

<b>1</b>	<b>GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF</b>	357
1 1	La description d'une centrale nucléaire	
1 1 1	Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression	
1 1 2	Le cœur, le combustible et sa gestion	
1 1 3	Le circuit primaire et les circuits secondaires	
1 1 4	L'enceinte de confinement	
1 1 5	Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde	
1 1 6	Les autres systèmes	
1 2	L'exploitation d'une centrale nucléaire	
1 2 1	L'organisation d'EDF	
1 2 2	Examiner attentivement les documents d'exploitation	
1 2 3	Contrôler les arrêts de réacteur	
<b>2</b>	<b>LES GRANDS ENJEUX DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION</b>	365
2 1	Les hommes, les organisations, la sûreté et la compétitivité	
2 1 1	Contrôler les facteurs organisationnels et humains	
2 1 2	Contrôler la gestion de l'emploi, des compétences, de la formation et des habilitations au sein d'EDF	
2 1 3	Intégrer le management de la sûreté dans le système de management général	
2 1 4	Surveiller la qualité des activités sous-traitées	
2 1 5	Soumettre certaines opérations à un système d'autorisations internes	
2 2	L'amélioration continue de la sûreté nucléaire	
2 2 1	Veiller à la correction des anomalies	
2 2 2	Examiner les événements et le retour d'expérience d'exploitation	
2 2 3	Les réexamens de sûreté	
2 2 4	Autoriser les modifications apportées aux matériels et aux règles d'exploitation	
2 3	S'assurer de la prise en compte des phénomènes de vieillissement des centrales nucléaires	
2 3 1	L'âge du parc électronucléaire français	
2 3 2	Les principaux facteurs de vieillissement	
2 3 3	La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels	
2 3 4	La politique de l'ASN	
2 4	Le réacteur EPR Flamanville 3	
2 4 1	Les étapes jusqu'à la mise en service	
2 4 2	Le contrôle de la construction en 2009	
2 4 3	Coopérer avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères	
2 5	Les réacteurs du futur : engager des discussions sur la sûreté de la génération IV	
2 6	S'appuyer sur la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection	
<b>3</b>	<b>LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES</b>	386
3 1	L'exploitation et la conduite	
3 1 1	La conduite en fonctionnement normal : autoriser les modifications documentaires et veiller à leur respect	
3 1 2	Examiner les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident	

3 2	<b>La maintenance et les essais</b>	
3 2 1	Contrôler les pratiques de maintenance	
3 2 2	Instruire la qualification des applications scientifiques	
3 2 3	Garantir l'emploi de méthodes de contrôle performantes	
3 2 4	Autoriser les programmes d'essais périodiques	
3 3	<b>Le combustible</b>	
3 3 1	Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur	
3 3 2	Les modifications apportées aux assemblages de combustible	
3 3 3	Renforcer la sûreté des opérations de manutention du combustible	
3 4	<b>Exercer un contrôle approfondi sur les circuits primaire et secondaires</b>	
3 4 1	Faire surveiller et contrôler les circuits	
3 4 2	Surveiller les zones en alliage à base de nickel	
3 4 3	S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs	
3 4 4	Assurer l'intégrité des tubes des générateurs de vapeur	
3 5	<b>Vérifier la conformité des enceintes de confinement</b>	
3 6	<b>Appliquer la réglementation relative aux équipements sous pression</b>	
3 7	<b>La protection contre les agressions</b>	
3 7 1	Prévenir les risques liés au séisme	
3 7 2	Elaborer les règles de prévention des inondations	
3 7 3	Prévenir les risques liés à la canicule et à la sécheresse	
3 7 4	Prendre en compte le risque d'incendie	
3 7 5	Contrôler la prise en compte du risque d'explosion	
3 8	<b>L'inspection du travail</b>	
<b>4</b>	<b>LA RADIOPROTECTION ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>	408
4 1	<b>Contrôler la radioprotection des personnels</b>	
4 2	<b>Encadrer les rejets des centrales nucléaires</b>	
4 2 1	Réviser les autorisations de rejets	
4 2 2	Les procédures menées en 2009	
4 2 3	Connaître les valeurs des rejets radioactifs	
4 3	<b>Contrôler la gestion des déchets technologiques</b>	
4 4	<b>Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances</b>	
4 4 1	Maîtriser le risque microbiologique	
4 4 2	Prévenir la pollution accidentelle des eaux	
4 4 3	Limiter le bruit	
<b>5</b>	<b>LES APPRÉCIATIONS</b>	417
5 1	<b>Évaluer les services centraux et les performances globales des centrales nucléaires</b>	
5 1 1	Évaluer la sûreté nucléaire	
5 1 2	Évaluer la radioprotection	
5 1 3	Évaluer les dispositions en matière de protection de l'environnement	
5 1 4	Analyser les dispositions concernant les hommes et les organisations	
5 1 5	Analyser le retour d'expérience	
5 2	<b>Évaluer chaque site</b>	
<b>6</b>	<b>PERSPECTIVES</b>	426

