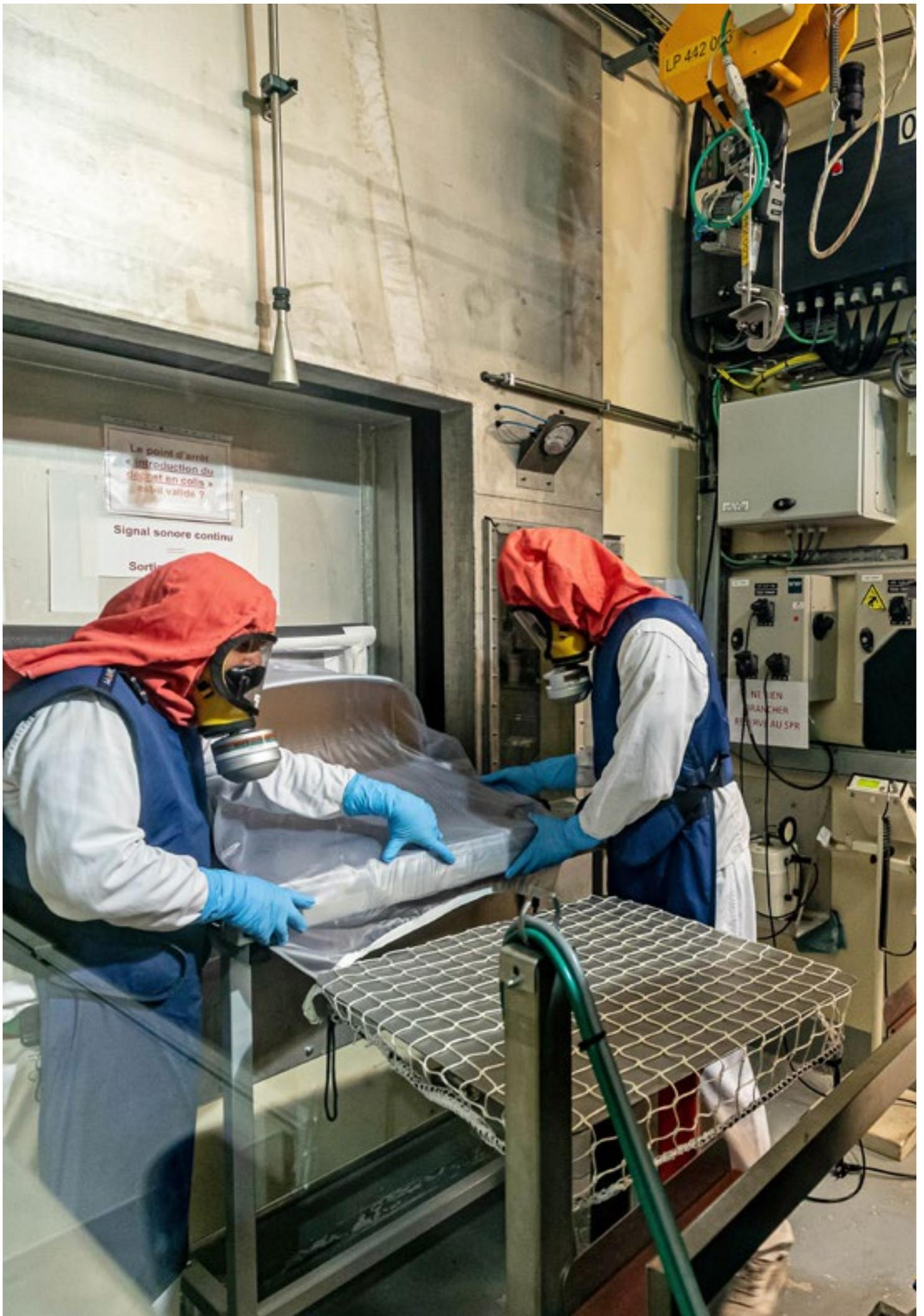
### 2.2 Les réexamens périodiques

Le [code de l'environnement](#) impose aux exploitants de réaliser, tous les dix ans, un [réexamen périodique](#) de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser les risques ou inconvénients inhérents à l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remises à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

À ce jour, l'ensemble des installations nucléaires de recherche et installations diverses a fait l'objet d'un réexamen périodique. L'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines d'entre elles méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

En 2022, l'ASN a conclu l'instruction des réexamens périodiques des installations Atalante (INB 148) et Chicade (INB 156) exploitées par le CEA, ainsi que du RHF (INB 67) exploité par l'ILL et de l'irradiateur situé à Sablé-sur-Sarthe (INB 154), exploité par Ionisos. L'ASN a estimé que les dispositions mises en œuvre ou prévues par les exploitants de ces installations étaient globalement satisfaisantes et n'a pas émis d'objection à leur poursuite de fonctionnement, qu'elle a encadrée par des prescriptions techniques.

Plusieurs autres réexamens périodiques sont en cours d'instruction par l'ASN, qui poursuit notamment, dans le cadre de ses analyses, les inspections sur site consacrées spécifiquement au réexamen périodique.



# Le démantèlement des installations nucléaires de base

<b>1</b>	<b>Le cadre juridique et technique du démantèlement</b> .....	p. 342
1.1	Les enjeux du démantèlement	
1.2	La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement	
1.2.1	Le démantèlement immédiat	
1.2.2	L'assainissement et l'atteinte de l'état final	
1.3	L'encadrement du démantèlement	
1.4	Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs	
<b>2</b>	<b>La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques</b> .....	p. 346
2.1	Les réacteurs électronucléaires	
2.1.1	Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression	
2.1.2	Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression	
2.2	Les installations de recherche	
2.2.1	Les laboratoires de recherche	
2.2.2	Les réacteurs de recherche	
2.3	Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »	
2.4	Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »	
2.5	Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)	
<b>3</b>	<b>Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée</b> .....	p. 356
3.1	L'approche graduée en fonction des enjeux des installations	
3.2	Les réexamens périodiques des installations en démantèlement	
3.3	Le financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux	
<b>4</b>	<b>L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants</b> .....	p. 357
4.1	L'évaluation de la stratégie d'EDF	
4.2	L'évaluation de la stratégie d'Orano	
4.3	L'évaluation de la stratégie du CEA	
	<b>Annexe : liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2022</b> .....	p. 359

Le terme de **démantèlement** couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire, à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, c'est-à-dire qu'elle peut être retirée de la liste des installations nucléaires de base (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des **matières radioactives et des déchets** encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement, ainsi que l'assainissement des locaux et des sols puis, éventuellement, des opérations de démolition de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini qui permet de prévenir les risques et les impacts que peut présenter le site pour l'environnement et les personnes, en tenant compte de ses usages futurs possibles.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée par une succession d'opérations qui présentent une complexité parfois forte, des durées longues, la production de grandes quantités de déchets et des coûts importants; celles-ci doivent être anticipées au mieux – ce d'autant qu'elles doivent être effectuées dans les meilleurs délais possibles, comme prévu par la réglementation. Au fil des chantiers de démantèlement, les changements continus que connaissent les installations modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projet.

En 2022, 35 installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usines de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets, etc.) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation.

## 1. Le cadre juridique et technique du démantèlement

### 1.1 Les enjeux du démantèlement

La réalisation, dans des délais maîtrisés, des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. Pour autant, le choix du démantèlement immédiat en France impose aux exploitants de réaliser leurs opérations de démantèlement dans des délais aussi courts que possible, dans des conditions économiques acceptables (voir point 1.2).

Le démantèlement est caractérisé par une succession d'opérations qui tendent, progressivement, à diminuer la quantité de substances radioactives présentes dans l'installation, et donc par des risques évolutifs. Si la baisse des quantités de substances présentes dans l'installation réduit tendanciellement les risques, les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent toutefois des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent également lors des chantiers, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes de charges liées aux manutentions de gros composants, ou les risques d'incendies lors de travaux par points chauds avec présence de matériaux combustibles, d'instabilité de structures partiellement démontées, ou encore de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de **déchets**, généralement très supérieur aux volumes produits durant son fonctionnement. Les démantèlements des installations anciennes du CEA et des usines de première génération d'Orano (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme

les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS – périmètre défense) de Pierrelatte au Tricastin et l'usine UP1 de l'INBS de Marcoule, vont ainsi conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Il est nécessaire d'apprécier l'ampleur et la difficulté des travaux dès que possible dans la vie des installations, et dès la conception pour les installations neuves, afin d'assurer que leur démantèlement pourra se faire en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est également conditionné par la disponibilité des installations support au démantèlement (installations d'entreposage, de traitement et de conditionnement des déchets, installations de traitement d'effluents) et de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque les exutoires finaux sont susceptibles de ne pas être disponibles au moment de la production des déchets issus du démantèlement, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de ces déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. L'adéquation des capacités d'entreposage disponibles avec les besoins liés au fonctionnement et au démantèlement des INB, ainsi que l'avancement des études relatives aux différentes options de gestion définitive des déchets radioactifs, sont à cet égard régulièrement examinés dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (**PNGMDR** – voir chapitre 14).

L'ASN considère que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies

de démantèlement et de gestion des déchets établies par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), EDF et Orano (voir point 4 et [Les cahiers de l'ASN #04](#)).

## 1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement

À l'échelle internationale, de nombreux facteurs peuvent entrer en compte dans le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : la réglementation nationale, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement et de personnel qualifié, la connaissance de l'historique d'exploitation, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement, etc. Ainsi, les pratiques et la réglementation diffèrent d'un pays à l'autre.

### 1.2.1 Le démantèlement immédiat

Le principe de démantèlement « dans des délais aussi courts que possible dans des conditions économiques acceptables » figure dans la réglementation applicable aux INB ([arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB). Ce principe, affirmé depuis 2009 par l'ASN en matière de démantèlement et de déclasserement des INB, a été inscrit au niveau législatif par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette approche vise à ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :

- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci et actualise cette préparation tout au long de la vie de l'installation ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie à l'ASN son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;
- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent dans un délai aussi court que possible après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies, selon la nature de l'installation et la complexité de son démantèlement.

Le plan de démantèlement, document décrivant les opérations envisagées par l'exploitant pour démanteler son installation, vise à préparer et anticiper au mieux le démantèlement. Ce document est, depuis 2007, demandé dès la mise en service de l'installation, puis mis à jour régulièrement au cours de la vie de l'installation. Il capitalise le retour d'expérience (REX) d'exploitation, en identifiant les éventuels impacts sur les opérations de démantèlement à venir, et doit permettre à l'exploitant de justifier la stratégie de démantèlement retenue, sur la base de critères technico-économiques.

### 1.2.2 L'assainissement et l'atteinte de l'état final

Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire à retirer progressivement les substances radioactives ou dangereuses des structures et des sols, en vue du déclasserement de l'installation, correspondant à son retrait de la liste des INB. Les substances radioactives peuvent être issues des phénomènes d'activation ou de dépôt engendrés par les activités de l'INB ou les incidents qu'elle a subis. Des substances chimiques dangereuses peuvent également se trouver dans l'installation, du fait de l'utilisation de certains procédés ou équipements (hydrocarbures, acide fluorhydrique, sodium, etc.).

Dans certains cas, les substances radioactives ou dangereuses sont entraînées par migration dans les structures des bâtiments de l'installation, voire dans les sols du site et ses alentours, qui doivent en ce cas faire l'objet d'un assainissement. L'assainissement correspond aux opérations de réduction ou d'élimination de la radioactivité ou de toute autre substance dangereuse restante, aussi bien dans les structures que dans les sols.

L'ASN demande que les exploitants mettent en œuvre des pratiques d'assainissement tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques disponibles, dans des conditions économiques acceptables. Le scénario d'assainissement complet doit être envisagé systématiquement en tant que scénario de référence. Ce scénario, qui conduit à une libération inconditionnelle des bâtiments et des sites, permet en effet de garantir, sans aucune réserve, la protection des personnes et de l'environnement dans le temps.

En cas de difficultés techniques, économiques ou financières identifiées, l'exploitant peut soumettre à l'ASN, un ou plusieurs scénarios d'assainissement adaptés, compatibles avec les usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables). Il doit, en tout état de cause, apporter les éléments justifiant que le scénario de référence ne peut être mis en œuvre dans des conditions technico-économiques acceptables et que les opérations d'assainissement envisagées constituent un optimum technico-économique. L'ASN

## LE DÉCLASSEMENT DU RÉACTEUR ULYSSE

L'INB 18, dénommée « [Ulysse](#) », a été mise en service en 1961. Exploitée par le CEA sur son site de Saclay, ce réacteur d'étude d'une puissance nominale de 100 kilowatts thermiques (kWth) a permis, pendant 47 ans, la réalisation d'activités d'enseignement et d'expérimentation.

Le réacteur a été définitivement arrêté en 2007. Après des opérations préparatoires au démantèlement, incluant en particulier l'évacuation du combustible usé, les opérations de démantèlement ont débuté en 2014, après la parution du décret de démantèlement. Le démantèlement,

s'étendant sur une durée de cinq ans, était organisé en trois étapes, avec une première phase de chantiers conventionnels, suivie de la réalisation des chantiers nucléaires, et enfin une phase d'assainissement.

En février 2021, le CEA a déposé une demande de déclasserement de l'INB, comprenant notamment une présentation de l'état du site après démantèlement et les perspectives de son usage futur. Au terme de son analyse du dossier et des conclusions des consultations, l'ASN a considéré que l'INB 18 pouvait être déclassée sans servitude d'utilité publique.

Le CEA a su démontrer la réalisation d'un assainissement complet, conformément à la doctrine de l'ASN et à la méthodologie d'assainissement approuvée par l'ASN en 2017. Après la conduite de l'ensemble des opérations de démantèlement, le terrain d'implantation de l'installation est désormais compatible avec l'ensemble des usages futurs possibles.

Par conséquent, l'ASN a déclassé le réacteur Ulysse par la [décision du 24 juin 2022](#). L'INB 18 a ainsi été supprimée de la liste des INB.

PHASES DE VIE D'UNE INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE

FIN DU FONCTIONNEMENT

PHASE PRÉPARATOIRE AU DÉMANTÈLEMENT

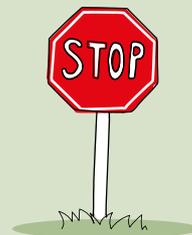
Déclaration d'arrêt

Transmission du dossier de démantèlement

Arrêt définitif



2 ans maximum



**Au moins 2 ans avant la date envisagée,** l'exploitant déclare au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN son intention d'arrêter définitivement son installation. Cette déclaration est portée à la connaissance du public.

**Au plus tard 2 ans après la déclaration d'arrêt, l'exploitant doit transmettre au ministre son dossier de démantèlement.** Ce dossier présente les opérations de démantèlement envisagées par l'exploitant, ainsi que les dispositions qu'il prend pour en limiter les impacts sur les personnes et l'environnement.

**À compter de la date d'arrêt définitif, l'exploitant n'est plus autorisé à faire fonctionner son installation.**

Il commence à préparer le démantèlement de son installation. Les opérations préparatoires au démantèlement consistent souvent à évacuer les substances radioactives et chimiques présentes dans l'installation (combustible usé), aménager les locaux (aménagement d'aires d'entreposage) ou à adapter les réseaux d'utilité (ventilation, distribution électrique).

examine alors les scénarios présentés par l'exploitant et s'assure que l'assainissement sera mené aussi loin que raisonnablement possible.

Dans tous les cas, la réglementation prévoit que la stratégie d'assainissement, mise en œuvre par l'exploitant, doit conduire à un état final de l'INB et de son site compatible avec un déclassement administratif.

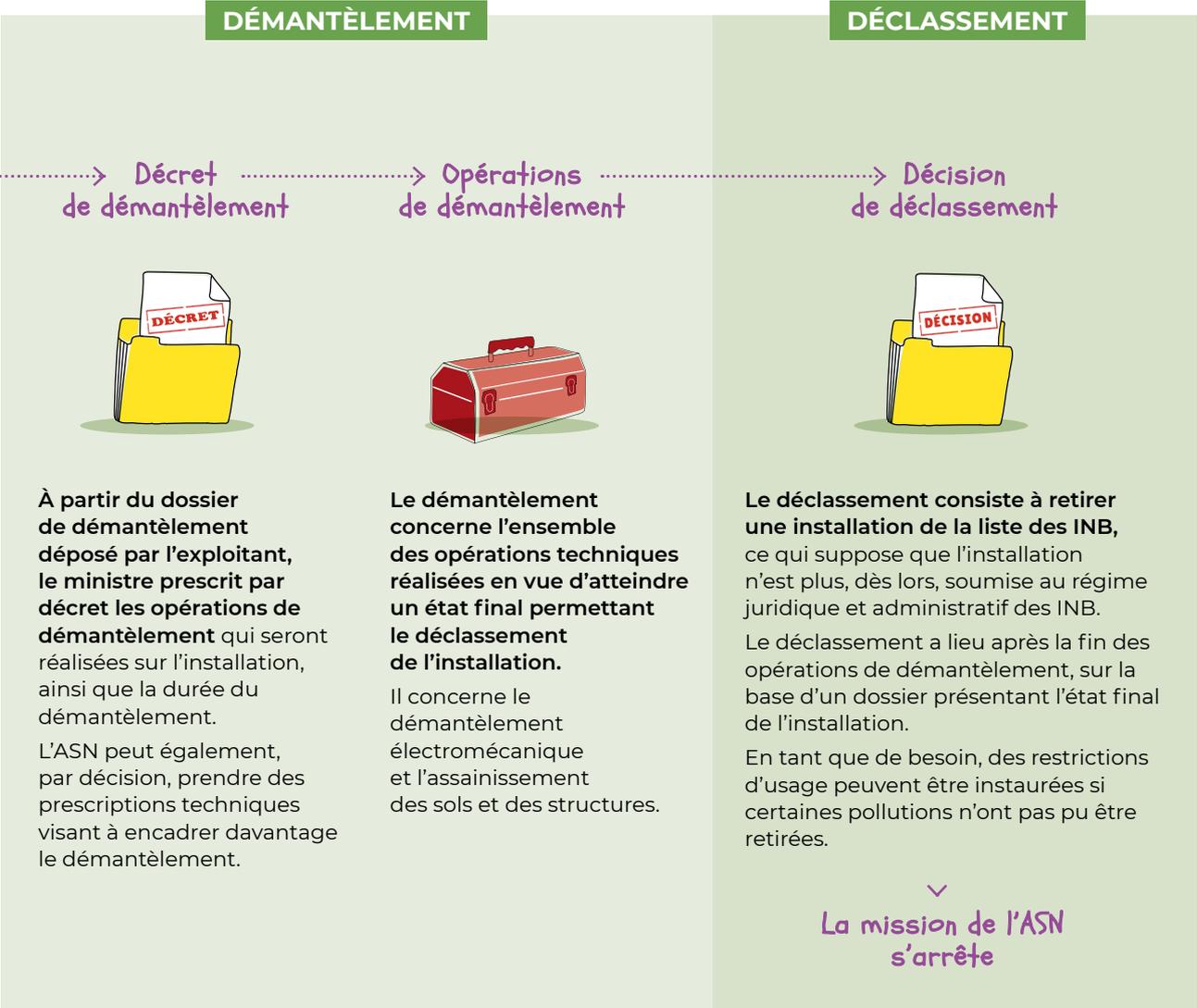
Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après déclassement doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA<sup>(1)</sup>). L'ASN n'est pas favorable à l'introduction de seuils généralisés et considère qu'il est préférable d'adopter une démarche d'optimisation, reposant sur des critères technico-économiques, en fonction des usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables). Néanmoins, dans tous les cas, une fois le site déclassé, l'exposition radiologique induite ne doit pas excéder la valeur réglementaire de 1 millisievert (mSv) sur une année pour l'ensemble des scénarios d'usage, prescrite dans le code de la santé publique.