Le présent chapitre est consacré aux réacteurs à eau sous pression. Ces réacteurs, qui servent à produire de l'électricité, sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans les autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent 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. Ces réacteurs sont aujourd'hui exploités par Électricité de France (EDF). Une particularité française est la standardisation du parc, avec un nombre important de réacteurs techniquement proches, qui justifie une présentation générique dans le présent chapitre.

## 1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF

Les dix-neuf centrales nucléaires françaises en exploitation sont globalement semblables. Elles comportent chacune deux à six réacteurs à eau sous pression, pour un total de cinquante-huit réacteurs. Pour tous ces réacteurs, la partie nucléaire a été conçue et construite par FRAMATOME, EDF jouant le rôle d'architecte industriel.

Parmi les trente-quatre réacteurs de 900 MWe, on distingue :

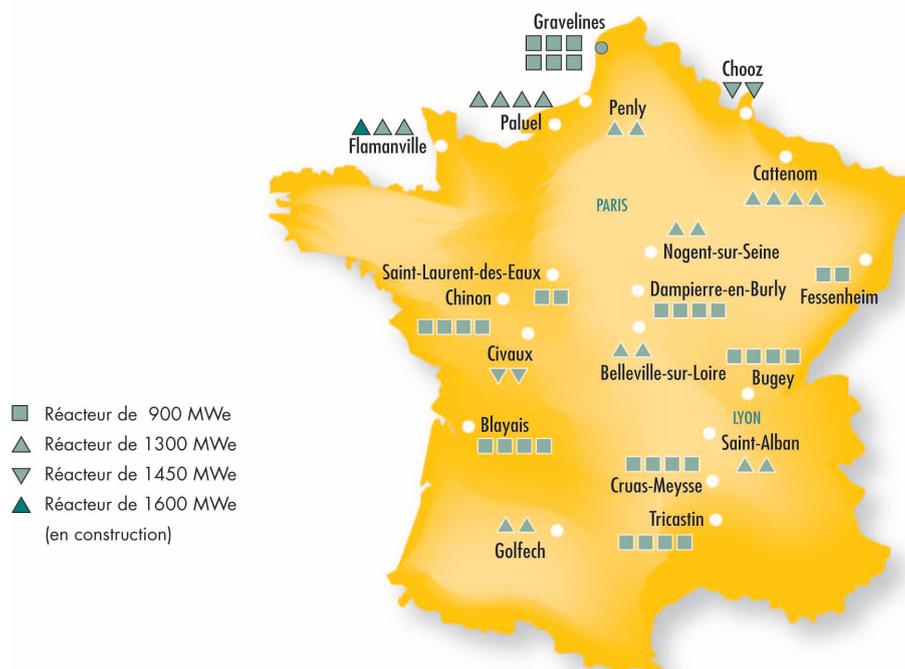
- le palier CP0, constitué des quatre réacteurs du Bugey (réacteurs 2 à 5) et des deux réacteurs de Fessenheim ;
- le palier CPY, constitué des vingt-huit autres réacteurs de 900 MWe, qu'on peut subdiviser en CP1 (dix-huit réacteurs au Blayais, à Dampierre-en-Burly, à Gravelines et au Tricastin) et CP2 (dix réacteurs à Chinon, à Cruas-Meysses et à Saint-Laurent-des-Eaux).

Parmi les vingt réacteurs de 1300 MWe, on distingue :

- le palier P4, constitué des huit réacteurs de Flamanville, de Paluel et de Saint-Alban ;
- le palier P'4, constitué des douze réacteurs de Belleville-sur-Loire, de Cattenom, de Golfech, de Nogent-sur-Seine et de Penly.

Enfin, le palier N4 est constitué de quatre réacteurs de 1450 MWe : deux sur le site de Chooz et deux sur le site de Civaux.

Malgré la standardisation du parc des réacteurs électronucléaires français, certaines nouveautés technologiques ont été introduites au fur et à mesure de la conception et de la réalisation des centrales nucléaires.



Implantation des réacteurs électronucléaires en France

La conception des bâtiments, la présence d'un circuit de refroidissement intermédiaire entre celui permettant l'aspersion dans l'enceinte en cas d'accident et celui contenant l'eau de la source froide, ainsi qu'un pilotage plus souple, distinguent le palier CPY des réacteurs du Bugey et de Fessenheim (CPO).

Des modifications importantes par rapport au palier CPY ont été apportées dans la conception des circuits et des systèmes de protection du cœur des réacteurs de 1300 MWe et dans celle des bâtiments qui abritent l'installation. L'augmentation de puissance se traduit par un circuit primaire à quatre générateurs de vapeur (GV) offrant une capacité de refroidissement plus élevée que sur les réacteurs de 900 MWe, équipés de trois GV. Par ailleurs, l'enceinte de confinement du réacteur comporte une double paroi en béton au lieu d'une seule paroi doublée d'une peau d'étanchéité en acier comme sur les réacteurs de 900 MWe.

Les réacteurs du palier P4 présentent quelques différences avec ceux du palier P4, notamment en ce qui concerne le bâtiment du combustible et les circuits.

Enfin, les réacteurs du palier N4 se distinguent des réacteurs des paliers précédents notamment par la conception des GV, plus compacts, et des pompes primaires, ainsi que par l'informatisation de la conduite.

## 1 | 1 La description d'une centrale nucléaire

### 1 | 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 classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fuel, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle qui est dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite permet de vaporiser de l'eau. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé d'une tension de 400 000 V. La vapeur, après détente, passe dans un condenseur où elle est refroidie 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.

Chaque réacteur comprend un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la chaudière nucléaire constituée du circuit primaire et des circuits et