La doctrine que l'ASN met en œuvre est précisée dans les guides relatifs aux opérations d'assainissement des structures ([Guide n°14](#), disponible sur [asn.fr](#)) et à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires ([Guide n°24](#), disponible sur [asn.fr](#)). Les dispositions de ces guides ont déjà été mises en œuvre dans de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées : réacteurs de recherche, laboratoires, usines de fabrication de combustible, etc.

### 1.3 L'encadrement du démantèlement

Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, elle doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est donc prescrit par un nouveau

1. Principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre).



décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin prévue du démantèlement et l'état final à atteindre. Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. L'exploitant doit justifier, dans son dossier de démantèlement, que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique, au cours de laquelle les riverains, les collectivités locales et la commission locale d'information (CLI) sont sollicités. Les dossiers de démantèlement présentant les enjeux les plus significatifs sont, par ailleurs, soumis à l'examen du Groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM), mis en place en 2018.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma ci-dessus décrit la procédure réglementaire associée.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée sous le couvert de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet par exemple d'évacuer une partie des substances radioactives et chimiques (dont le combustible d'un réacteur nucléaire), ainsi que de préparer des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes, etc.). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation (cartographies radiologiques, analyse de l'historique de l'exploitation) indispensables pour établir les scénarios d'assainissement visés.

Le [code de l'environnement](#) prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les 10 ans.

01  
02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10  
11  
12  
13  
14  
AN

L'objectif de l'ASN est de s'assurer, par ces [réexamens périodiques](#), que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclassement, en appliquant les principes de la [défense en profondeur](#) propres à la sûreté nucléaire, dans une logique proportionnée aux enjeux. En effet, si les opérations de démantèlement entraînent l'affaiblissement, voire la disparition des barrières physiques existantes, l'exploitant doit, en fonction des enjeux de sûreté et de radioprotection résiduels, maintenir des lignes de défense adaptées nécessaires à la protection des travailleurs et de l'environnement (mise en place de sas, ventilation nucléaire, balises de radioprotection, etc.).

À l'issue de son démantèlement, une INB doit être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève plus du régime correspondant. L'exploitant doit notamment fournir, à l'appui de sa demande de déclassement, un dossier comprenant une description de l'état du site après démantèlement (analyse de l'état des sols, bâtiments ou équipements subsistant, etc.) et démontrant que l'état final prévu a bien été atteint. En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclassement de l'INB considérée à la mise en place de servitudes d'utilité publique. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments (limitation à un usage industriel, par exemple) ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement<sup>(2)</sup>, etc.). Une vingtaine d'installations, majoritairement d'anciens réacteurs de recherche, ont à ce jour été démantelées et déclassées.

Au 31 décembre 2022, l'ASN instruit 22 dossiers de démantèlement d'installations définitivement arrêtées, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de

démantèlement sont substantiellement modifiées. L'instruction des dossiers de déclassement des deux dernières INB du centre CEA de Grenoble est par ailleurs achevée.

#### 1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

Le [code de l'environnement](#), dans ses articles L. 594-1 à L. 594-10 et D. 594-1 à D. 594-18, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par l'[arrêté du 21 mars 2007](#) relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Cet arrêté vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, dans la logique du principe « pollueur-payeur ». Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées. Ces charges doivent être évaluées de manière prudente, en prenant en compte les différentes incertitudes. Les exploitants sont ainsi tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles. Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. La [Direction générale du trésor](#) et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) constituent l'autorité administrative compétente pour ce contrôle. La DGEC saisit l'ASN afin de rendre un avis technique sur les hypothèses prises par les exploitants. Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

## 2. La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques

À la fin de l'année 2022, 35 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France, soit environ un quart des INB (voir carte page 348). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du « cycle du combustible », installations support, etc.) et les enjeux du démantèlement diffèrent d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement et aux conditions d'intervention au plus près de zones contaminées ou activées. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano ou des anciennes installations d'entreposage du CEA. L'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale.

### 2.1 Les réacteurs électronucléaires

#### 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) bénéficie d'un REX acquis sur de nombreux projets

à l'international et la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur. Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise. Toutefois, quelle que soit la durée de vie des réacteurs en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible.

Le premier chantier de démantèlement des REP en France est celui du réacteur [Chooz A](#) (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A est en cours depuis 2014 et se poursuit dans des conditions satisfaisantes.

La centrale nucléaire de Fessenheim a été arrêtée définitivement en 2020. Il s'agira des deux premiers réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe), représentatifs du parc actuel de réacteurs exploités par EDF, à être démantelés en France. Le démantèlement des réacteurs de Fessenheim constituera donc également un REX important pour les autres REP d'EDF (voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport).

2. L'affouillement est le creusement volontaire d'un sol par extraction de terre en raison de travaux sur un terrain (par exemple, creusement des fondations d'une construction).

## 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de type uranium naturel-graphite-gaz ([UNGG](#)), ainsi que le réacteur à eau lourde [EL4-D](#) sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, [Phénix](#) et [Superphénix](#). Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de REX en France et à l'international, et par le fait qu'au moment de leur conception la perspective de leur démantèlement futur n'était pas aussi structurante qu'elle a pu l'être pour les réacteurs de série plus récents. Compte tenu de leur caractère unique, il est donc nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler. En outre, certains de ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à une perte de connaissance de l'installation et de son exploitation, ainsi que des compétences associées.

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures à 250 mégawatts thermiques – MWth), leur démantèlement nécessite la mise en œuvre de moyens téléopérés dans certaines zones restées fortement irradiantes, en particulier au voisinage du cœur du réacteur.

Les réacteurs UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques de graphite, représentant environ 15 000 tonnes de déchets qui seront produits, pour lesquelles un stockage adapté aux déchets nucléaires de faible activité à vie longue (FA-VL) est envisagé.

Le démantèlement du réacteur prototype à eau lourde (EL4-D), situé sur le site de Brennilis a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de REX concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre; d'autre part en raison de difficultés concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés ([Iceda](#) – voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport) qui doit prendre en charge certains des déchets de ce démantèlement. Iceda étant désormais en service et le scénario de démantèlement du bâtiment réacteur établi, le démantèlement de l'installation devrait reprendre dans les prochaines années.

Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix et Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et à la sûreté de ses procédés de traitement.

## 2.2 Les installations de recherche

### 2.2.1 Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité ([LHA](#)) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique ([LPC](#)) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé [Procédé](#) de Fontenay-aux-Roses (INB 165).

Ces laboratoires ont démarré leur activité dans les années 1960; ils étaient dédiés à la recherche réalisée en soutien au développement de la filière électronucléaire en France.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place: déchets nucléaires de moyenne activité à vie longue (MA-VL), déchets sans filière de gestion (par exemple, des huiles et liquides organiques non incinérables, ou des déchets contenant des composés du mercure potentiellement hydrosolubles). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements et assainissements nécessaires plus complexes et plus longs. Une des étapes les plus importantes – et parfois difficile du fait d'archives incomplètes – du démantèlement de ce type d'installation consiste donc à établir le plus précisément possible l'inventaire des déchets et l'état radiologique de l'installation, pour pouvoir définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets.

### 2.2.2 Les réacteurs de recherche

À la fin de l'année 2022, huit réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés: [Rapsodie](#) (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), [Masurca](#), [Éole](#) et [Minerve](#) (maquettes critiques), [Phébus](#) (réacteur d'essai), [Osiris](#) et [Orphée](#) (réacteurs de type « piscine ») et [Isis](#) (réacteur d'enseignement). Le réacteur d'enseignement Ulysse a quant à lui été déclassé en 2022. Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 watts thermiques à 70 MWth) que les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980.

Lors du démantèlement, ces installations présentent généralement un faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations après l'arrêt définitif consiste à évacuer le combustible usé. L'un des principaux enjeux réside dans la production de volumes importants de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

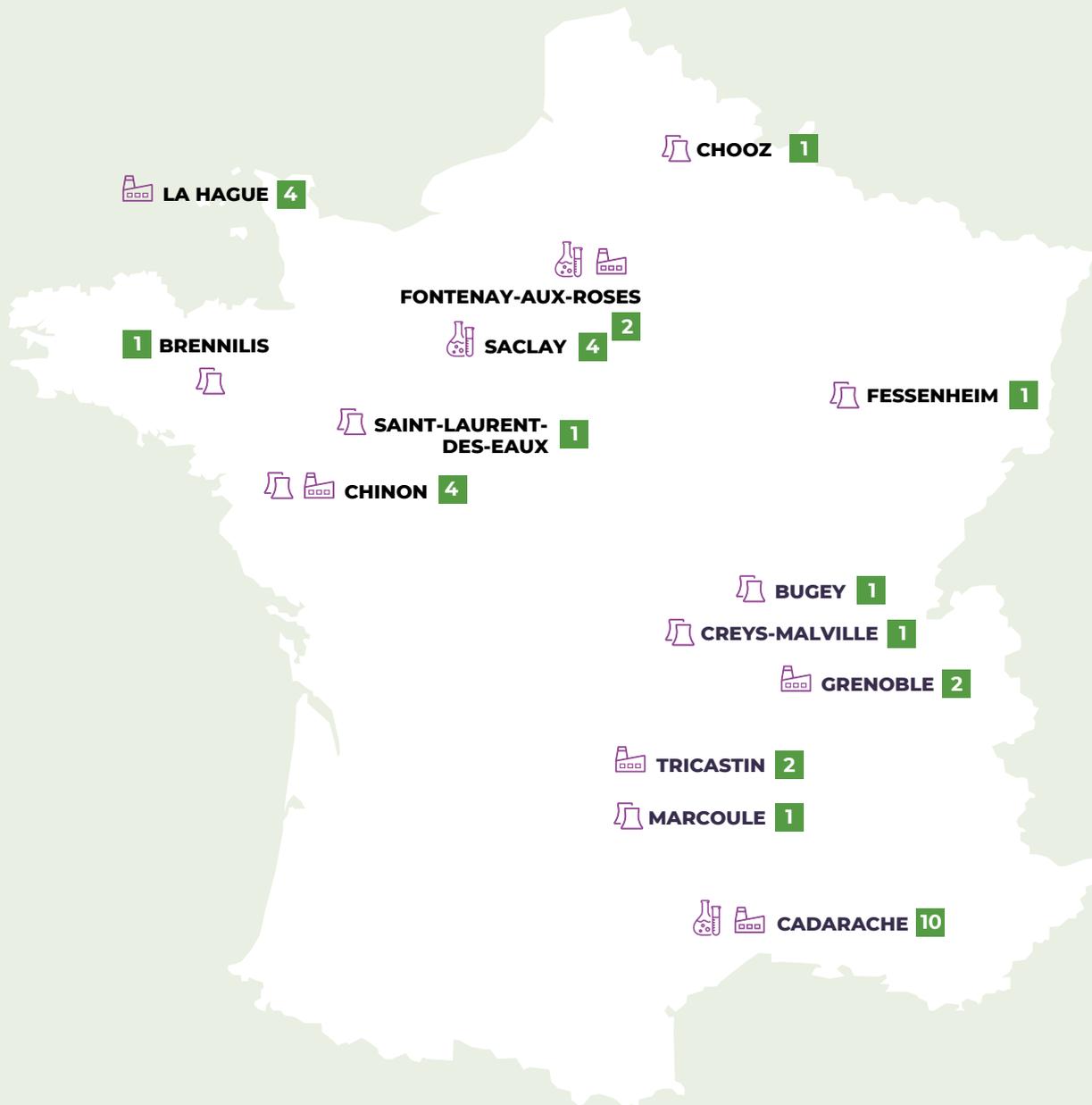
Les réacteurs de recherche bénéficient d'un REX significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France ([Siloé](#), [Siloette](#), [Mélusine](#), [Harmonie](#), Triton<sup>(3)</sup>, le réacteur universitaire de Strasbourg – [RUS](#), Ulysse) et à l'international. Leur démantèlement se fait habituellement sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années, mais la multiplicité d'installations à démanteler simultanément peut conduire à envisager des durées de démantèlement significativement plus longues pour certains réacteurs du CEA. Après l'assainissement des zones activées ou contaminées, conduisant à l'évacuation de l'ensemble des déchets radioactifs vers des filières adaptées, la majorité de ces réacteurs ont été démolis avec envoi des déchets en filière conventionnelle.

## 2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »

Deux installations de l'amont du « cycle du combustible » sont en démantèlement. Elles sont situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse (usine Georges Besse I – [INB 93](#)), l'autre dans la conversion de l'uranium (usine ex-Comurhex – [INB 105](#)).

3. Triton fut l'un des premiers réacteurs de recherche très compacts et très souples, de type piscine, dénommés « MTR » (Material Test Reactor). Triton (6,5 MWth) fut implanté en 1959 à Fontenay-aux-Roses.

# 35 INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DÉFINITIVEMENT ARRÊTÉES OU EN COURS DE DÉMANTÈLEMENT AU 31 DÉCEMBRE 2022



## LÉGENDE



Réacteur



Usine



Laboratoire et réacteur de recherche

## BRENNILIS

RÉACTEUR EDF

- INB 162 • EL4-D  
 ● Mise en service: 1967  
 ● En démantèlement

## BUGEY

RÉACTEUR EDF

- INB 45 • Bugey 1  
 ● Mise en service: 1972  
 ● En démantèlement

## CADARACHE

RÉACTEURS DE RECHERCHE CEA

- INB 25 • Rapsodie  
 ● Mise en service: 1967  
 ● Arrêt définitif

- INB 39 • Masurca  
 ● Mise en service: 1966  
 ● Arrêt définitif

- INB 42 • Éole  
 ● Mise en service: 1965  
 ● Arrêt définitif

- INB 92 • Phébus  
 ● Mise en service: 1978  
 ● Arrêt définitif

- INB 95 • Minerve  
 ● Mise en service: 1977  
 ● Arrêt définitif

### FABRICATION, TRANSFORMATION OU ENTREPOSAGE DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

- INB 32 • Atelier de technologie du plutonium – ATPu  
 ● Mise en service: 1962  
 ● En démantèlement

- INB 52 • Atelier d'uranium enrichi – ATUe  
 ● Mise en service: 1963  
 ● En démantèlement

- INB 37-B • Station de traitement des effluents – STE  
 ● Mise en service: 2015<sup>(\*)</sup>  
 ● Arrêt définitif

- INB 53 • Magasin central des matières fissiles – MCMF  
 ● Mise en service: 1966  
 ● Arrêt définitif

- INB 54 • Laboratoire de purification chimique – LPC  
 ● Mise en service: 1966  
 ● En démantèlement

## CHINON

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES CEA

- INB 94 • Atelier des matériaux irradiés – AMI  
 ● Mise en service: 1964  
 ● En démantèlement

RÉACTEURS

- INB 133 – INB 153 – INB 161 • Chinon A1D – A2D – A3D  
 ● Mise en service: 1963 – 1965 – 1966  
 ● A1D et A2D: arrêt définitif  
 ● A3D: en démantèlement

## CHOOZ

RÉACTEUR EDF

- INB 163 • Chooz A  
 ● Mise en service: 1967  
 ● En démantèlement

## CREYS-MALVILLE

RÉACTEUR EDF

- INB 91 • Superphénix  
 ● Mise en service: 1985  
 ● En démantèlement

## FESSENHEIM

RÉACTEURS EDF

- INB 75 • Fessenheim 1 – 2  
 ● Mise en service: 1977  
 ● Arrêt définitif

## FONTENAY-AUX-ROSES

INSTALLATION DE RECHERCHE CEA

- INB 165 • Procédé  
 ● Mise en service: 2006<sup>(\*\*)</sup>  
 ● En démantèlement

INSTALLATION DE TRAITEMENT D'EFFLUENTS ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS

- INB 166 • Support  
 ● Mise en service: 2006<sup>(\*\*)</sup>  
 ● En démantèlement

## GRENOBLE

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES CEA

- INB 36 • Station de traitement des effluents et déchets solides – STED  
 ● Mise en service: 1964  
 ● En démantèlement

- INB 79 • Unité d'entreposage de déchets de haute activité  
 ● Mise en service: 1972  
 ● En démantèlement

## LA HAGUE

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES Orano Recyclage

- INB 33 • Usine de traitement des combustibles irradiés – UP2-400  
 ● Mise en service: 1964  
 ● En démantèlement

- INB 38 • Station de traitement des effluents et déchets solides – STE  
 ● Mise en service: 1964  
 ● En démantèlement

- INB 47 • Atelier ELAN IIB  
 ● Mise en service: 1970  
 ● En démantèlement

- INB 80 • Atelier haute activité oxyde – HAO  
 ● Mise en service: 1974  
 ● En démantèlement

## MARCOULE

RÉACTEUR CEA

- INB 71 • Phénix  
 ● Mise en service: 1973  
 ● En démantèlement

## SACLAY

RÉACTEURS DE RECHERCHE CEA

- INB 40 • Osiris-Isis  
 ● Mise en service: 1966  
 ● Arrêt définitif

- INB 101 • Orphée  
 ● Mise en service: 1980  
 ● Arrêt définitif

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

- INB 49 • Laboratoire de haute activité – LHA  
 ● Mise en service: 1954  
 ● En démantèlement

- INB 72 • Zone de gestion de déchets solides radioactifs – ZGDS  
 ● Mise en service: 1971  
 ● Arrêt définitif

## SAINT-LAURENT-DES-EAUX

RÉACTEURS EDF

- INB 46 • Saint-Laurent A1 – A2  
 ● Mise en service: 1969 et 1971  
 ● En démantèlement

## TRICASTIN

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES Orano Chimie Enrichissement

- INB 105 • Usine Comurhex de préparation d'hexafluorure d'uranium  
 ● Mise en service: 1978  
 ● En démantèlement

- INB 93 • Usine Georges Besse de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion  
 ● Mise en service: 1979  
 ● En démantèlement

\* Cette date résulte de la séparation de l'INB 37 (mise en service en 1964) en deux INB: 37-A et 37-B.