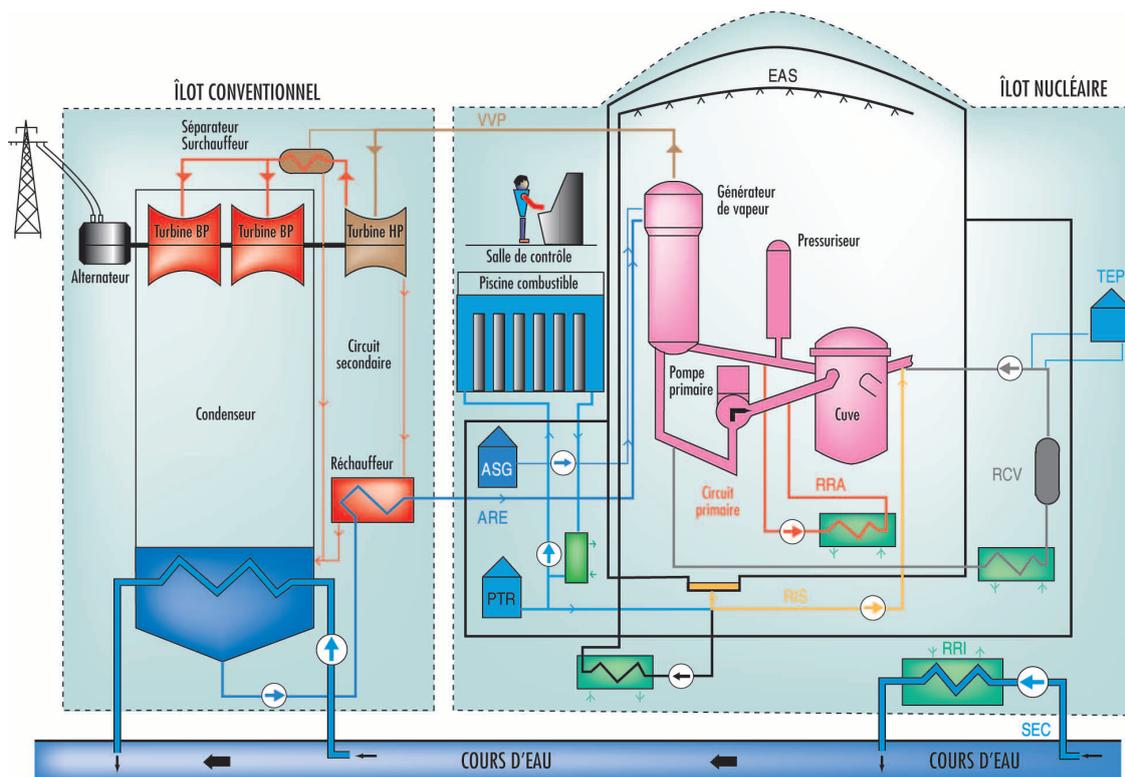


Schéma de principe d'un réacteur à eau sous pression

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, d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de contrôle-commande et de protection du réacteur. À la chaudière nucléaire sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions supports : traitement des effluents primaires, récupération du bore, 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 du combustible.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur.

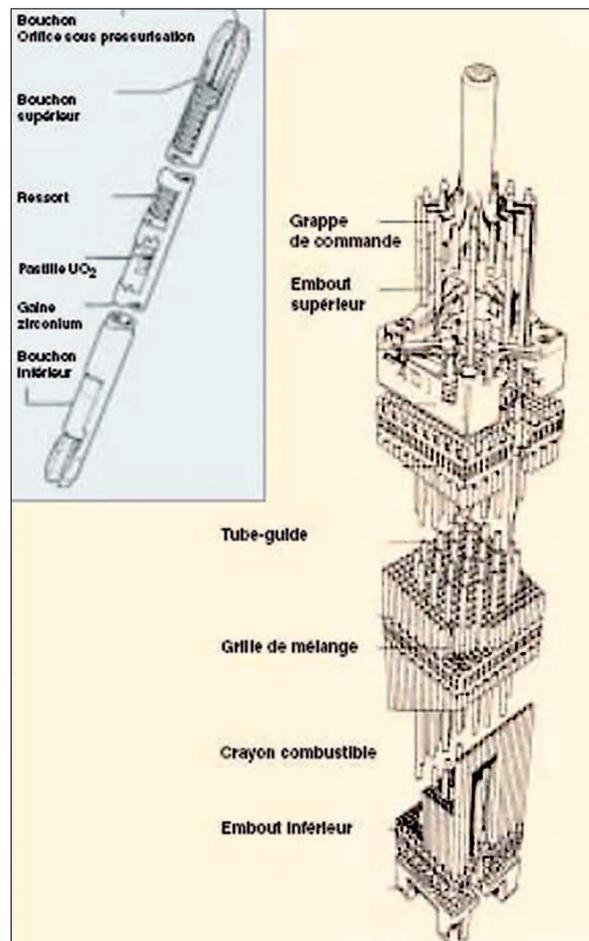
Les circuits secondaires appartiennent pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

La sûreté des réacteurs à eau sous pression est assurée par une série de barrières étanches, résistantes et indépendantes, dont l'analyse de sûreté doit démontrer l'efficacité en situation normale de fonctionnement et en situation d'accident. Ces barrières sont généralement au nombre de trois, constituées par la gaine du combustible (voir point 1|1|2) pour la première barrière, le circuit primaire et les circuits secondaires principaux (voir point 1|1|3) pour la deuxième barrière et l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur (voir point 1|1|4) pour la troisième barrière.

## 1 | 1 | 2 Le cœur, le combustible et sa gestion

Le cœur du réacteur est constitué de « crayons » contenant des pastilles d'oxyde d'uranium ou d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (combustible dit MOX) groupés en « assemblages » de combustible. Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium 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, remonte le long des crayons combustibles et ressort par la partie supérieure à une température de l'ordre 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 que disparaissent les noyaux fissiles.



Crayon combustible pour un réacteur à eau sous pression – Assemblage combustible et grappe de commande

La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est maîtrisée par :

- l'introduction plus ou moins profonde dans le cœur de dispositifs appelés grappes de commande qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elle permet de démarrer et d'arrêter le réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt automatique du réacteur ;
- la variation de la teneur en bore de l'eau du circuit primaire. Le bore, présent dans l'eau du circuit primaire sous forme d'acide borique dissous, permet de modérer, par sa capacité à absorber les neutrons, la réaction en chaîne. La concentration en bore est ajustée pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en matériau fissile.