\*\* Cette date résulte de la réunion des anciennes INB mises en service en 1966 et 1968.

01  
02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10  
11  
12  
13  
14  
AN

## OBSERVATOIRE DES PROJETS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS

Compte tenu du grand nombre de leurs installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement, le CEA, Orano et EDF doivent mener, en parallèle, différents projets de reprise et de conditionnement des déchets (RCD) et de démantèlement.

Certains de ces projets présentent, du fait d'un inventaire radiologique important ou de leur caractère inédit, des difficultés particulières. En effet, leur avancement nécessite parfois de concevoir des procédés spécifiques, qui reposent sur des technologies qui ne sont pas encore éprouvées, ou la mise en place de filières de gestion de déchets radioactifs pour lesquels il n'existe pas encore de solution de stockage.

Un effort spécifique d'identification de jalons à court et à moyen termes participe de la bonne conduite de ces projets.

L'importance de ces projets, et les difficultés particulières qu'ils peuvent présenter, a conduit le CEA et Orano à prioriser ceux qui présentent les enjeux les plus importants, dans une stratégie validée par l'ASN, et à définir les premières étapes nécessaires à leur avancement, sous le contrôle de l'ASN, même lorsque leur terme est très éloigné dans le temps.

Le tableau ci-après vise à présenter de manière synthétique, pour les principaux projets de démantèlement et de RCD, les prochaines échéances associées et les difficultés rencontrées dans leur mise en œuvre.

### CEA Cadarache

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 22	<b>Démantèlement</b> de l'installation Pégase	Sûreté de la piscine d'entreposage vis-à-vis d'un aléa sismique  Limitation de la dépendance de Cascad en matière de servitudes d'utilité publique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reprise et conditionnement des combustibles araldités de l'installation Pégase (démarrage prévu en 2025).</li> <li>Découplage des installations Pégase et Cascad (envisagé de 2030 à 2035).</li> </ul>	2065	L'ASN a autorisé en 2022 le procédé « désentreposage des combustibles araldités de Pégase » (DECAP) permettant le reconditionnement des étuis de combustibles araldités pour leur entreposage dans l'installation Cascad.  Les travaux de découplage sont prévus en 2030.
INB 37B	<b>Reprise et conditionnement</b> de l'ensemble des résidus présents dans les cuves de l'installation	Sûreté des fosses contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique et d'un incendie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction d'un nouveau bâtiment et mise en service d'un procédé de reprise entièrement automatisé nécessitant d'importantes opérations préalables.</li> <li>Définition du procédé de conditionnement définitif.</li> </ul>	À définir	La mise en service de l'atelier de traitement des résidus, permettant la reprise des résidus présents dans le fond des cuves de l'installation, est prévue en 2052.  Le dossier de démantèlement de l'installation est en cours d'instruction; celui-ci présente des objectifs de délai très éloignés, au-delà de 2100, pour la fin du démantèlement; ceux-ci seront examinés avec une vigilance particulière.

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## CEA Cadarache

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 54	<b>Démantèlement de l'installation cryotraitement</b> en vue de l'assainissement final des structures et des sols	Sûreté des opérations vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives	<ul style="list-style-type: none"> <li>Démantèlement des caissons précédés du cryotraitement.</li> <li>Caractérisations des terres situées sous l'installation.</li> </ul>	06/03/2024	<p>Cette opération prioritaire dans la stratégie « DEM/déchets » du CEA a débuté en 2021.</p> <p>Une demande de modification du décret de démantèlement est attendue au 1<sup>er</sup> semestre 2023.</p>
INB 56	<b>Reprise et conditionnement des déchets</b> entreposés dans des tranchées	Risque d'inondation par remontée de nappes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des filières de conditionnement pour certains déchets particuliers.</li> <li>Concevoir des moyens de reprise automatisés.</li> </ul>	À définir	Le scénario de reprise des déchets présents dans les tranchées devra être transmis à l'ASN à la fin de l'année 2023.
	<b>Reprise et conditionnement de l'ensemble des déchets en vrac</b> moyennement irradiants présents dans des fosses anciennes (projet « vrac MI »)	Sûreté des fosses contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction de nouveaux bâtiments et mise en service de procédés de reprise entièrement automatisés nécessitant d'importantes opérations préalables.</li> </ul>	À définir	L'instruction par l'ASN du dossier de démantèlement est en cours.
	<b>Reprise et conditionnement de l'ensemble des déchets</b> présents sous les hangars (projet « ATC »)	Sûreté des hangars contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définition des procédés de conditionnement définitif.</li> </ul>	À définir	Le niveau de maturité du projet « vrac MI » est celui d'un avant-projet détaillé. Le niveau de maturité du projet « ATC » est celui d'un avant-projet sommaire.

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## CEA Fontenay-aux-Roses

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 165	<b>Conditionnement des déchets</b> MA-VL en fûts PETRUS et caractérisation des déchets issus du démantèlement de l'ensemble PETRUS	Accès aux terres contaminées sous l'ensemble PETRUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction de la nouvelle enceinte de transfert et de conditionnement des déchets (ETCB).</li> <li>Réalisation d'aménagements pour prendre en charge et évacuer les fûts de déchets issus du démantèlement des équipements du bâtiment 18 (EDB).</li> </ul>	01/07/2017	<p>L'ASN instruit actuellement une demande de modification des décrets autorisant le démantèlement des INB 165 et 166, dont certaines échéances sont déjà dépassées.</p> <p>Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, notamment la connaissance de l'état initial des cellules blindées contenant des déchets anciens, l'échéance de fin de reprise sera probablement reportée de plusieurs décennies.</p>
INB 166	<b>Reprise des déchets</b> entreposés dans les puits du bâtiment 58 de l'INB 166	Reprise des déchets pour permettre le démantèlement des installations situées dans une zone fortement urbanisée	Construction du nouvel équipement de mesure et de conditionnement (EMC).	01/07/2018	

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## CEA Marcoule

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 71	<b>Traitement du sodium</b>	Risque incendie, pyrophoricité, explosion	· Mise en service de l'installation de traitement du sodium Noah.	2037	Le traitement du sodium est un préalable au démantèlement de l'installation et permettra de diminuer significativement les risques présentés par celle-ci.
			· Évacuation du combustible.	2025	La fin de l'évacuation du combustible sera reportée de quelques années.

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## CEA Saclay

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 35	<b>Vidange des cuves MA3 à MA8</b> du local 98	Sûreté des opérations vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives	Investigations sur l'état physique des cuves et de leur rétention, prévue pour fin 2026.	À définir	Les investigations doivent également permettre la caractérisation des effluents contenus dans les cuves; le processus de conditionnement devra quant à lui être fiabilisé. L'ensemble de ces opérations seront encadrées par une prescription de l'ASN.
	<b>Assainissement</b> de la fosse 99		Vidange des fonds de cuves présentes dans la fosse.		L'ASN instruit actuellement une demande d'autorisation concernant la vidange de la cuve 40/4, jugée prioritaire.
	<b>Traitement des boues</b> des cuves MA501 à MA507		Caractérisation des effluents et stratégie d'assainissement à consolider.		L'ASN considère la cuve MA507 comme prioritaire.
INB 72	<b>Reprise et conditionnement de fûts</b> contenant un mélange de déchets et de morceaux de combustibles (projet « Évacuation des poubelles de combustibles » – EPOC)	Sûreté des entreposages vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique	· Construction des équipements de reprise.	2029	Les études de dimensionnement du procédé sont achevées, la prochaine étape est la construction des équipements. La mise en service était initialement prévue en 2023. Cette échéance a été reportée en 2029 en raison de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles.
			· Adaptation des équipements de reprise quel que soit l'état envisagé des déchets.		
	· Mise en service des procédés EPOC.				
	<b>Reprise et conditionnement</b> de l'ensemble des déchets solides, des combustibles, des combustibles irradiés et des sources radioactives		Désentreposage et vidange de la piscine.	31/12/2024	Les opérations d'évacuation sont en cours. Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, les échéances initiales ont été reportées de plusieurs années.
	Zone des 40 puits – Désentreposage des déchets irradiants.	31/12/2030			
	Désentreposage des massifs 108 et 116.	Achévé en 2022			
	Désentreposage des sources du bâtiment 116.	31/12/2025			

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## EDF

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB Chinon A2	<b>Démantèlement du caisson du réacteur</b>	Projet « pilote » pour le démantèlement des autres réacteurs UNGG	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ouverture du caisson et mise en place de la plateforme de démantèlement.</li> <li>Démantèlement de l'empilement graphite.</li> </ul>	À définir	<p>L'évacuation du combustible de l'installation a permis d'en diminuer significativement les risques. L'installation a en outre été déjà partiellement démantelée.</p> <p>L'ASN se positionnera sur les délais présentés par EDF pour le démantèlement de ses réacteurs UNGG dans le cadre de l'instruction des dossiers de démantèlement remis fin 2022.</p>
	<b>Reprise et conditionnement des chemises de graphite</b>	Construction d'un nouvel entreposage répondant aux normes de sûreté actuelles	Construction du nouveau bâtiment d'entreposage et des équipements de reprise et de conditionnement.		À définir

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

## Orano La Hague

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE (*)	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 33	<b>Démantèlement de l'atelier « Haute activité dissolution extraction » (HADE)</b>		Mise en service actif du bâtiment dénommé « déchets de fines granulométrie » (DFG) pour la reprise des déchets du dégainage, envisagée en 2028.	31/12/2046	La priorité du démantèlement de cette installation, dont la fin est prévue en 2046 au titre de son décret de démantèlement, est donnée à la reprise au plus vite des déchets historiques, qui présentent un enjeu prépondérant pour la sûreté compte tenu de l'inventaire radiologique élevé et des fragilités de leurs conditions actuelles d'entreposage.
	<b>Démantèlement de l'atelier « Haute activité produit de fission » (HAPF)</b>	Sûreté à court terme vis-à-vis du séisme	Opérations de rinçage et de traitement d'effluents des cuves des solvants de l'atelier HAPF, dont la fin est envisagée en 2031, mais pourrait être décalée jusque vers 2035 en cas de difficulté technique.		
	<b>Démantèlement de l'atelier « Moyenne activité plutonium » (MAPu)</b>	Sûreté à court terme vis-à-vis du séisme des ateliers environnants	Déconstruction des étages supérieurs pour limiter les risques d'agression vis-à-vis des ateliers en fonctionnement, envisagée avant fin 2028.		

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

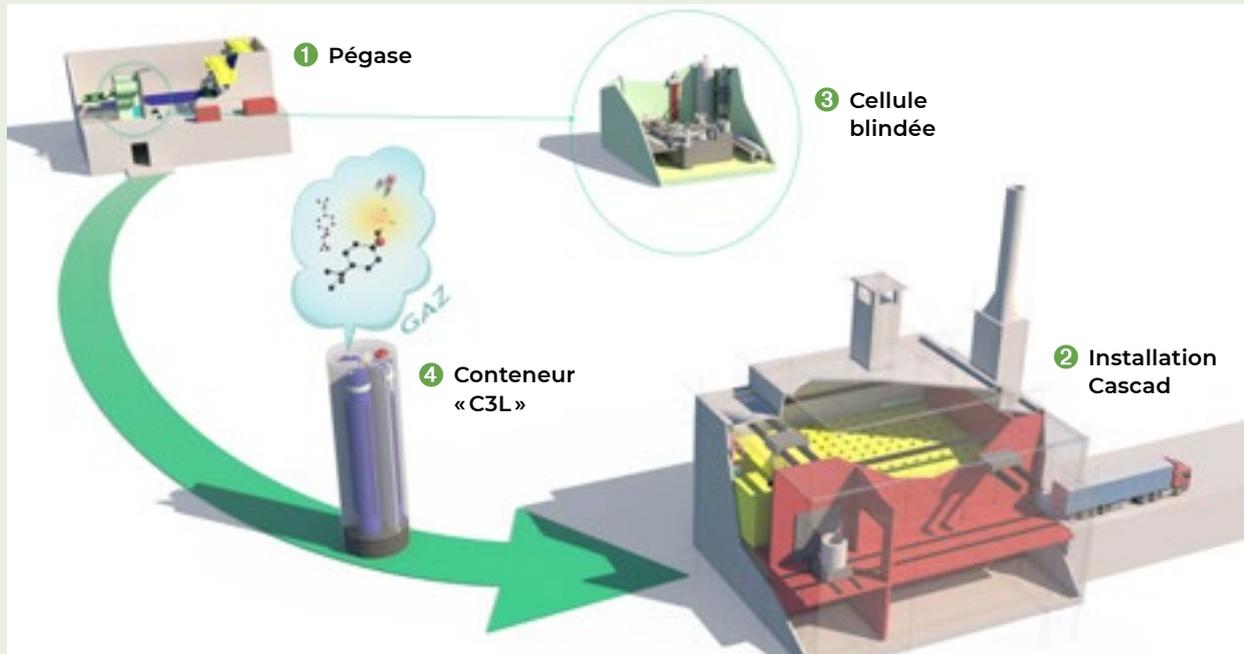
## Orano La Hague

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	ÉCHÉANCE <sup>(*)</sup>	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 38	<b>Reprise et conditionnement des déchets</b> du silo 130	<p>Sûreté à court terme du silo vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique</p> <p>Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation Cigéo de stockage en couche géologique profonde</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fin de reprise des déchets solides UNGG (déchets de moyenne activité à vie longue – MA-VL).</li> <li>Fin de reprise des effluents actifs et boues.</li> <li>Fin de conditionnement des déchets MA-VL.</li> </ul>	31/12/2025	<p>La reprise a débuté en février 2020, mais des dysfonctionnements techniques nécessitent des aménagements techniques en vue d'un passage à une cadence industrielle.</p> <p>Le scénario de reprise des boues et effluents est déterminé. Les études se poursuivent pour permettre la reprise des effluents avec la reprise des déchets solides UNGG MA-VL.</p> <p>Les échéances de fin de reprise sont donc reportées de quelques années.</p> <p>Le conditionnement en colis définitif répondant aux critères d'acceptation dans une installation de stockage en couche géologique profonde est reporté de plusieurs dizaines d'années<sup>(**)</sup>.</p>
	<b>Reprise et conditionnement des boues</b> entreposées dans des silos de la Station de traitement des effluents n°2 – STE2 (projet « Reprise et conditionnement des boues » – RCB)	<p>Sûreté des silos vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définition du scénario de reprise des boues (conditionnement direct ou construction d'un nouvel entreposage).</li> <li>Définition de la matrice d'enrobage des boues, développement puis mise en service du procédé de traitement des boues.</li> <li>Définition du procédé de conditionnement définitif.</li> </ul>	31/12/2030	<p>La nouvelle stratégie de reprise et de gestion des boues a été révisée en 2022. Un dossier est attendu de la part d'Orano pour présenter les options envisagées pour améliorer la robustesse des conditions d'entreposage des boues.</p> <p>L'échéance de début et de fin de reprise sont donc reportées significativement.</p> <p>Le conditionnement en colis définitif acceptable dans une installation de stockage en couche géologique profonde sera reporté de plusieurs dizaines d'années<sup>(**)</sup>.</p>
INB 80	<b>Reprise et conditionnement des déchets</b> du silo « Haute activité oxyde » (HAO) et des piscines du Stockage organisé des coques (SOC)	<p>Sûreté du silo vis-à-vis du confinement, de l'aléa sismique ou de la tenue à une chute d'avion</p> <p>Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation Cigéo en couche géologique profonde</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en service de la cellule de reprise des déchets solides MA-VL et des effluents actifs.</li> <li>Fin du conditionnement des déchets.</li> </ul>	31/12/2022	<p>Compte tenu de difficultés liées à l'exploitation et à la maintenance du procédé envisagée, le scénario de reprise a été actualisé en 2021. L'ASN instruit les demandes d'autorisation de mise en service actif des équipements. Les premiers essais sont prévus dans les prochaines années. L'échéance de début de reprise est désormais reportée à 2027. L'échéance de fin du conditionnement est reportée significativement.</p>
	<b>Déconstruction partielle du bâtiment filtration</b> en fin de démantèlement	<p>Réduction des interactions avec les piscines de l'atelier de déchargement et d'entreposage des éléments combustibles usés (NPH), en cas de séisme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assainissement des « cellules 900 ».</li> <li>Déconstruction des étages supérieurs.</li> </ul>	À définir	<p>La fin de déconstruction du bâtiment filtration est envisagée entre 2031 et 2036, et l'assainissement des « cellules 900 » autour de 2050 ; ces échéances doivent toutefois encore faire l'objet de dossiers complémentaires attendus dans les prochaines années.</p>

\* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

\*\* Compte tenu de la complexité des opérations, une modification de l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement sera nécessaire.

**PROJET « DECAP »**



L'ASN a autorisé, par [décision du 18 août 2022](#), la mise en œuvre du procédé « DECAP » (Désentreposage des combustibles araldités de Pégase) au sein de l'INB 22, dénommée « Pégase » du CEA.

Les « étuis araldités » sont des conteneurs métalliques étanches dans lesquels sont placés des assemblages de combustible usé, enrobés dans une résine durcissable permettant de les figer. Cette résine peut réagir avec la matière nucléaire par phénomène de radiolyse, créant des gaz susceptibles de provoquer à terme la déformation des étuis.

Le procédé DECAP, en cours de mise en place dans l'installation Pégase ①, consistera à reconditionner dans une cellule blindée ③ l'ensemble des étuis araldités entreposés dans la piscine de cette installation, puis à les évacuer et à les entreposer dans l'installation Cascad ②.

Pour ce faire, plusieurs opérations seront réalisées :

- poinçonnage de la paroi de l'étui externe pour évacuer les gaz éventuellement accumulés,
- découpe de l'étui externe,
- extraction de l'étui interne,
- poinçonnage de la paroi de l'étui interne pour évacuer les gaz éventuellement accumulés,
- transfert de l'étui interne dans un conteneur dénommé « C3L » ④. Le conteneur « C3L », similaire à ceux utilisés sur l'[installation Cascad](#), permet, par l'intermédiaire d'un dispositif, de surveiller l'accumulation éventuelle de gaz.