Le cycle de fonctionnement s'achève lorsque la valeur de la concentration en bore devient nulle. Une prolongation est toutefois possible si l'on abaisse la température, et éventuellement la puissance, en dessous de leurs valeurs nominales. En fin de cycle, le cœur du réacteur

est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans les réacteurs à eau sous pression :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium ( $UO_2$ ) enrichi en uranium 235, à 4,5% au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, des fournisseurs de combustible AREVA 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 du groupe AREVA située à Marcoule (Gard). La teneur initiale en plutonium est limitée à 8,65% (en moyenne par assemblages de combustible) et permet d'obtenir une équivalence énergétique avec du combustible  $UO_2$  enrichi à 3,7% en uranium 235. Ce combustible peut être utilisé dans ceux des réacteurs des paliers CP1 et CP2 dont les décrets d'autorisation de création (DAC) prévoient l'utilisation de combustible MOX, soit vingt-deux réacteurs sur vingt-huit.

La gestion du combustible est spécifique à chaque palier de réacteurs. Elle est caractérisée notamment par :

- la nature du combustible utilisé et sa teneur initiale en matière fissile ;
- le taux d'épuisement maximal du combustible lors de son retrait du réacteur, caractérisant la quantité d'énergie extraite par tonne de matière (exprimé en GWj/t) ;
- la durée d'un cycle de fonctionnement (exprimée généralement en mois) ;
- le nombre d'assemblages de combustible neufs rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages) ;
- le mode de fonctionnement du réacteur avec ou sans variation importante de puissance permettant de caractériser les sollicitations subies par le combustible.

### 1 | 1 | 3 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, sans que l'eau en contact avec le cœur ne sorte de l'enceinte de confinement.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement (boucles au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe et de quatre pour un réacteur de 1300 MWe, de 1450 MWe ou pour un réacteur de type EPR) dont le rôle est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite eau primaire. Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite pompe

primaire, et un générateur de vapeur (GV). L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bar par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est enfermé en totalité dans l'enceinte de confinement.

L'eau du circuit primaire cède la chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les GV. Les GV sont des échangeurs qui contiennent des milliers de 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 une autre partie. La vapeur, produite dans les GV, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des séparateurs 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 réchauffée et renvoyée vers les GV par des

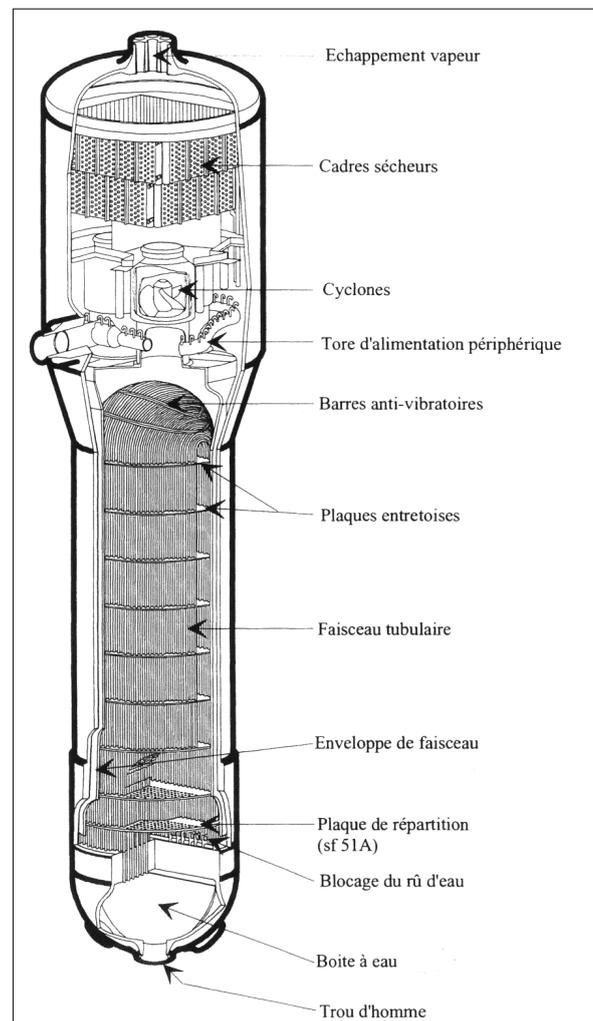
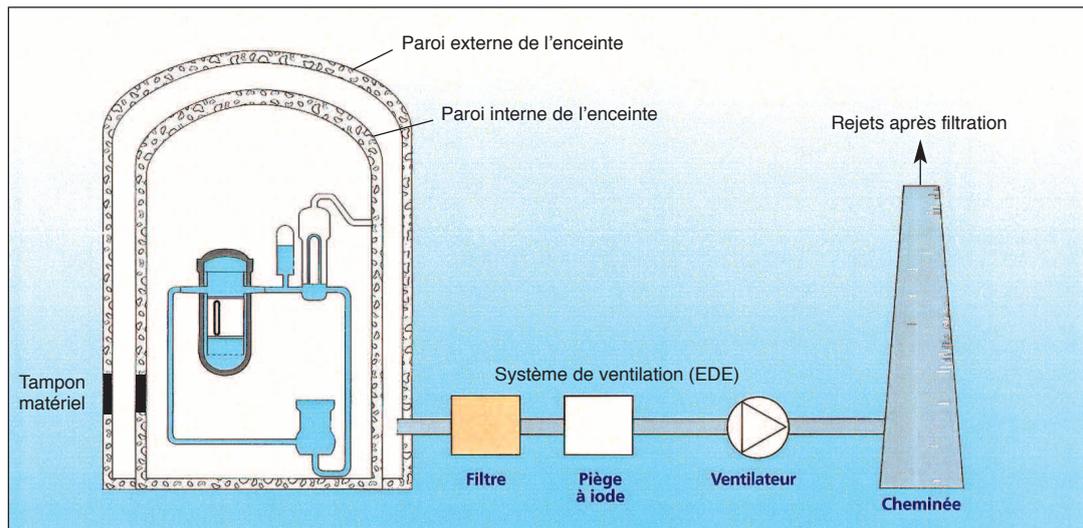


Schéma d'un générateur de vapeur



L'enceinte de confinement d'un réacteur de 1300 MWe

pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires à travers des réchauffeurs.

#### 1 | 1 | 4 L'enceinte de confinement

L'enceinte de confinement des réacteurs à eau sous pression assure deux fonctions :

- la protection du réacteur contre les agressions externes ;
- le confinement et, par conséquent, la protection du public et de l'environnement contre les produits radioactifs susceptibles d'être dispersés hors du circuit primaire en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui pourraient être atteintes en cas d'accident et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions.

Les enceintes de confinement sont de deux types :

- les enceintes des réacteurs de 900 MWe, qui 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). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression qui résulterait de l'accident le plus sévère pris en compte à la conception, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par une peau métallique de faible épaisseur, située sur la face interne de la paroi en béton ;
- les enceintes des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, qui 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 le système de ventilation (EDE) qui canalise, dans l'espace situé entre les parois, les fluides radioactifs et

les produits de fission qui pourraient provenir de l'intérieur de l'enceinte à la suite d'un accident. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe.

#### 1 | 1 | 5 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Le rôle des circuits auxiliaires est d'assurer, pendant le fonctionnement normal ou lors de la mise à l'arrêt normal du réacteur, les fonctions fondamentales de sûreté (maîtrise de la réactivité neutronique, évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible, confinement des matières 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 système RCV permet, pendant le fonctionnement du réacteur, de contrôler la réactivité neutronique par régulation de la concentration en bore de l'eau primaire. Il est également utilisé pour ajuster la masse d'eau du circuit primaire en fonction des variations de température. En outre, le circuit RCV permet de maintenir la qualité de l'eau du circuit primaire, en réduisant sa teneur en produits de corrosion et en produits de fission par injection de substances chimiques (inhibiteurs de corrosion par exemple). Enfin, ce circuit injecte en permanence de l'eau aux joints des pompes primaires pour assurer leur étanchéité.

Le système RRA a pour fonction, lors de la mise à l'arrêt normal du réacteur, d'évacuer la chaleur du circuit primaire et la puissance résiduelle du combustible, puis de maintenir l'eau primaire à basse température tant qu'il y a

du combustible dans le cœur. En effet, après l'arrêt de la réaction en chaîne, le cœur du réacteur continue à produire de la chaleur qu'il est nécessaire d'évacuer pour ne pas endommager le combustible. Le circuit RRA sert également aux mouvements de l'eau de la piscine du réacteur après rechargement du combustible.