Il est à noter que l'ASN a prescrit, à la suite du dernier réexamen périodique de l'installation Pégase, le début des opérations de reconditionnement, au plus tard fin 2024. Le procédé DECAP permettra de répondre à cette prescription. Dans ce contexte, le CEA se fixe comme objectif de finaliser le reconditionnement des étuis de la piscine de Pégase d'ici la fin de l'année 2030.

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside dans la présence de contaminations radioactives liées à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particules « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de [contamination interne](#).

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et en particulier des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. De plus, les procédés industriels mis en œuvre à l'époque impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (par exemple le trifluorure de chlore ou l'acide fluorhydrique, ainsi que l'uranium lui-même) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations et peut nécessiter la mise en place de moyens dédiés (ventilation, sas de confinement, masques de protection des voies respiratoires, etc.).

**2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »**

Les installations civiles de l'aval du « cycle du combustible » sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano, sont situées sur le site de [La Hague](#).

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée [UP2-400](#), pour « unité de production 2-400 tonnes », a été définitivement arrêtée le 1<sup>er</sup> janvier 2004 avec ses ateliers support : la Station de traitement des effluents [STE2](#) et l'atelier de traitement des combustibles usés [AT1](#) (INB 38), l'atelier de fabrication de sources radioactives [ELAN IIB](#) (INB 47) et l'atelier « haute activité oxyde » ([HAO](#)), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » (INB 80). Certaines de ces installations ont connu des accidents qui ont conduit à

une contamination des locaux et de leur environnement proche, comme l'incendie du silo 130 appartenant à l'INB 38 en 1981.

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement [UP2-800](#) et [UP3-A](#), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (RCD).

Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens (silo 115 et 130 dans l'[INB 38](#), silo HAO dans l'[INB 80](#)). Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement complet de ces ateliers, alors que le démantèlement des parties de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

## 2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

Un bon nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'était pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées.

Les anciennes installations d'entreposage n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation de leurs déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemples, on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux ([INB 74](#)), les fosses, tranchées et hangars de l'[INB 56](#), les puits de l'[INB 72](#) et de l'[INB 166](#). La reprise des déchets y est complexe et s'étendra sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être ensuite conditionnés et réentreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction.

Les stations de traitement des effluents ont quant à elles été arrêtées du fait de leur vieillissement ou de l'arrêt du fonctionnement des installations productrices des effluents destinés à ces stations. À titre d'exemples, on peut citer l'INB 37-B de Cadarache et la station STE2 de l'usine de La Hague ([INB 38](#)). Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

Le démantèlement de ces installations support soulève de nombreuses problématiques. D'une part, la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler (prise en compte de la corrosion de fûts de déchets ou de la pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation, par exemple) nécessite une caractérisation préalable des déchets anciens entreposés et des boues ou dépôts présents dans certaines cuves. D'autre part, tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces installations, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénierie complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle, etc.). En effet, ces déchets sont très irradiants et hétérogènes, étant composés d'éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de préhension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement des installations est aussi un défi.

## 3. Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

### 3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le [régime des INB](#) s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN met en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation.

Les enjeux associés aux installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets importants hors du site diminuent avec l'avancement des opérations de démantèlement, car la quantité de substances radioactives décroît. Aussi, les exigences liées à la maîtrise des risques et des impacts sont proportionnées aux enjeux portés par ces installations. L'ASN considère ainsi qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement significatifs sur une installation en démantèlement, à condition que les opérations de démantèlement conduisent, dans des délais courts, à la réduction des sources de danger.

### 3.2 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen nécessite la mise en œuvre d'une méthode d'instruction adaptée. Certaines installations en démantèlement méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; elles peuvent faire l'objet d'un examen par le [GPDEM](#). D'autres installations, présentant moins d'enjeux, font seulement l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

En 2022, l'ASN a instruit les rapports de réexamen de 17 installations à l'arrêt définitif. Des inspections sur le thème du réexamen périodique ont eu lieu en 2022 dans quatre installations en démantèlement. Ces inspections permettent de contrôler les moyens mis en œuvre par l'exploitant pour mener son réexamen ainsi que le suivi du plan d'action résultant de ses conclusions. Elles ont fait l'objet de différentes demandes d'actions correctives et de compléments.

En 2022, l'ASN a rendu publiques ses conclusions concernant le réexamen de la zone de gestion des déchets solides radioactifs (ZGDS - INB 72) et de Chooz A (INB 163).

### 3.3 Le financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au point 1.4.

L'ASN a instruit en 2022 les rapports triennaux remis par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2021. Elle a publié l'[avis n° CODEP-CLG-2022-061286 du 14 décembre 2022](#) et transmis ses observations au ministère chargé de l'énergie. Les prochains rapports triennaux seront remis en 2025.

De manière générale, l'ASN relève que le périmètre d'évaluation des charges pris en compte dans la majorité de ces rapports doit être complété car il ne prend pas en compte certaines opérations susceptibles de présenter de forts enjeux financiers, notamment les opérations préparatoires au démantèlement.

## 4. L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une perte de la connaissance des installations, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, le bon avancement des opérations de démantèlement est un enjeu majeur pour la sûreté de ces installations. Or, l'ASN a constaté que la plupart de ces opérations prenaient des retards importants. L'ASN demande donc régulièrement au CEA, à EDF et à Orano de présenter leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision globale des projets de démantèlement et des filières de gestion nécessaires à l'évacuation des déchets radioactifs produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de contrôler que les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu, même si certains projets connaissent des retards significatifs.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence des actions envisagées avec le cadre réglementaire et les orientations du [PNGMDR](#). L'évaluation des stratégies de gestion des déchets radioactifs est présentée au chapitre 14.

### 4.1 L'évaluation de la stratégie d'EDF

Le premier dossier relatif à la stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF (Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, EL4-D, Chooz A et Superphénix) a été transmis en 2001 à la demande de l'ASN. Le démantèlement immédiat avait été retenu comme stratégie de référence. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin d'ajuster le calendrier de démantèlement ou encore d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc de réacteurs en fonctionnement.

Pour les six réacteurs de première génération de type UNGG (Chinon A1, A2 et A3, Saint-Laurent A1 et A2, et Bugey 1), EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie remettant en cause la principale technique retenue (démantèlement « sous eau ») pour réaliser le démantèlement de ces réacteurs et le cadencement des démantèlements, conduisant ainsi à retarder le démantèlement de l'ensemble des réacteurs UNGG de plusieurs décennies. L'ASN se prononcera sur les délais de démantèlement présentés par EDF dans les dossiers de démantèlement qui ont été remis fin 2022, qui pourront également être revus s'il apparaît dans les décennies à venir que

De plus, l'ASN estime que les états initiaux des sites au début de leur démantèlement doivent être décrits plus précisément, en tenant compte des éventuelles pollutions présentes dans les sols et dans les structures, et en évaluant les coûts d'assainissement associés. En effet, les hypothèses relatives à l'état initial des sites ne sont globalement pas assez robustes, alors qu'il est fondamental d'avoir une bonne connaissance de l'état des sites afin de pouvoir évaluer, de manière prudente, les charges de démantèlement.

Enfin, l'ASN souligne que les hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts complets doivent être réévaluées, afin d'être raisonnablement prudentes pour ce qui concerne la planification des projets et des programmes de démantèlement, en tenant compte des risques liés à l'indisponibilité des installations d'entreposage, de traitement et de stockage.

des optimisations de ce scénario sont possibles compte tenu du REX acquis. Cette stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG est encadrée par deux [décisions n° 2020-DC-0686 et n° CODEP-CLG-2020-021253 du 3 mars 2020 de l'ASN](#).

Ces décisions fixent les prochaines étapes nécessaires au changement de stratégie de démantèlement, notamment la définition d'une stratégie robuste de gestion des déchets de graphite, les opérations de démantèlement à poursuivre au cours des prochaines années et les informations à transmettre à l'ASN pour contrôler la mise en œuvre effective de la stratégie. En 2022, EDF a également mis en service son démonstrateur industriel graphite, situé à Chinon.

L'ASN considère qu'il est pertinent qu'EDF développe un démonstrateur industriel avant le démantèlement des caissons des réacteurs, mais qu'il convient néanmoins que le démantèlement des différents réacteurs soit engagé dans des délais raisonnables au regard de l'obligation de démantèlement dans des délais aussi courts que possible.

Concernant les autres installations d'EDF arrêtées (notamment Chooz A, l'AMI Chinon, EL4-D, Superphénix), leurs démantèlements sont en cours et se déroulent globalement conformément à l'objectif d'un délai aussi court que possible.

### 4.2 L'évaluation de la stratégie d'Orano

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener plusieurs projets de démantèlement de grande envergure sur des échelles de temps variables (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte, etc.). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations antérieures d'exploitation ainsi que les opérations actuelles de démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de RCD. Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations de RCD conditionne la progression du démantèlement de l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles.

## BILAN DE LA DÉMARCHÉ EXPLORATOIRE DU CONTRÔLE DE PROJETS COMPLEXES CONDUITE AVEC LE CEA EN 2021 ET 2022

En 2021 et 2022, le CEA s'est engagé, de manière volontaire, dans la mise en œuvre d'une démarche exploratoire du contrôle des projets complexes par l'ASN. Cette démarche a pour but de développer un contrôle efficace de la maîtrise des projets complexes par les exploitants nucléaires, dont le bon déroulement et le respect des délais conditionnent des enjeux pour la sûreté nucléaire.

L'ASN a effectué une inspection de revue, du 4 au 8 juillet 2022, du projet de démantèlement de l'INB 37-B<sup>(4)</sup>. Cette inspection a été réalisée avec l'appui de la DGEC compétente pour le contrôle des enjeux financiers associés à la maîtrise de ce projet complexe, de l'Institut de radioprotection et de sûreté

nucléaire et d'un cabinet de conseil disposant d'une expertise en gestion de projets complexes.

À l'issue de cette inspection, il apparaît que le CEA dispose d'atouts pour réussir ce démantèlement, principalement l'engagement et les compétences du personnel, des choix techniques pertinents pour le scénario de démantèlement et des initiatives des services centraux pour améliorer certaines pratiques de gestion de projet. Les inspecteurs identifient cinq axes d'amélioration portant sur :

- la mise en cohérence de la référence de base du projet<sup>(\*)</sup>,
- la discipline de contrôle de projet,
- l'amélioration de la maturité du projet,

- la gestion des contrats,
- le management de la sûreté.

*\* L'INB n°37-B est l'ancienne Station de traitement des effluents liquides (STEL) radioactifs du centre de Cadarache, qui a fonctionné de 1965 à 2013.*

*\*\* La référence de base est la réunion du planning de référence, du budget de référence et du scénario technique de référence. Elle constitue la référence intégrée à partir de laquelle la progression du projet est mesurée, ce qui permet de détecter et d'analyser précocement les écarts associés en matière de délai, de coûts ou de modifications techniques et par voie de conséquence d'anticiper les mesures correctives à prendre afin de conserver la maîtrise du projet. Ce travail est l'objet de la discipline contrôle de projet.*

Les projets de RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante, du fait des interactions avec les usines en fonctionnement sur le site. À la suite de difficultés constatées lors des instructions de dossiers relatifs aux opérations de RCD et de démantèlement du site d'Orano La Hague et des retards dans la réalisation des opérations par rapport aux échéances prescrites, l'ASN et Orano ont convenu de mettre en place un suivi régulier afin d'anticiper et traiter d'éventuelles situations de blocage et d'identifier les actions à mettre en place de façon pragmatique pour réaliser les opérations de RCD et de démantèlement dans les meilleurs délais.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Dans sa [lettre de position du 14 février 2022](#), l'ASN a souligné les progrès faits par l'exploitant dans l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat, le suivi de la gouvernance des projets complexes, l'avancement des opérations de plusieurs installations du Tricastin, ainsi que la définition de procédés de conditionnement définitif des déchets pour le site de La Hague. Toutefois, l'ASN considère qu'Orano devrait prioriser la mise en œuvre de sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets en fonction des risques, et notamment mieux maîtriser sa stratégie de RCD afin de réduire « l'inventaire radiologique dispersable »<sup>(4)</sup> au plus tôt. En outre, l'ASN estime qu'Orano devrait améliorer sa connaissance de l'état actuel des installations en vue de leur assainissement futur, et progresser dans le pilotage des projets complexes.

### 4.3 L'évaluation de la stratégie du CEA

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires concernées, le CEA vise, en priorité, à réduire « l'inventaire dispersable » actuellement très important dans certaines installations, en particulier dans certaines installations individuelles de l'INBS de Marcoule, ainsi que dans les INB 56 et 72.

Dans leur [lettre de position du 27 mai 2019](#), l'ASN et l'ASND ont considéré qu'il était acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État et du nombre important d'installations en démantèlement pour lesquelles des capacités de reprise de déchets anciens ainsi que d'entreposage devront être construites, que le CEA prévoit un échelonnement des opérations de démantèlement et que la priorité soit accordée aux installations aux plus forts enjeux de sûreté. Les autorités ont depuis constaté des évolutions dans les calendriers de RCD présentés par le CEA, en particulier des reports d'échéance concernant la gestion des déchets, y compris pour des opérations considérées comme prioritaires. L'ASN, l'ASND et le CEA ont convenu de la mise en place d'un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

Concernant les installations classées comme étant de priorité moindre, l'ASN et l'ASND ont également constaté des reports importants de certaines échéances de démantèlement annoncées par l'exploitant depuis 2016. Les autorités se prononceront à propos des justifications apportées par le CEA sur ces reports lors de la réception des dossiers de démantèlement des installations.

4. Partie de l'inventaire des radionucléides d'une installation nucléaire qui regroupe les radionucléides susceptibles d'être dispersés dans l'installation lors d'un incident ou d'un accident, voire, pour une fraction d'entre eux, d'être rejetés dans l'environnement.

## Annexe

### INB ● Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2022

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Néréide (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977: retiré de la liste des INB	Démonté à Fontenay-aux-Roses et remonté à Cadarache
EL2 (Saclay)	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 (Saclay)	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Ulysse (Saclay)	(ex-INB 18)	Réacteur (100 kWth)	1967	2007		Démantelé
Mélusine (Grenoble)	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011: retiré de la liste des INB	Démantelé
Siloé (Grenoble)	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(*)</sup>
Silhouette (Grenoble)	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(*)</sup>
Peggy (Cadarache)	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976: retiré de la liste des INB	Démantelé
César (Cadarache)	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978: retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius (Cadarache)	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine Le Bouchet (Vert-le-Petit)	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine de traitement de minerais (Gueugnon)	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED (Cadarache)	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie (Cadarache)	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009: retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment, servitudes
ALI (Saclay)	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(*)</sup>
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(*)</sup>
Saturne (Saclay)	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(*)</sup>
Attila <sup>(*)</sup> (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
LCPu (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
BAT 19 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984: retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
LCAC (Grenoble)	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997: retiré de la liste des INB	Démantelé
LAMA (Grenoble)	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017: retiré de la liste des INB	Démantelé

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
SICN (Veurey-Voroize)	(ex-INB 65 et 90)	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2019: retiré de la liste des INB	Bâtiments déconstruits, servitudes d'utilité publique
STEDs (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC (Saclay)	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999: retiré de la liste des INB	Démantelé
LURE (Bures-sur-Yvette)	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	de 1956 à 1987	2008	2015: retiré de la liste des INB	Démantelé-SUP <sup>(***)</sup>
IRCA (Cadarache)	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(**)</sup>
FBFC (Pierrelatte)	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(**)</sup>
Magasin d'uranium (Miramas)	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(**)</sup>
SNCS (Osmanville)	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE <sup>(**)</sup>
Rapsodie (Cadarache)	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983	2021: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
ATPu (Cadarache)	32	Usine de fabrication de combustible	1962	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés – UP2-400 (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2022: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	36 et 79	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
STE (Cadarache)	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016		Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement d'effluents	1964	2004	2022: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca (Cadarache)	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018		Préparation au démantèlement
Osiris-Isis (Saclay)	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015		Préparation au démantèlement
Éole (Cadarache)	42	Réacteur (1 kWth)	1965	2017		Préparation au démantèlement
Bugey 1 (Saint-Vulbas)	45	Réacteur (1920 MWth)	1972	1994	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A1 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1 662 MWth)	1969	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A2 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1801 MWth)	1971	1992	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ELAN IIB (La Hague)	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
LHA (Saclay)	49	Laboratoire	1960	1996	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUe (Cadarache)	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2021: décret modifiant le décret de démantèlement de 2006	En cours de démantèlement
MCMF (Cadarache)	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017		Préparation au démantèlement
LPC (Cadarache)	54	Laboratoire	1966	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Phénix (Marcoule)	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ZGDS (Saclay)	72	Transformation de substances radioactives	1971	2022	2022: décret de démantèlement	Préparation au démantèlement
Centrale nucléaire de Fessenheim (Fessenheim)	75	Réacteurs (2 660 MWth chacun)	1977	2020		Préparation au démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix (Creys-Malville)	91	Réacteur (3 000 MWth)	1985	1997	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus (Cadarache)	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017		Préparation au démantèlement
Eurodif (Pierrelatte)	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012	2020: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
AMI (Chinon)	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015	2020: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Minerve (Fontenay-aux-Roses)	95	Réacteur (100 Wth)	1977	2017		Préparation au démantèlement
Orphée (Saclay)	101	Réacteur (14 MWth)	1980	2019		Préparation au démantèlement
Comurhex (Tricastin)	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009	2019: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Chinon A1 D – ex-Chinon A1 (Avoine)	133 (ex-INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982: décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D – ex-Chinon A2 (Avoine)	153 (ex-INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991: décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D – ex-Chinon A3 (Avoine)	161 (ex-INB 7)	Réacteur (1 360 MWth)	1966	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
EL4-D – ex-EL4 (Brennilis)	162 (ex-INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996: décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007: décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel. Préparation au démantèlement complet
Centrale nucléaire des Ardennes – ex-Chooz A (Chooz)	163 (ex-INB 1, 2, 3)	Réacteur (1 040 MWth)	1967	1991	2007: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé (Fontenay-aux-Roses)	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Support (Fontenay-aux-Roses)	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

\* Attila: pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.

\*\* Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'État.

\*\*\* Servitude d'utilité publique.



# Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

<b>1</b>	<b>Les déchets radioactifs</b> .....	p. 364
1.1	<b>La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)</b>	
1.1.1	La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base	
1.1.2	La gestion des déchets du nucléaire de proximité, issus des activités encadrées par le code de la santé publique	
1.1.3	La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle	
1.2	<b>Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs</b>	
1.2.1	Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base	
1.2.2	Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique	
1.2.3	L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs	
1.2.4	Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs	
1.3	<b>La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet</b>	
1.3.1	Les déchets de très faible activité	
1.3.2	Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte	
1.3.3	Les déchets de faible activité à vie longue	
1.3.4	Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue	
<b>2</b>	<b>La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires</b> .....	p. 375
2.1	<b>La nature du contrôle et les actions de l'ASN</b>	
2.1.1	L'approche graduée	
2.1.2	Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs	
2.1.3	Le contrôle du conditionnement des colis	
2.1.4	L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets	
2.1.5	L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants	
2.1.6	L'évaluation des charges financières nucléaires	
2.2	<b>Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs</b>	
2.2.1	Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs	
2.2.2	Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs	
2.3	<b>La stratégie de gestion des déchets du CEA et l'appréciation de l'ASN</b>	
2.4	<b>La stratégie de gestion des déchets d'Orano et l'appréciation de l'ASN</b>	
2.5	<b>La stratégie de gestion des déchets d'EDF et l'appréciation de l'ASN</b>	
<b>3</b>	<b>La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium</b> .....	p. 380
<b>4</b>	<b>La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives</b> .....	p. 381

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de [gestion des déchets radioactifs](#) et de [gestion des sites et sols pollués](#) par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs. Selon le code de l'environnement, les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par l'autorité administrative. Ils proviennent des activités mettant en œuvre des substances radioactives artificielles ou naturelles (installations nucléaires, domaine médical ou de la recherche, sites et sols pollués, etc.).

L'ASN est compétente pour la gestion des sites et sols pollués en lien avec les installations nucléaires de base (INB). Pour les autres situations de pollution radiologique, l'ASN peut émettre, à la demande des autorités compétentes, un avis quant à leurs modalités de gestion. Elle s'assure notamment que les déchets générés par les opérations d'assainissement de ces sites sont orientés vers des filières de gestion adaptées.

Élaboré par le Gouvernement, le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), instauré par la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, constitue un outil de pilotage privilégié pour gérer les matières et les déchets radioactifs de façon durable, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement. En 2021 et 2022, l'ASN a émis des avis dans le cadre de la préparation du 5<sup>e</sup> PNGMDR, qui couvre la période 2022-2026<sup>(1)</sup> et a été publié fin 2022.

Dans le cadre de ses actions de contrôle des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets mises en œuvre par les grands exploitants, l'ASN a formalisé, début 2022, sa [position](#) sur la stratégie déployée par Orano. Elle a par ailleurs poursuivi sa démarche de suivi de la stratégie implémentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Enfin, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) a déposé, le 16 janvier 2023, la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, le projet de stockage géologique pour les déchets les plus radioactifs.

## 1. Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les [déchets radioactifs](#) sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles, etc.).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet ; d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité ; d'autre part, des déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en moins de 31 ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de 31 ans).

Chaque type de déchet nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique, mais également des risques liés à leur composition chimique.

### 1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

Définie à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, la gestion des déchets radioactifs regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des INB ou des activités nucléaires de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), placées sous le contrôle des préfets.

#### 1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

1. Le projet initial du PNGMDR portait sur la période 2021-2025.

TABEAU 1 Classification des déchets radioactifs<sup>(2)</sup>

		DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE CONTENANT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE < 100 JOURS	DÉCHETS DITS À VIE COURTE DONT LA RADIOACTIVITÉ PROVIENT PRINCIPALEMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE ≤ 31 ANS	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE CONTENANT MAJORITAIREMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE > 31 ANS
0 Bq/g <sup>(*)</sup>		<b>Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels</b>	<b>Recyclage ou stockage dédié en surface</b> (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	<b>Stockage à faible profondeur</b> (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
CENTAINES Bq/g <sup>(*)</sup>			<b>Stockage de surface</b> (centre de stockage des déchets de l'Aube)	
MILLIONS Bq/g <sup>(*)</sup>				<b>Stockage en couche géologique profonde</b> (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
MILLIARDS Bq/g <sup>(*)</sup>		<b>Haute activité (HA)</b>	Non applicable <sup>(**)</sup>	

\* Becquerel par gramme (Bq/g).

\*\* Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 18 centrales nucléaires d'EDF ainsi que les usines d'Orano et de Framatome dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire. L'exploitation des centrales nucléaires produit du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission et des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine d'un volume important de déchets radioactifs.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche des laboratoires et réacteurs du CEA, mais également d'autres organismes de recherche. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et qui sont proportionnées à leur dangerosité.

### 1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, issus des activités encadrées par le code de la santé publique

#### Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées<sup>(3)</sup> en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle, est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques, etc. Les effluents liquides radioactifs proviennent également des opérations de préparation de sources, ainsi que des patients qui éliminent, par les voies naturelles, la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets issus des activités nucléaires de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

#### La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées<sup>(4)</sup> sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine dans une installation de stockage, après la perte de mémoire de sa présence à l'issue de sa phase de surveillance après fermeture. Cette double contrainte limite les types de sources acceptables dans les installations de stockage, notamment s'ils sont de surface.

### 1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au [tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique](#) (par exemple, le traitement des terres rares, la production d'engrais phosphatés et fabrication d'acide phosphorique, la combustion de charbon en centrales thermiques, etc.). Par conséquent, les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont dorénavant considérés comme des déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle, mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés, sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

2. Annexe 1 à l'arrêté du 9 octobre 2008 modifié relatif à la nature des informations que les responsables d'activités nucléaires et les entreprises mentionnées à l'article L. 1333-10 du code de la santé publique ont obligation d'établir, de tenir à jour et de transmettre périodiquement à l'Andra.

3. Source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

4. Source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installations :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la [circulaire du 25 juillet 2006](#)<sup>(5)</sup>, relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;
- dans le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage ([Cires](#)<sup>(6)</sup>) destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité.

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés dans l'attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des SRON.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

## 1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au [chapitre 1<sup>er</sup> du titre IV du livre V du code de l'environnement](#) et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la [loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991](#) relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la [loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au [chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement](#).

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration d'un PNGMDR, qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)), notamment en lui confiant une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger. Ces règles prévoient une répartition des déchets issus du traitement à retourner en fonction de l'activité et de la masse du combustible usé introduit sur le territoire national. Cependant, des dispositions réglementaires introduites en 2017 et 2021 permettent, sous certaines conditions, de déroger aux modalités d'attribution des déchets à retourner aux pays étrangers en procédant par échanges de déchets, selon un système d'équivalence. En 2021, le recours à un système d'équivalence (en

masse et en activité radiologique des déchets) a ainsi été autorisé par le ministre chargé de l'énergie pour des déchets destinés à être retournés en Allemagne (opération Metall+).

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la [directive 2011/70/Euratom](#) du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de gestion des déchets radioactifs et de combustible usé.

La [loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016](#) précise les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL.

### 1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB, dont le [titre VI est relatif à la gestion des déchets](#).

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservative, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les « seuils de libération », mis en œuvre dans certains pays étrangers, définissent des niveaux de contamination en deçà desquels les matériaux peuvent être libérés de tout contrôle et utilisés sans aucune restriction. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation française impose également aux exploitants nucléaires de présenter, dans les règles générales d'exploitation (RGE) et l'étude d'impact sur l'environnement de leur installation, les déchets produits par l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés. Les dispositions retenues par les exploitants doivent consister à réduire le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits, et à réserver, par la valorisation et le traitement de ces déchets, le stockage définitif aux seuls déchets ultimes.

La [décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015](#) précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :

- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;

5. *Circulaire du 25 juillet 2006 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.*

6. *Ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de Centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA). Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.*

- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

Le [Guide de l'ASN n° 23](#) présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

À la suite d'une modification de prescriptions réglementaires du code de l'environnement, en 2019, l'étude sur la gestion des déchets n'est plus requise par la réglementation en tant que document spécifique. Les dispositions qu'elle contenait doivent être à présent reportées dans l'étude d'impact et les RGE des INB. La [décision n° 2022-DC-0749 de l'ASN du 29 novembre 2022](#) a modifié la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 pour prendre en compte cette évolution réglementaire.

### 1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique

L'article R. 1333-16<sup>(7)</sup> du code de la santé publique prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas, notamment, des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#) fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision ([Guide n° 18](#)) a été publié par l'ASN en janvier 2012.

#### La gestion des sources scellées usagées

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), l'Andra a remis mi-2018 un rapport présentant l'état des lieux de la prise en charge des sources scellées usagées considérées comme des déchets dans les centres de stockage existants et en projet.

Par ailleurs, le [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier recours, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont, par ailleurs, plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. [L'ASN a pris position le 11 mai 2021](#) sur la gestion des sources scellées usagées non susceptibles d'être recyclées. Elle considère que les sources scellées usagées qui ne sont pas acceptables dans les installations de stockage de surface doivent être intégrées aux inventaires des installations de stockage en projet, et qu'un état des lieux complet des filières de gestion existantes doit être établi, en précisant les responsabilités des différents acteurs. Par ailleurs, elle recommande que la notion de « dernier recours » mentionnée dans le décret n° 2015-231 soit précisée.

#### La gestion des déchets des activités nucléaires de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus des activités nucléaires de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs

n'appartenant pas au secteur électronucléaire. L'ASN considère que les actions de l'Andra dans ce domaine sont de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 précité et que celles-ci doivent être poursuivies.

Néanmoins, les déchets tritiés solides ont vocation à être gérés avec les déchets d'ITER dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade « projet Intermed »). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. L'Andra, dans son rapport transmis en réponse à l'article 61 de l'arrêté du 23 février 2017, propose d'entreposer ces déchets sur le site du CEA Valduc dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées.

Dans son [avis n° 2021-AV-0379 du 11 mai 2021](#), l'ASN a rappelé que l'entreposage des déchets tritiés des petits producteurs dans une installation nucléaire de base secrète n'était pas justifié par un éventuel besoin de protection des informations au titre de la défense. La mise en service d'Intermed à l'horizon d'une dizaine d'années étant rendue improbable par le retard pris concernant son dimensionnement et sa conception détaillée, l'ASN a recommandé que l'Andra mette en place, dès que possible, les capacités d'entreposage nécessaires permettant la prise en charge des déchets fortement tritiés et des sources contenant du tritium des petits producteurs, en préalable à leur gestion définitive dans une installation de stockage ou à leur entreposage éventuel ultérieur dans Intermed.

### 1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les cinq ans et de publier l'[inventaire national des matières et déchets radioactifs](#).

La dernière mise à jour a été publiée en 2018. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2016, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif, plus développé que pour l'édition 2015, a également été réalisé, selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France, tels qu'envisagés en 2017. Ces scénarios ont été actualisés en 2021 et seront utilisés dans le cadre de la prochaine mise à jour de l'inventaire national, dont la publication est prévue en 2023.

Cet inventaire constitue une base de données d'entrée pour établir le PNGMDR. Dans son [avis n° 2020-AV-0363 du 8 octobre 2020](#), l'ASN estime nécessaire d'anticiper les conséquences des évolutions possibles de politique énergétique sur la gestion des matières et déchets, et précise que ces anticipations doivent être fondées sur différentes hypothèses de long terme, cohérentes avec les prévisions de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) adoptée par [décret du 21 avril 2020](#).

### 1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;

7. Ancien article R. 1333-12.

## LE RÔLE DE L'ASN DANS LA GESTION DES DÉCHETS

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes.

L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages dans les installations, ainsi que les risques associés.

L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du PNGMDR,

mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des déchets de chacun des grands exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté, de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante des opérations réalisées.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions.

Le PNGMDR est élaboré par le ministère de la Transition énergétique.

Celui-ci a choisi, au regard du débat public de 2019, de s'appuyer sur une « Commission orientations » pluraliste, à laquelle l'ASN participe. Cette Commission est présidée par une personnalité qualifiée indépendante. Le suivi de la mise en œuvre technique et opérationnelle du PNGMDR reste assuré par un [groupe de travail pluraliste](#) coprésidé par l'ASN et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), tel que décrit au chapitre 2.

Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le [PNGMDR](#), sa synthèse, les comptes-rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées au titre du plan, ainsi que les avis qu'elle a rendus sur ces études.

## PUBLICATION DU 5<sup>e</sup> PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Les matières et les déchets radioactifs doivent être gérés de façon durable et responsable, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement y compris à long et très long terme. Le PNGMDR, instauré par la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, constitue un outil de pilotage privilégié pour mettre en œuvre ces principes dans la durée. Le PNGMDR couvre tant les déchets ultimes que les matières radioactives valorisables, les filières de gestion existantes et celles en projet, en développement ou à définir ; il concerne également toutes les catégories de déchets radioactifs, quelle que soit leur origine. Le PNGMDR tient compte de la politique énergétique française et les solutions de gestion qu'il définit sont compatibles avec la PPE.

L'élaboration de la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR a été précédée, pour la première fois, d'un débat public qui s'est tenu en 2019. Le ministère chargé de l'énergie (MTE) et l'ASN ont publié, le 21 février 2020, [une décision conjointe](#) consécutive à ce débat public, dans laquelle ont été précisées les grandes orientations du plan. L'ASN a par la suite rendu, en 2020 et en 2021, sept avis techniques sur la gestion des matières et déchets radioactifs en vue de l'élaboration du 5<sup>e</sup> PNGMDR.

Dans le cadre de l'élaboration du 5<sup>e</sup> plan par le MTE, l'ASN a émis les avis généraux [n° 2021-AV-0390](#) et [n° 2022-AV-0403](#) les 9 novembre 2021 et 23 juin 2022.

L'ASN a rendu un avis favorable au projet de PNGMDR 2022-2026, ainsi qu'aux projets de décret et d'arrêté associés, sous certaines réserves concernant notamment la prise en compte :

- de scénarios pessimistes de fonctionnement du « cycle du combustible » et les échéances prévisionnelles de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés ;
- de l'anticipation nécessaire des actions liées à une décision d'arrêt ou de poursuite du retraitement des combustibles usés au-delà de 2040 ;
- de son avis du 19 mars 2021 relatif à sûreté de la gestion des déchets HA/MA-VL ;
- de la poursuite des travaux visant à mettre en place des filières de gestion spécifiques pour certains déchets, en particulier ceux contenant du tritium, les sources scellées usagées, les huiles et liquides organiques et les déchets activés des petits producteurs (hôpitaux, laboratoires, etc.).

Par ailleurs, l'ASN a insisté sur la nécessité d'apprécier le caractère valorisable des matières radioactives en tenant compte des quantités

considérées et des horizons temporels de développement d'éventuelles filières industrielles susceptibles d'utiliser ces matières – à défaut desquelles il convient que l'autorité administrative les requalifie et que celles-ci soient gérées comme des déchets.

Le [décret n° 2022-1547](#) du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ainsi que l'[arrêté](#) pris en application de ce même décret ont été publiés au *Journal Officiel de la République française* le 10 décembre 2022.

Les recommandations de l'ASN portant sur la prévention de la saturation des entreposages de combustible usés, la gestion des déchets tritiés et des déchets activés issus des accélérateurs et à la fiabilisation des inventaires FA-VL ont été prises en compte, par le MTE, dans les versions définitives de ce décret et de cet arrêté. Néanmoins, certaines recommandations n'ont pas été retenues, comme celle relative à l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives.

L'ASN estime que le PNGMDR 2022-2026 et les textes réglementaires associés doivent permettre que les décisions nécessaires soient prises, avant son terme, afin que des filières de gestion sûres soient opérationnelles dans les 15 à 20 ans à venir pour tous les types de déchets radioactifs.

- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Au vu des conclusions du débat public de 2019, l'ASN et la DGECC ont décidé de faire évoluer la gouvernance du PNGMDR. La 5<sup>e</sup> édition est élaborée par le ministère de la Transition énergétique, notamment à partir des travaux d'une « Commission orientations ». Cette commission, introduite par la [décision du 21 février 2020](#), est présidée par une personnalité qualifiée indépendante, et associée, en plus des membres historiques du groupe de travail pluraliste mentionné au chapitre 2, des élus et des représentants des collectivités territoriales. Cette commission a donné des avis sur différents grands sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs (gestion des déchets de très faible activité – TFA, FA-VL, gestion des matières radioactives, etc.). L'ASN participe activement aux réunions de la Commission orientations pour apporter son éclairage sur les enjeux de sûreté et de radioprotection, sans voix délibérative toutefois.

La mise en œuvre du plan est ensuite suivie au cours de réunions périodiques du groupe de travail PNGMDR, sous la coprésidence de l'ASN et de la DGECC.

L'ASN a par ailleurs évalué, en 2020 et 2021, les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. À l'occasion de l'élaboration du 5<sup>e</sup> PNGMDR, l'ASN a ainsi rendu sept avis sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, qui identifient un certain nombre de recommandations. En outre, l'ASN a rendu le [9 novembre 2021](#) un avis favorable au projet de PNGMDR 2021-2025 sous réserve de le compléter par l'étude de scénarios pessimistes de fonctionnement du « cycle du combustible », l'étude de l'impact sur les installations nucléaires de la poursuite ou non du retraitement des combustibles usés au-delà de 2040, l'inscription d'actions relatives à la sûreté de la gestion des déchets HA/MA-VL et à la gestion de déchets nécessitant des travaux spécifiques tels que les déchets tritiés, et de mieux apprécier le caractère valorisable de certaines matières radioactives.

Enfin, l'ASN a rendu, le 23 juin 2022, un avis favorable aux projets de décret et d'arrêté établissant les prescriptions du 5<sup>e</sup> PNGMDR, sous réserve de la prise en compte des modifications proposées dans cet avis.

Ces textes, ainsi que le 5<sup>e</sup> PNGMDR couvrant la période 2022-2026, ont été publiés le 9 décembre 2022.

### 1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

#### 1.3.1 Les déchets de très faible activité

Les déchets TFA proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terre, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 becquerels par gramme (Bq/g), cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

Le Cires comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est opérationnelle depuis août 2003.

Fin 2021, 429 869 m<sup>3</sup> de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 66 % de sa capacité réglementaire autorisée. Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de

déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m<sup>3</sup>. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte autour de 2029. L'Andra travaille actuellement sur le projet Acaci, qui vise à porter la capacité autorisée de ce stockage à plus de 900 000 m<sup>3</sup>, à superficie égale (contre 650 000 m<sup>3</sup> actuellement autorisés).

Dans son [avis n° 2020-AV-0356 du 30 juin 2020](#) sur la gestion des déchets TFA, l'ASN appelle à poursuivre et à étendre les travaux engagés dans l'édition 2016-2018 du PNGMDR dans le but d'améliorer les modes de gestion actuels et de développer des solutions de gestion complémentaires, qui restent à concevoir et à mettre en œuvre.

L'ASN réaffirme que la gestion des déchets TFA doit rester fondée sur le lieu d'origine des déchets et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques, depuis la production jusqu'au stockage, à l'exception des déchets TFA métalliques destinés à être valorisés, comme annoncé dans la [décision du 21 février 2020](#).

La valorisation de certains types de déchets, dont les volumes produits seront importants, est encouragée en cohérence avec la hiérarchie des modes de gestion des déchets définie dans le code de l'environnement. L'ASN préconise notamment la poursuite du projet d'installation de valorisation de matériaux métalliques, avec la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle de cette installation. Le Gouvernement a travaillé en 2021 à l'établissement de ce cadre réglementaire. L'ASN s'est prononcée, par son avis n° 2021-AV-0380 du 11 mai 2021, sur ce projet de réglementation. Le Gouvernement a publié, en février 2022, le [dispositif réglementaire](#) permettant d'autoriser, de façon dérogatoire, la valorisation de substances métalliques faiblement radioactives après fusion et décontamination. Une telle dérogation sera accordée par arrêté ministériel.

De plus, l'ASN estime nécessaire que l'ensemble des parties prenantes, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, soient davantage associées à la définition des solutions de gestion des déchets TFA.

Elle recommande que les études sur la mise en place d'installations complémentaires de stockage, centralisées ou décentralisées, soient poursuivies, et que le Gouvernement clarifie la responsabilité de l'Andra sur le sujet.

En cohérence avec l'avis de l'ASN mentionné ci-dessus, le 5<sup>e</sup> PNGMDR comporte les objectifs suivants, concernant la gestion des déchets TFA :

- poursuivre les études visant à mettre en œuvre de nouvelles capacités de stockage, centralisées et décentralisées de déchets TFA ;
- poursuivre les réflexions relatives à la valorisation des déchets TFA, notamment la définition des conditions de mise en œuvre de la valorisation des déchets métalliques ;
- définir des scénarios de gestion des déchets TFA, éclairer leurs enjeux environnementaux, territoriaux, sanitaires et de sûreté, et en tirer une stratégie globale de gestion ;
- affiner les perspectives de production des déchets TFA issus du démantèlement des installations nucléaires, en identifiant explicitement les déchets liés à l'assainissement des structures et des sols contaminés.

#### 1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) – dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période radioactive est inférieure à 31 ans – proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement d'activités de maintenance (vêtements,

outils, filtres, etc.). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations feront l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée à 300 ans par la [RFS I.2](#). Les rapports de sûreté des installations mis à jour périodiquement, y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à son issue l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel tel, que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le centre de stockage de la Manche ([CSM](#) – INB 66), exploité de 1969 à 1994 et actuellement en phase de préparation à la fermeture, et le centre de stockage de l'Aube ([CSA](#) – INB 149) en exploitation (voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport).

La quantité de déchets FMA-VC au CSA s'élève à 363 000 m<sup>3</sup> fin 2021, soit 36 % de la capacité maximale autorisée de cette installation. À cette quantité s'ajoutent les déchets stockés au centre de stockage de la Manche, soit 527 225 m<sup>3</sup>. La quantité totale de déchets FMA-VC stockés dans les installations de l'Andra est donc de 890 225 m<sup>3</sup>, à comparer à la quantité produite fin 2020 de 971 000 m<sup>3</sup>. D'après les données de l'inventaire national établi par l'Andra, ces déchets représenteront un volume maximal de 2 000 000 m<sup>3</sup>, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du second réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

### 1.3.3 Les déchets de faible activité à vie longue

Les déchets FA-VL comprenaient initialement deux types de déchets principaux : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains déchets bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées.

Une fraction des déchets de l'[usine Orano de Malvési](#) (Aude) produits à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2019 est par ailleurs désormais incluse dans cette catégorie de déchets. Les déchets solides produits jusqu'au 31 décembre 2018 font quant à eux l'objet d'une catégorie spécifique de l'inventaire national, dénommée « résidus de traitement du combustible uranium » (RTCU), en raison des volumes importants qu'ils représentent.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL ; d'autre part, de réaliser des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008 une [note d'orientations générales](#) de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL. Cette note définit les orientations générales qui doivent être suivies dès les phases de recherche d'un site et de conception d'un stockage de déchets FA-VL pour en assurer la sûreté après fermeture.

Le [PNGMDR 2010-2012](#) a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation, puis remblai ;

- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

La mise en œuvre des prescriptions du [PNGMDR 2013-2015](#) a permis aux détenteurs de déchets de type FA-VL de progresser dans la caractérisation de leurs déchets et dans l'étude des possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué à la baisse.

Par ailleurs, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :

- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

En 2016, l'ASN avait rendu un [avis n° 2016-AV-264](#) sur ce rapport et engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008 qui sera, à terme, remplacée par un guide de l'ASN. Dans cet objectif, un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a été mis en place. Les recommandations du rapport de l'IRSN publié en décembre 2020 et présentant la synthèse des travaux, ont été examinées en groupe permanent d'experts ([GPE](#)) en mars 2021. Sur cette base, l'ASN a engagé, dès 2021, des discussions techniques avec l'Andra et l'IRSN portant notamment sur l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme du projet de stockage. Ces travaux se poursuivront en 2023.

Par ailleurs, Orano a remis en 2011 (dans le cadre des travaux préalables au PNGMDR 2013-2015) une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési (dits « RTCU »), actuellement entreposés dans l'installation Écrin (INB 175). Différents concepts de stockage sont envisagés :

- stockage en surface ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans une nouvelle fosse à construire.

Compte tenu de la nature des déchets et de la configuration du site, l'ASN a indiqué dans son [avis n° 2012-AV-0166 du 4 octobre 2012](#) qu'elle n'est pas favorable à la poursuite du développement d'une installation de stockage en surface, qu'elle considère ne pas répondre aux exigences de sûreté à long terme.

L'ASN a fait part de ses observations le 2 septembre 2019 sur les études demandées par l'article 7 du décret du 27 décembre 2013 relatives à la mise en œuvre d'une solution de gestion définitive dans un stockage à faible profondeur des déchets historiques de Malvési. Les réponses apportées par Orano sont en cours d'instruction.

En vue de la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR 2022-2026, l'ASN a rendu son [avis n° 2020-AV-0357 du 6 août 2020](#) qui précise les axes de travail qu'elle recommande pour la gestion des déchets FA-VL.

Elle appelle notamment à poursuivre les travaux engagés, tels que la consolidation des inventaires des différentes familles de déchets FA-VL et la réévaluation périodique des besoins d'entreposage, afin notamment de permettre le démantèlement des installations nucléaires. Au 31 décembre 2019, les producteurs et détenteurs de déchets FA-VL ont indiqué que leurs capacités d'entreposage pour ces déchets étaient suffisantes pour les 30 prochaines années.

L'ASN considère que l'Andra devra remettre, sur la base d'une analyse multicritères, les esquisses de différentes options techniques et de sûreté d'installations de stockage à faible profondeur

de déchets FA-VL, en comparant les effets des différentes options envisagées sur la santé et l'environnement. L'ensemble des parties prenantes intéressées, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, doivent être davantage associés à la définition des solutions de gestion des déchets FA-VL.

L'ASN recommande par ailleurs de jalonner temporellement les prochaines étapes de conception par l'Andra (avant-projet sommaire, puis dossier d'options de sûreté - DOS) d'un projet de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL dans la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, qui s'intégrera dans cette stratégie générale.

L'ASN estime que les RTCU historiques, à titre conservatoire, et ceux produits à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2019, en application de l'article 63 de l'arrêté du 23 février 2017, doivent être inscrits dans la catégorie FA-VL et mieux intégrés dans les travaux actuels sur les scénarios de gestion de ces déchets.

Elle recommande que les études d'une installation de stockage des RTCU à faible profondeur, sous couverture remaniée (dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert ou dans une nouvelle fosse à construire) soient poursuivies, en associant des représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être.

La 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR a vocation, durant sa mise en œuvre, à clarifier les scénarios de gestion possibles de l'ensemble des déchets FA-VL et à les analyser selon plusieurs critères afin de stabiliser une stratégie de gestion globale. Il s'agit en particulier de définir le périmètre des déchets qui pourraient faire l'objet d'un stockage dans l'installation, dont l'implantation est prévue sur le site de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, et d'identifier les besoins complémentaires de sites de stockage, dont les modalités de recherche seront cadrées.

### 1.3.4 Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue, l'entreposage et le stockage réversible en couche géologique profonde.

#### La séparation/transmutation

Le rapport de la Commission particulière du débat public du 25 novembre 2019 portant sur le débat public préalable à la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR conclut notamment que « deux options alternatives sont en présence et défendues chacune par une partie des acteurs : le stockage géologique profond et l'entreposage en sub-surface pendant une période assez longue pour permettre l'avancement des recherches sur la transmutation, afin de réduire la radioactivité des déchets ».

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler, puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets aurait un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des radionucléides contenus dans les produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

Dans son [avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020](#), l'ASN rappelle que les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de référence de Cigéo ne sont pas crédibles. Elle estime que, si

des études sur la transmutation devaient être poursuivies, il conviendrait qu'elles portent sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs et qu'elles soient menées dans la perspective du développement de filières complètes, intégrant le stockage des déchets issus de la transmutation et présentant un haut niveau de sûreté.

#### L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets de haute activité à vie longue (HA-VL), qui constituait un des axes de recherche prévu par la [loi du 30 décembre 1991](#), n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'horizon [2040](#).

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

#### Les avancées de l'entreposage

L'Andra a remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation. L'étude remise en 2018, consistant en une analyse multicritère, ne remet pas en cause ces conclusions.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située

dans l'[INB 116](#). Cette extension est composée de deux fosses : 30 et 40, mises en service respectivement en 2015 et 2017.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de [Cigéo](#) et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020 sur les études concernant la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL, l'ASN a constaté que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage pour les vingt prochaines années avaient été globalement bien identifiés par les producteurs. Toutefois, elle a indiqué que les estimations des capacités d'entreposage devaient être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés.

#### Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018

Les études demandées par le [PNGMDR 2016-2018](#) portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'article D. 542-79 du code de l'environnement, introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les vingt années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini les besoins en entreposages futurs pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, à l'horizon 2040. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposage à des décalages dans le calendrier de Cigéo.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020, l'ASN estime à cet égard que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage à l'horizon 2040 ont globalement bien été identifiés par les producteurs.

Toutefois, les estimations des capacités d'entreposage doivent être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés, et être ainsi en mesure d'anticiper les besoins de capacités d'entreposage complémentaires et les procédures d'autorisation correspondantes.

L'article 52 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) prescrit à l'Andra de justifier les éléments ayant conduit l'Andra à rejeter l'option de conception d'installations d'entreposage à faible profondeur. En réponse à cette prescription, l'Andra a remis en 2018 une étude comparative des différents types d'entreposage qu'elle a étudiés.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020, l'ASN confirme que les entreposages à faible profondeur ne présentent pas d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport aux entreposages en surface.

Le PNGMDR 2016-2018 identifie plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception; architecture simple et modulaire privilégiant les systèmes passifs; définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, incidentelle et accidentelle; définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire, etc.). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces

recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo.

#### Le stockage réversible en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui dispose qu'« après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde ».

La loi du 28 juin 2006 confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB, à laquelle s'appliquera la réglementation propre à ce type d'installation et sera soumis, à ce titre, au contrôle de l'ASN.

#### Le principe de ce stockage

Le [stockage de déchets radioactifs](#) en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité. Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes attendus (érosion, changements climatiques, séismes, etc.) ou par des activités humaines.

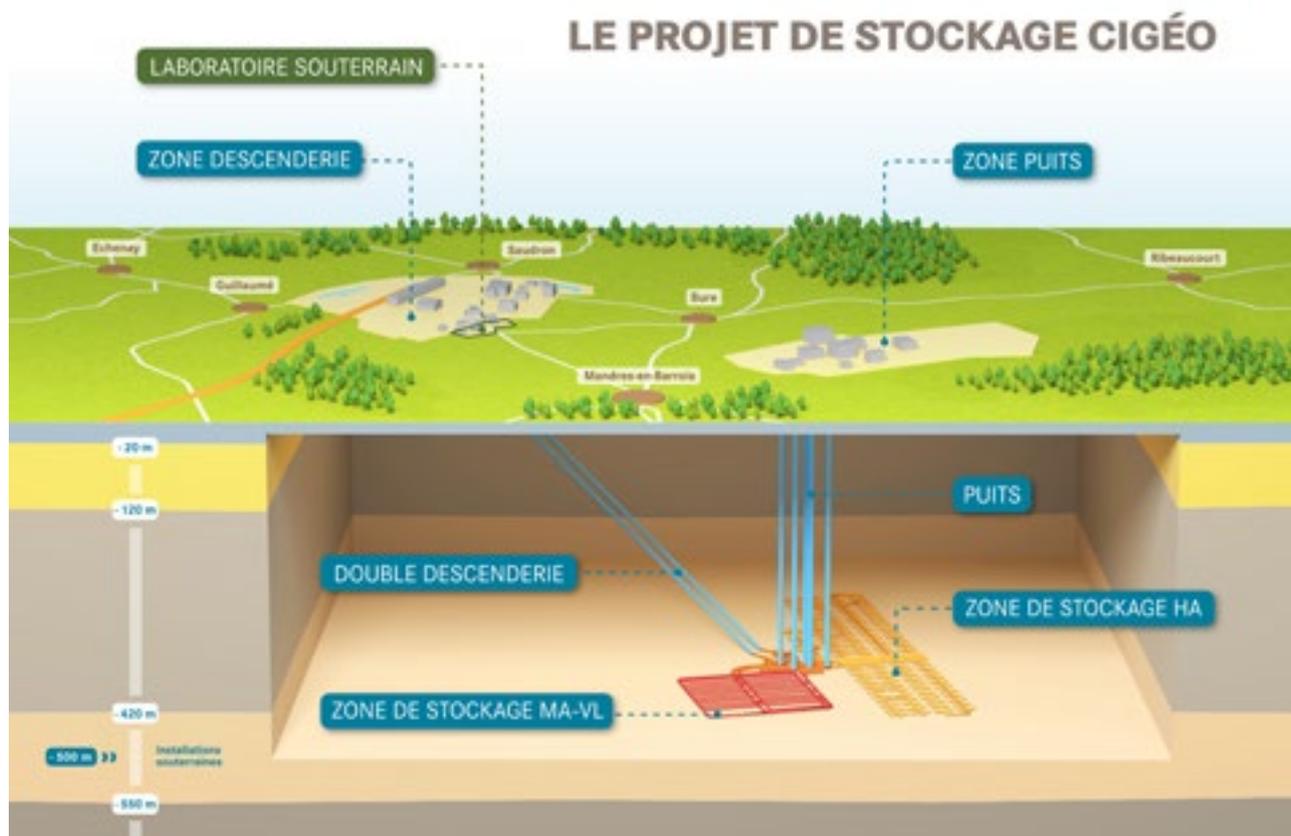
L'ASN avait publié en 1991 la règle fondamentale de sûreté III-2-f définissant des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stockage. En 2008, elle en a publié une mise à jour, sous la forme d'un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde ([Guide de l'ASN n° 1](#)).

Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016, qui définit le principe de réversibilité, introduit la phase industrielle pilote avant la mise en service complète de Cigéo et apporte des adaptations calendaires pour la mise en œuvre de Cigéo.

Cette loi définit la réversibilité comme « la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage ».

Dans son [avis n° 2016-AV-0267 du 31 mai 2016](#) relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

## SCHÉMA DE L'INSTALLATION CIGÉO COMPRENANT LES INSTALLATIONS DE SURFACE ET SOUTERRAIN



Le [décret du 23 février 2017](#) relatif aux prescriptions du PNGMDR précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier aux articles D. 542-88 à D. 542-96 du code de l'environnement. L'article D. 542-90 dispose notamment que « l'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. Il est également conçu par l'Andra, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable ».

#### Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel [laboratoire souterrain](#) sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

#### Les instructions techniques

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et 2009 par l'Andra. Elle a émis des [avis sur ces rapports les 1<sup>er</sup> février 2006 et 26 juillet 2011](#). L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en [2013](#), sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012 ;
- en [2014](#), sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le DOS de l'installation ;
- en [2015](#), sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet ;
- en [2016](#), sur le plan de développement des composants ;
- en [2018](#), sur le DOS de Cigéo.

#### Le dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un DOS marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement<sup>(8)</sup>. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une [consultation du public](#), qui a eu lieu du 1<sup>er</sup> août au 15 septembre 2017. Après analyse des contributions reçues, l'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#). Par lettre, l'ASN a également

8. L'article R. 593-14 du code de l'environnement prévoit que « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1. L'autorité, par un avis rendu et publié dans les conditions et les formes qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. L'autorité peut définir les études et justifications complémentaires qui seraient nécessaires en vue d'une éventuelle DAC. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué au ministre chargé de la sûreté nucléaire. »

formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance, etc.). Les demandes de cette lettre tiennent compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (architecture, définition des aléas, gestion post-accidentelle, etc.). Parmi ces sujets, l'ASN a identifié que la gestion des déchets bitumés devait faire l'objet d'une attention particulière.

#### Le cas particulier des déchets bitumés

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demandait plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

En 2019, l'ASN a fait part aux producteurs de déchets et à l'Andra de demandes de compléments<sup>9)</sup> à la suite de l'instruction de l'étude remise au titre de l'article 46. Celles-ci portent notamment sur l'effet de l'auto-irradiation sur le comportement thermique des colis de déchets bitumés, sur la réactivité thermique des enrobés bitumés, sur le gonflement dans le cadre du comportement à long terme de l'installation Cigéo et sur les évolutions de conception permettant d'assurer la maîtrise des risques associés au stockage des colis de déchets bitumés.

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont par ailleurs souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant parti des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise a présenté ses [conclusions](#) en septembre 2019 devant le groupe de travail chargé du suivi du PNGMDR. L'ASN estime dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020 qu'au regard des conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés et des études sur les évolutions de conception des alvéoles MA-VL de Cigéo, qui mettent en lumière des éléments techniques nouveaux depuis la publication de l'avis du 11 janvier 2018, il est nécessaire que les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés indispensable pour disposer de la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo.

L'ASN estime par ailleurs que les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée doivent faire l'objet de travaux complémentaires.

Le CEA a informé l'ASN du lancement, en 2021, d'un nouveau programme d'études dit «quadripartite» (regroupant l'Andra et les trois grands exploitants), visant à nourrir les réflexions sur les modes de gestion des déchets bitumés par l'apport d'éléments issus d'actions de recherche et développement. L'ASN a accueilli favorablement cette démarche, sur laquelle elle a formulé des remarques en 2022 et suivra les avancées de ce programme, qui se déroulera sur cinq ans.

#### Du dossier d'options de sûreté vers la demande d'autorisation de création

À ce jour, l'Andra poursuit la conception du projet Cigéo et prépare les demandes d'autorisation requises. L'Andra a déposé une demande de déclaration d'utilité publique en août 2020. Au terme de l'instruction du dossier, marquée notamment par l'enquête publique qui s'est tenue du 15 septembre au 23 octobre 2021, et

après avis du Conseil d'État en mars 2022, le projet Cigéo a été déclaré d'utilité publique par [décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022](#), publié le 8 juillet au *Journal Officiel*. Durant ce processus, l'ASN avait apporté des réponses aux questions des commissaires enquêteurs sur certains aspects techniques du projet Cigéo. L'Andra prendra la qualité d'exploitant nucléaire dès le dépôt de la DAC. En 2022, l'ASN et l'IRSN ont poursuivi leur dialogue avec l'Andra au sujet de la définition du niveau de l'aléa sismique en exploitation et ont engagé des discussions en vue de préparer l'instruction de la DAC. L'Andra devra aussi intégrer les résultats de la revue sur les déchets bitumés dans son dossier de DAC, notamment en ce qui concerne l'architecture des alvéoles MA-VL.

Dans le cadre du débat public relatif à la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR, le dispositif de gouvernance de Cigéo a été identifié comme sujet à approfondir, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la réversibilité et les objectifs de la phase industrielle pilote.

La décision de la ministre chargée de l'énergie et du président de l'ASN du 21 février 2020 consécutive au débat public prévoit que le PNGMDR précisera les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger les choix effectués. Elle précise également que le PNGMDR définira les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote, les modalités d'information du public entre deux mises à jour successives du plan directeur d'exploitation prévu à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, ainsi que les modalités d'association du public aux étapes structurantes de développement du projet Cigéo. Des dispositions répondant aux demandes présentées dans cet avis ont été intégrées au projet de PNGMDR 2021-2025.

#### Le processus d'autorisation de la demande d'autorisation de création déposée début 2023

À la suite du dépôt de la DAC de Cigéo le 16 janvier 2023, l'ASN a initié le processus d'instruction de l'autorisation de création de cette installation de stockage en couche géologique profonde, qui est notamment encadrée par la section 4 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à ce type d'installation.

#### Actions de concertation

Dans le cadre de la mise en œuvre de la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR, l'ASN a initié, en 2022, un travail de réflexion sur les actions de concertation et d'information qu'elle mènera durant l'instruction de la DAC. La mise en œuvre des actions de concertation relative au projet Cigéo, que ce soit par l'ASN ou les autres parties prenantes, est réalisée en lien avec le comité de suivi des actions de concertation autour du projet Cigéo, placé sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

#### Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après [avis de l'ASN en février 2015](#) et observations des producteurs de déchets radioactifs, [arrêté le 15 janvier 2016](#) le coût de référence du projet de stockage Cigéo «à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts». Cet arrêté précise également que le coût doit être mis à jour régulièrement et au moins aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la «phase industrielle pilote», réexamens périodiques).

9. Les lettres de suite sont disponibles sur le site de l'ASN, dans la rubrique « Informer », « Dossiers pédagogiques », « La gestion des déchets radioactifs », « Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs », « PNGMDR 2016-2018 ».

## 2. La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

### 2.1 La nature du contrôle et les actions de l'ASN

#### 2.1.1 L'approche graduée

Le [contrôle mené par l'ASN](#) vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant); d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire associés à chaque étape de la gestion des déchets et à chaque installation. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont classées dans l'une des [trois catégories, numérotées de 1 à 3](#) par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent. Cette catégorisation est prise en compte dans l'élaboration du programme d'inspection et permet de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers soumis à l'ASN par les exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation par l'ASN de leur niveau de sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

### 2.1.2 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

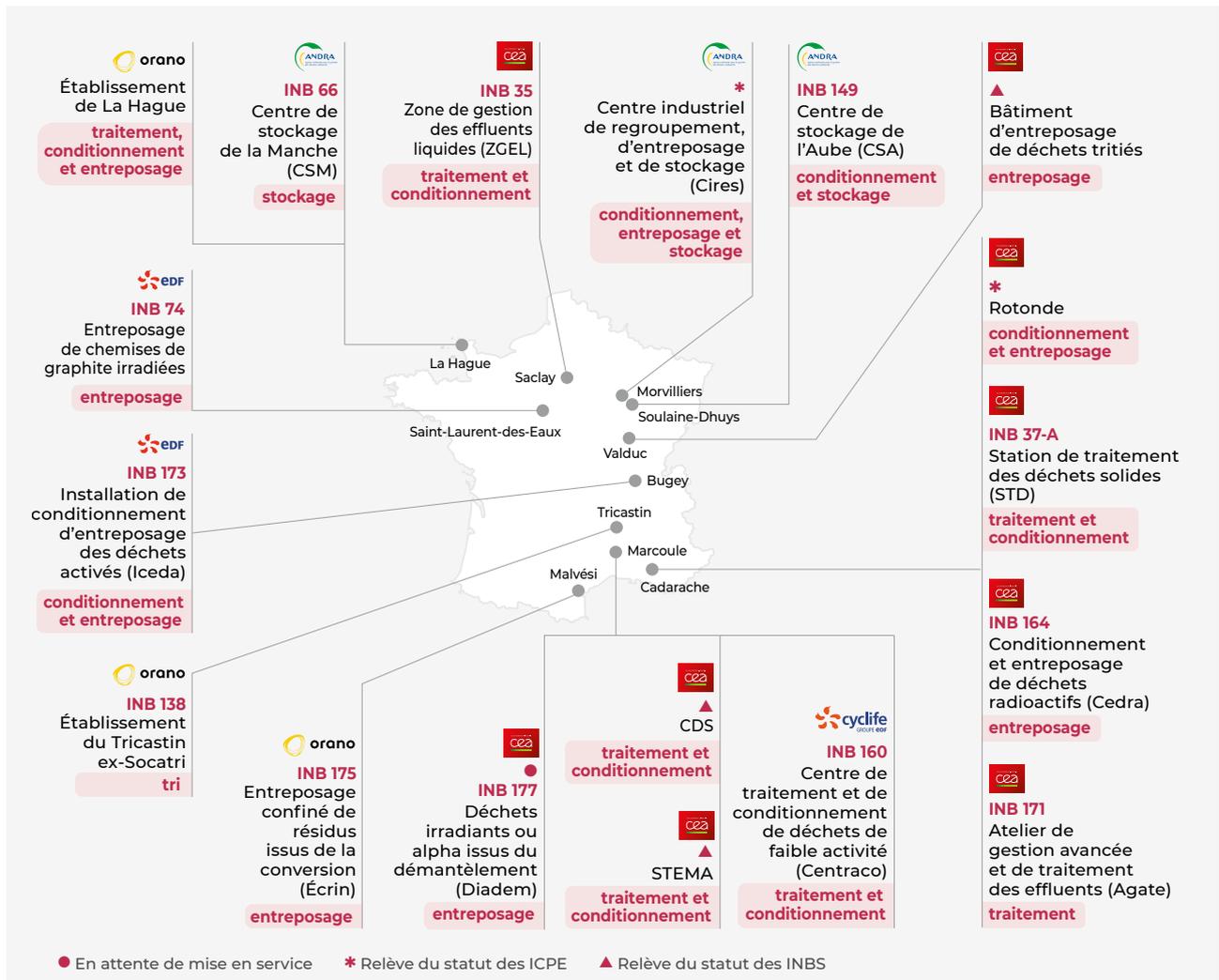
#### Traitement

Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et de réduire significativement le volume des déchets.

Les [usines de La Hague](#), destinées au traitement et au recyclage des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

Le centre de traitement et de conditionnement de déchets de faible activité ([Centraco](#)) de Cyclife France permet quant à lui une réduction significative du volume des déchets de faible et très faible activité qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

#### PRINCIPALES INSTALLATIONS SUPPORTS À LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS



Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents ([Agate](#) – INB 171) avec ce même objectif de réduction volumique.

### Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'approbations de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis dits « conteneurs standards de déchets compactés » (CSD-C) et les produits de fission en colis dits « conteneurs standards de déchets vitrifiés » (CSD-V) en acier inoxydable, et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier [Stella](#) de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, comme pour les colis MA-VL dans l'installation [Iceda](#), ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

### Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée (pouvant aller jusqu'à 50 ans) dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir ci-après) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'[Écrin](#), mise en service en 2018, Cedra et Iceda, mises en service en 2020. Ce sera également le cas de [Diadem](#), une fois cette installation mise en service à l'horizon 2024. Les colis CSD-C et CSD-V sont, quant à eux, entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde prévue à l'horizon 2035.

### Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement en vue d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation [Chicade](#) (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La [décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN du 23 mars 2017](#) précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

### La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'approbation sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre une approbation formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux approbations délivrées, par l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

### Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'approbation pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA-VL ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non réductible des colis, sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude, et concernant par exemple la géométrie et les masses maximales des colis, les déchets interdits ou soumis à restriction ou les limites de débit de dose ou d'activité radiologique.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD).

Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, il a été demandé aux producteurs de déchets d'étudier l'acceptabilité des colis de déchets destinés à Cigéo. Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1<sup>er</sup> décembre 2020, ainsi que dans un courrier du 23 juillet 2021, l'ASN a formulé plusieurs observations relatives à la méthodologie d'élaboration de ces spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo, aux paramètres retenus ainsi qu'aux modes de stockage envisagés. Elle a notamment estimé que la méthodologie d'élaboration des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo était satisfaisante. Néanmoins, elle a relevé que plusieurs paramètres, en particulier qualitatifs, devraient être consolidés afin de faciliter leur vérification. Par ailleurs, l'analyse de l'acceptabilité des colis par les producteurs ne pouvant être considérée que partielle, notamment au regard du mode de stockage retenu, elle devra à nouveau être réalisée sur la base de la prochaine version des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo, qui sera présentée lors du dépôt de la DAC de cette installation.

### Le contrôle

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour décliner correctement les exigences de l'approbation et maîtriser les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet,

## 2.1.3 Le contrôle du conditionnement des colis

### La réglementation

L'[arrêté du 7 février 2012](#) définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets

L'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des approbations et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

### 2.1.4 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets

L'ASN rend des avis sur les études remises dans le cadre du PNGMDR. Entre juin 2020 et mai 2021, l'ASN a rendu sept avis portant sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, en vue de l'élaboration du 5<sup>e</sup> PNGMDR. L'ASN a également émis un avis n° 2021-AV-0390 du 9 novembre 2021 sur le projet de 5<sup>e</sup> plan élaboré par le ministère chargé de l'énergie.

### 2.1.5 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des [décisions à caractère réglementaire](#). Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. À titre d'exemple, la décision du 23 mars 2017 traite du conditionnement des déchets radioactifs et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les INB de stockage. Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2018. Par ailleurs, afin d'assurer une approche cohérente de gestion des déchets au sein des INB et des installations nucléaires de base secrètes (INBS), une convention a été signée, en janvier 2021, entre l'ASN et l'ASND qui coordonnent leurs actions dans ce domaine.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB.

L'ASN a précisé, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets : le [Guide n° 18](#) relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire autorisée au titre du code de la santé publique et le [Guide n° 23](#) relatif au plan de zonage déchets des INB (voir points 1.2.1 et 1.2.2).

Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

### 2.1.6 L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 13 (voir point 1.4).

## 2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

L'exploitant d'une INB, y compris d'une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au réexamen de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque réexamen périodique.

Dans ce cadre, six réexamens relatifs à des installations de gestion des déchets radioactifs sont en cours d'instruction par l'ASN. Ils concernent :

- deux INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement (INB 35) sur le site de Saclay et la Station de traitement des déchets (INB 37-A) sur le site de Cadarache ;
- une INB exploitée par Orano : l'INB 118, installation de traitement, conditionnement et entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague ;
- une INB exploitée par l'Andra : le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (INB 66) ;
- une INB exploitée par EDF : l'INB 74 constituée des silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- une INB exploitée par Cyclife France : installation Centraco de traitement des déchets par fusion ou par incinération (INB 160).

### 2.2.1 Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35, 37-A, 74 et 118, présentent des enjeux particuliers. Les silos de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74) présentent notamment des enjeux de sûreté, compte tenu de leurs inventaires. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la RCD en vue d'une évacuation dans la filière dédiée, ainsi que de l'assainissement programmé des bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour l'INB 118).

Pour les installations plus récentes telles que Cedra et Chicade, les réexamens périodiques ont mis en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants. L'ASN a fait connaître ses conclusions sur le réexamen de l'installation d'entreposage Cedra le 3 décembre 2021 et celles sur le réexamen de Chicade le 29 août 2022.

### 2.2.2 Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Les réexamens du CSM (INB 66) et du CSA (INB 149) présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients présentés par ces installations sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc notamment pour objectif la mise à jour, si nécessaire, des scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux substances chimiques toxiques contenues dans certains déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement (faune et flore). L'ASN a rendu ses conclusions sur le second réexamen périodique du CSA le 25 juillet 2022, et l'instruction du second réexamen du CSM est en cours, à l'issue d'un examen de ce dossier par le GPE sur les déchets radioactifs le 1<sup>er</sup> février 2022.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment concernant les dispositifs de couverture de ces installations, qui participent au confinement final des massifs de stockage. La pérennité de la couverture du CSM et la conservation de la mémoire pour les générations futures sont deux axes prépondérants du réexamen de ce centre de stockage de déchets radioactifs.

Enfin, ces réexamens périodiques permettent de préciser, au fil du temps, les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage.

### 2.3 La stratégie de gestion des déchets du CEA et l'appréciation de l'ASN

#### La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire: des laboratoires et usines liés aux recherches sur le « cycle du combustible », mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment:

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides, etc.);
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels, etc.);
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées, etc.).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le « cycle du combustible », d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de [Marcoule](#) ou la station de traitement des déchets de [Cadarache](#).

#### Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont:

- la rénovation d'installations (par exemple, l'INB 37-A);
- l'extension des capacités d'entreposage existantes (Cedra);
- la mise en service de capacités d'entreposage non existantes (Diadem);
- la conduite des projets de RCD anciens.

Ces différents éléments doivent permettre le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents, des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisante et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes, dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles.

#### L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

En réponse à une demande de l'ASN et de l'ASND en 2012, le CEA a remis un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets en décembre 2016. L'instruction de ce rapport a permis aux deux autorités de rendre un [avis conjoint](#) sur cette stratégie en mai 2019.

L'ASN et l'ASND estiment que la définition de la stratégie de démantèlement des installations et la mise à jour de la stratégie de gestion des déchets et des matières du CEA résultent d'un travail approfondi. Il apparaît acceptable que le CEA prévoie un échelonnement des opérations de démantèlement, compte tenu des

moyens alloués par l'État et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets ainsi que d'entreposage devront être construites.

Concernant la stratégie de gestion des matières et des déchets, les deux autorités constatent plusieurs fragilités du fait notamment de la mutualisation envisagée entre centres, par exemple, pour la gestion des effluents radioactifs aqueux ou des déchets radioactifs solides, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation. Les deux autorités notent aussi des incertitudes relatives à la gestion des combustibles usés ou des matières irradiées, qui devra être précisée.

L'ASN et l'ASND ont donc adressé au CEA plusieurs demandes visant à limiter ces fragilités, à consolider sa stratégie et à en préciser le calendrier de réalisation.

Elles demandaient que le CEA rende compte régulièrement de l'avancement des projets de démantèlement et de gestion des déchets, et qu'une communication régulière vis-à-vis du public soit réalisée, suivant les modalités appropriées à la nature des installations, civiles ou de défense. L'ASN, l'ASND et le CEA ont convenu de la mise en place d'un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

#### Le suivi de la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets du CEA

L'ASN a engagé des échanges réguliers dédiés avec la DGEC, l'ASND et le CEA, afin de renforcer le suivi de l'avancement des projets prioritaires. L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement les enjeux liés à la réalisation de ces projets, qui doivent être conduits simultanément et concernent tant la conduite d'opérations de démantèlement que l'exploitation d'installations supports à la gestion des déchets. L'ASN constate que les échéances de projets prioritaires ont évolué depuis le dossier remis en 2016. Elle continuera à porter une vigilance particulière sur la conduite et le suivi de ces projets. L'ASN souligne, néanmoins, la bonne anticipation des travaux nécessaires pour éviter la saturation de certaines capacités d'entreposage de déchets, comme la tranche 3 de l'installation Cedra, et la bonne adéquation du schéma directeur des transports avec les capacités d'entreposage du CEA.

### 2.4 La stratégie de gestion des déchets d'Orano et l'appréciation de l'ASN

L'usine de traitement et de recyclage des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente des enjeux majeurs en matière de gestion des déchets radioactifs. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant majoritairement de centrales nucléaires de production d'électricité, mais également de réacteurs de recherche; d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du « cycle » (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

En 2016, Orano a remis à l'ASN et à l'ASND un dossier, complété en 2017, présentant sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que sa mise en œuvre concrète sur les sites de [La Hague](#) et du [Tricastin](#). Orano a par ailleurs transmis, en 2018, des engagements généraux et particuliers pour les sites de La Hague et du Tricastin. L'ASN a

pris position sur cette stratégie, [le 14 février 2022](#), en demandant à Orano d'améliorer celle-ci selon les quatre axes suivants :

- la mise en œuvre de la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets doit être priorisée suivant les risques présentés par chaque opération ou projet ;
- la mise en œuvre de la stratégie d'assainissement doit reposer sur une connaissance suffisante de l'état actuel des installations ;
- la maîtrise de la mise en œuvre de la stratégie de RCD et la réduction au plus tôt du terme source mobilisable ;
- le pilotage des projets complexes.

### Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano sont :

- la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de La Hague, des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets complexes rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 13). De plus, les capacités d'entreposage des déchets radioactifs sur le site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les déchets historiques entreposés nécessitent des actions importantes en matière de caractérisation et de recherche d'options de gestion. Les conditions d'entreposage dans certaines installations du Tricastin ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles et doivent être améliorées ;
- la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Les modalités de conditionnement des déchets radioactifs doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement est un axe particulièrement important, nécessitant le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'affecter significativement les projets associés. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire, pour l'exploitant, de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets anciens dans les meilleurs délais, tout en garantissant l'absence de contre-geste pouvant compromettre le conditionnement définitif. Pour mémoire, l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement impose que les déchets MA-VL produits avant 2015 soient conditionnés au plus tard fin 2030.

Dans le cadre des opérations de RCD, Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues radioactives provenant de l'installation [STE2](#) de La Hague ;
- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et [Melox](#) (Gard) ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

## 2.5 La stratégie de gestion des déchets d'EDF et l'appréciation de l'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Il s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

### Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda.

### Les déchets d'exploitation et de maintenance

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et de maintenance sont conditionnés sur les sites de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur usés.

Enfin, les tubes guides de grappes usés du parc EDF pourraient être :

- soit traités par Cyclife France dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ;
- soit stockés directement au CSA.

Ces deux options sont à l'étude par EDF.

### Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF a mené, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une étude de fiabilisation de l'activité de ces déchets et a remis ses conclusions en décembre 2019. Ce rapport fait l'objet d'une instruction par l'ASN ;
- les évolutions liées au « cycle du combustible ». La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du « cycle » (voir chapitre 11) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a rendu un [avis sur la cohérence du « cycle du combustible nucléaire »](#) en octobre 2018 (voir chapitre 11).

### 3. La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans huit usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano. On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 170 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages. Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a notamment consisté en la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

#### Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la [circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009](#) du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;
- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance ;
- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- renforcer l'information et la concertation.

#### PNGMDR : le comportement à long terme des sites

Depuis 2003, les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation ;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des verses à stériles et des stériles dans le domaine public en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009 ;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers ;

- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs ;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus ;
- les phénomènes de transport de l'uranium des verses à stériles vers l'environnement ;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

À la suite de l'[avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN du 9 février 2016](#), et dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, Orano a transmis 11 études entre janvier 2017 et février 2020 pour compléter les études remises antérieurement. Sur cette base, l'ASN a remis un avis le 4 février 2021, destiné à faire le point sur ces sujets.

Ainsi, l'[avis n° 2021-AV-0374 de l'ASN du 4 février 2021](#) précise les études restant à réaliser pour répondre aux enjeux associés aux anciens sites miniers et rappelés ci-avant. Ces études peuvent conduire à la réalisation de travaux, tels que le retrait de stériles miniers dans le domaine public, le renforcement d'ouvrages ceinturant les sites de stockage, l'amélioration de la conservation de la mémoire. Cet avis recommande aussi la poursuite des travaux de deux groupes de travail techniques portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Le rapport final, sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, a été finalisé et publié le 30 janvier 2023. Par la suite, ce rapport devra être pris en compte par Orano afin de mettre à jour ses études d'évaluation de la stabilité de ses ouvrages ceinturant les sites de stockage de résidus de traitement miniers ;
- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères. En 2022, le groupe de travail technique dédié a poursuivi l'élaboration de la méthodologie d'analyse multicritères multi-acteurs, en la testant notamment sur un site et a également débuté la rédaction du guide méthodologique.

L'ASN a proposé la création d'un troisième groupe dont le travail portera sur la mise à jour de la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement miniers. Ce groupe de travail s'attachera, en particulier, à préciser les scénarios de dégradation à long terme de la couverture des stockages de résidus de traitement miniers, en lien avec les scénarios d'évolution des sites de stockage de déchets radioactifs et les travaux menés dans le cadre du groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP Limousin). Son lancement a été reporté à 2023, la priorité ayant été donnée aux travaux des deux groupes de travail mentionnés ci-dessus.

Le PNGMDR 2022-2026 prévoit la poursuite de ces actions relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium. Elle se traduira par la définition, en 2023, d'un programme de travail détaillé. Ce programme prendra notamment en compte la mise à jour des études sur la stabilité des ouvrages suivant la méthodologie proposée par le rapport final sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium précisé ci-avant.

### ACTION DE L'ASN CONCERNANT LES DIFFÉRENTS SITES MINIER D'URANIUM ET SOLS POLLUÉS PAR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Le contrôle des modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers en dehors des sites de production ou des stockages sont de la responsabilité du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Ainsi, les mines, les stockages de résidus miniers, les modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers dans le domaine public ou la gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives sans responsable solvable ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN. L'ASN intervient en appui des services de l'État, à leur demande, en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public, ainsi que les filières de gestion des déchets, des résidus et des stériles miniers. De plus, dans le cadre du

PNGMDR, l'ASN rend des avis sur les études remises afin, par exemple, d'améliorer les connaissances sur l'évolution de l'impact radiologique à long terme des anciens sites miniers sur le public et l'environnement.

L'ASN peut, à la demande de l'autorité compétente, émettre des avis relatifs à la gestion de ces sites, au regard des enjeux de radioprotection et de gestion des déchets radioactifs.

## 4. La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un **site pollué** par des substances radioactives se définit comme un site qui, du fait d'anciens dépôts de substances ou déchets radioactifs, d'utilisation ou d'infiltration de substances radioactives ou d'activation radiologique de matériaux, présente une pollution radioactive susceptible de provoquer une nuisance ou un risque durable pour les personnes ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités, mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le siège d'activités industrielles passées, à une époque où la connaissance des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX<sup>e</sup> siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou le zircon. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'[inventaire national](#) de l'Andra, mis à jour tous les trois ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition de 2018 est disponible sur [andra.fr](#) au même titre que la publication des [Essentiels 2022 de l'inventaire national](#)), ainsi que les [bases de données](#) consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

L'ASN estime, par ailleurs, que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

En application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement, les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance

des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif ([CNAR](#)) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

Au titre de l'article D. 542-15 du code de l'environnement, la composition de la CNAR est la suivante :

- des « membres de droit », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'Association des maires de France ;
- des membres mandatés pour quatre ans par les ministres en charge de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

Par arrêté du 21 mars 2019, les membres mandatés ont été nommés à la CNAR. La commission s'est réunie 5 fois au cours de l'année 2022, notamment pour traiter les dossiers relatifs à la reprise d'objets radioactifs détenus par des particuliers, la gestion de sites pollués ou la gestion de terres issus de l'assainissement d'anciens sites historiques.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En ce qui concerne la gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, le préfet peut s'appuyer sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site, et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

# Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022

**P**our assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à [Bordeaux](#), [Caen](#), [Châlons-en-Champagne](#), [Dijon](#), [Lille](#), [Lyon](#), [Marseille](#), [Nantes](#), [Orléans](#), [Paris](#) et [Strasbourg](#).

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'INB une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le [code de l'environnement](#) (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, fonctionnement et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :

1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, la section 1 intitulée « [Nomenclature des installations nucléaires de base](#) » du chapitre III du titre IX du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'INB peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB

peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du « cycle du combustible » ou un centre du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :

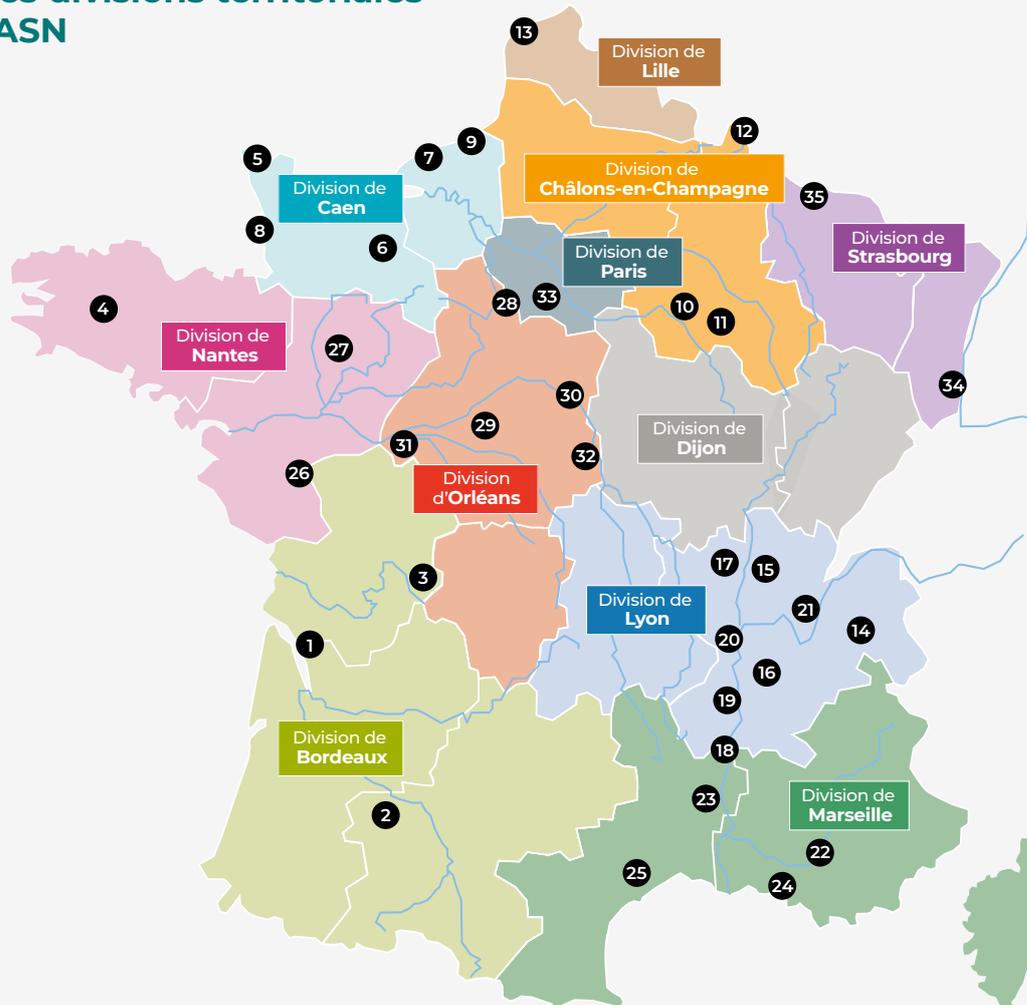
- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par décision de l'ASN.

Au 31 décembre 2022, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 123.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du [décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963](#) relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumis à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 13) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB (par exemple, en conséquence de la réunion des INB 63 et 98 en une seule INB 63-U, les numéros 63 et 98 ont été retirés de la liste et le numéro 63-U a été créé).

# Installations contrôlées par les divisions territoriales de l'ASN



## BORDEAUX

- ① Blayais
- ② Golfech
- ③ Civaux

## CAEN

- ④ Brennilis
- ⑤ La Hague
- ⑥ Caen
- ⑦ Paluel
- ⑧ Flamanville
- ⑨ Penly

## CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

- ⑩ Nogent-sur-Seine
- ⑪ Soulaines-Dhuys
- ⑫ Chooz

## LILLE

- ⑬ Gravelines

## LYON

- ⑭ Grenoble
- ⑮ Bugey
- ⑯ Romans-sur-Isère
- ⑰ Dagneux
- ⑱ Tricastin
- ⑲ Cruas-Meyssse
- ⑳ Saint-Alban
- ㉑ Creys-Malville

## MARSEILLE

- ㉒ Cadarache
- ㉓ Marcoule
- ㉔ Marseille
- ㉕ Malvési

## NANTES

- ㉖ Pouzauges
- ㉗ Sablé-sur-Sarthe

## ORLÉANS

- ㉘ Saclay
- ㉙ Saint-Laurent-des-Eaux
- ㉚ Dampierre-en-Burly
- ㉛ Chinon
- ㉜ Belleville-sur-Loire
- ㉝ Fontenay-aux-Roses

## PARIS

Les INB d'Île-de-France sont contrôlées par la division d'Orléans.

## STRASBOURG

- ㉞ Fessenheim
- ㉟ Cattenom

### Types d'installations

- Centrales nucléaires
- Usines
- Installations de recherche
- Stockages de déchets
- Autres



• ANNEXE •

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
<b>DIVISION DE BORDEAUX</b>				
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 2) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159
<b>DIVISION DE CAEN</b>				
4 Brennilis	MONTS D'ARRÉE (EL4-D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	33
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (ATI) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	38
5 La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	47
5 La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
5 La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	80
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP3-A) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	116
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	117
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	118
6 Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 - EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140
<b>DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE</b>				
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
11 Soulaïnes-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D) (CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

• ANNEXE •

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
<b>DIVISION DE LILLE</b>				
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	96
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	97
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	122
<b>DIVISION DE LYON</b>				
14 Grenoble	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STED) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Transformation de substances radioactives	36
14 Grenoble	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
14 Grenoble	ENTREPOSAGE DE DÉCROISSANCE (STD) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Entreposage de substances radioactives	79
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteur	45
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	78
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	89
15 Bugey	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 Bugey	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173
16 Romans -sur-Isère	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de combustibles nucléaires	63-U
17 Dagneux	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX Z.I. Les Chartinières - 01120 Dagneux (Ain)	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	87
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	88
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) 26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie- Enrichissement	Transformation de substances radioactives	93
18 Tricastin	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Transformation de substances radioactives	105
18 Tricastin	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie- Enrichissement	Usine	138
18 Tricastin	INSTALLATION TU5 et W BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Transformation de substances radioactives	155
18 Tricastin	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)	EDF	Maintenance nucléaire	157
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) 84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie- Enrichissement	Transformation de substances radioactives	168
18 Tricastin	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
18 Tricastin	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	178
18 Tricastin	P35 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	179
18 Tricastin	FOURNITURE LOCALE D'ENTREPOSAGE D'URANIUM DE RETRAITEMENT (FLEUR) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie- Enrichissement	Réception, entreposage, expédition de conteneurs d'uranium	180
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	111
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	112
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 1) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	119
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 2) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	120
21 Creys-Malville	RÉACTEUR SUPERPHÉNIX 38510 Morestel (Isère)	EDF	Réacteur	91
21 Creys-Malville	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) 38510 Creys-Mépieu (Isère)	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

• ANNEXE •

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
<b>DIVISION DE MARSEILLE</b>				
22 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISOIRE et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PÉGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
22 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
22 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
22 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
22 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
22 Cadarache	ÉOLE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42
22 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHIS (ATUe) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
22 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
22 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
22 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
22 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
22 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
22 Cadarache	MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	95
22 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES DE FABRICATIONS EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES AVANCÉS (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
22 Cadarache	CHICADE BP 1 - 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
22 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
22 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
22 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCÉE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
22 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172
22 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium	174
23 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
23 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
23 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 - 30200 Chusclan (Gard)	Orano Recyclage	Fabrication de substances radioactives	151
23 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Cyclife France	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
23 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
23 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
24 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 - 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
25 Malvésí	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de substances radioactives	175

• ANNEXE •

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2022

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
<b>DIVISION DE NANTES</b>				
26 Pouzauges	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)	Ionisos	Installation d'ionisation	146
27 Sablé-sur-Sarthe	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)	Ionisos	Installation d'ionisation	154
<b>DIVISION D'ORLÉANS</b>				
28 Saclay	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CIS bio international	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
28 Saclay	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Transformation de substances radioactives	35
28 Saclay	OSIRIS-ISIS 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteurs	40
28 Saclay	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
28 Saclay	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
28 Saclay	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72
28 Saclay	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
28 Saclay	ORPHÉE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	101
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	46
29 Saint-Laurent-des-Eaux	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	100
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 1 et 2) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	84
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 3 et 4) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	85
31 Chinon	ATELIER DES MATÉRIAUX IRRADIÉS (AMI) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
31 Chinon	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	107
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	132
31 Chinon	CHINON A1 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	133
31 Chinon	CHINON A2 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	153
31 Chinon	CHINON A3 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	161
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 1) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	127
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 2) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	128
33 Fontenay-aux-Roses	PROCÉDÉ 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de recherche	165
33 Fontenay-aux-Roses	SUPPORT 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166
<b>DIVISION DE STRASBOURG</b>				
34 Fessenheim	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM (réacteurs 1 et 2) 68740 Fessenheim (Haut-Rhin)	EDF	Réacteurs	75
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	124
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	125
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	126
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	137

### **Crédits photos et infographies**

**Éditorial du collègue :** p. 3: ASN/J. Grison.

**Éditorial du directeur général :** p. 9: ASN/Sipa/V. Colin.

**Faits marquants :** p. 12: ASN; p. 13: EDF; p. 14: EDF/M. Colin;  
p. 16-17: D. Candano Laris/IAEA.

**Panorama régional :** p. 62: EDF.

**Chapitre 1 :** p. 102: ASN/Sipa/C. Mahoudeau;

p. 107: Argonne National Laboratory; p. 109: IRSN; 112: ASN.

**Chapitre 2 :** p. 122: ASN/C. Dupont;

p. 132-133-134-135: ASN/Sipa/V. Colin.

**Chapitre 3 :** p. 148: ASN/Sipa/C. Michel.

**Chapitre 4 :** p. 172: ASN/P. Beuf; p. 176-180: ASN;

p. 182: Clin Paluel Penly.

**Chapitre 5 :** p. 184-194: Gaellebcphotographe/NMC;

p. 188-189: G. Maisonneuve/Médiathèque IRSN.

**Chapitre 6 :** p. 196-207: ASN; p. 201: WENRA.

**Chapitre 7 :** p. 210: ASN/Sipa/A. Finistre.

**Chapitre 8 :** p. 242: N. Lartigue/Pellicam/Médiathèque IRSN;  
p. 259-268-269: ASN.

**Chapitre 9 :** p. 272: ASN/Sipa/C. Creutz; p. 275: ASN; p. 286: IAEA.

**Chapitre 10 :** p. 290: ASN/Sipa/C. Michel; p. 293-294-295-318: ASN;

p. 313: EDF; p. 316: ASN/Sipa/J.M. Nossant; p. 322: EDF Flamanville.

**Chapitre 11 :** p. 324: ASN/Sipa/C. Mahoudeau; p. 328-329: ASN.

**Chapitre 12 :** p. 334: ITER Organization; p. 337: ASN.

**Chapitre 13 :** p. 340: P. Dumas/CEA; p. 348-355: ASN.

**Chapitre 14 :** p. 362: ASN/Sipa/C. Mahoudeau; p. 373: Andra;  
p. 375: ASN.

**Annexe :** p. 383: ASN.

### **Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2022**

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge

Centre d'information du public

Tél.: 33 (0)1 46 16 41 46 – E-mail: info@asn.fr

**Directeur de la publication :** Bernard Doroszczuk, Président

**Rédactrice en chef :** Marie-Christine Bardet

**Secrétaire de rédaction :** Fabienne Covard

**Iconographie :** Olivier Javay

**ISSN 1967 – 5127**

**N° imprimeur :** 14053-5-2023 – **Dépôt légal :** mai 2023

**Conception et réalisation :** BRIEF

**Impression :** Imprimerie Fabrègue



Pour toute demande d'information,  
contactez-nous sur



[info@asn.fr](mailto:info@asn.fr)

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux





AUTORITÉ  
DE SÛRETÉ  
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté  
nucléaire et la radioprotection