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement du circuit d'injection de sécurité (RIS), du circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS) et du circuit d'eau alimentaire de secours des GV (ASG).

Le circuit RIS injecte de l'eau borée dans le cœur du réacteur en cas d'accident afin de modérer la réaction nucléaire et d'évacuer la puissance résiduelle. Il est composé d'accumulateurs sous pression, qui fonctionnent de manière passive, et de différentes pompes aux débits et pressions de refoulement adaptés pour répondre aux différents types d'accident. En cas d'accident de type perte de réfrigérant primaire ou rupture de tuyauterie vapeur, ces pompes aspirent dans un premier temps l'eau du réservoir de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR). Puis, lorsque ce réservoir est vide, ces pompes sont connectées aux puisards du bâtiment réacteur où est recueillie l'eau pulvérisée par le système EAS, ainsi que l'eau qui s'échapperait du circuit primaire en cas de fuite sur ce circuit.

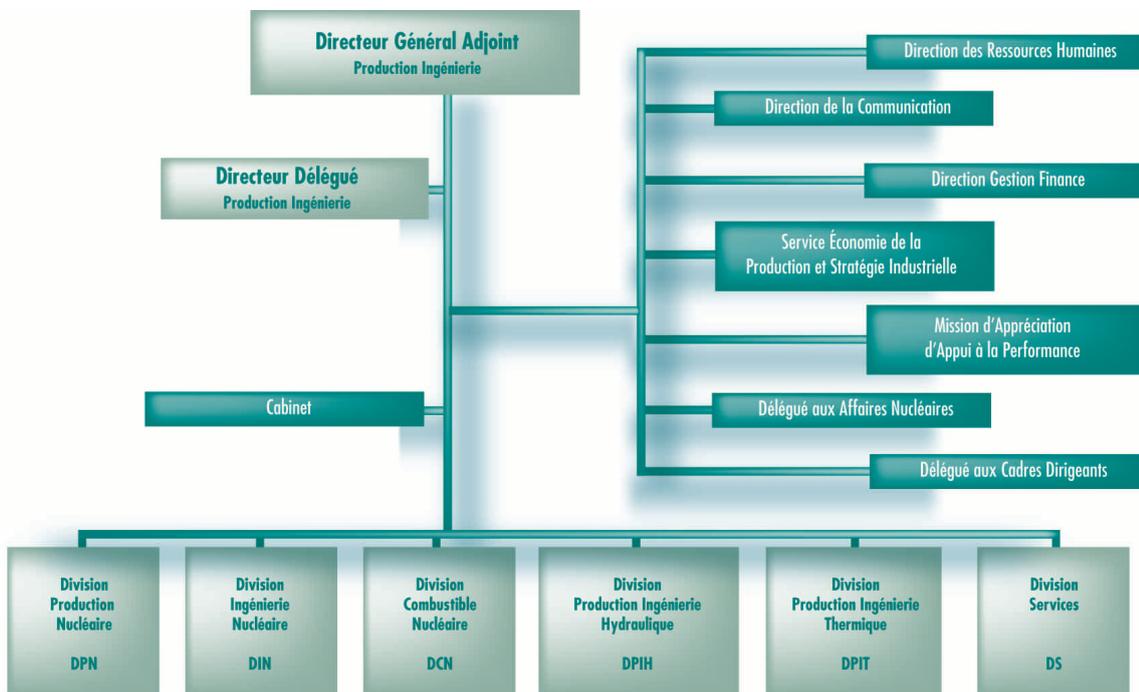
En cas d'accident conduisant à une augmentation de la pression et de la température dans le bâtiment réacteur, le circuit EAS pulvérise de l'eau additionnée de soude. Cette opération permet de rétablir des conditions ambiantes acceptables, de préserver l'intégrité de l'enceinte de confinement et de rabattre au sol les aérosols radioactifs éventuellement disséminés dans cette enceinte.

Le circuit ASG permet de maintenir le niveau d'eau dans la partie secondaire des GV et donc de refroidir l'eau du circuit primaire en cas d'indisponibilité de leur système d'alimentation normale (ARE). Il est également utilisé en fonctionnement normal et lors des phases d'arrêt et de démarrage du réacteur.

## 1 | 1 | 6 Les autres systèmes

Parmi les autres systèmes ou circuits nécessaires au fonctionnement du réacteur et importants pour sa sûreté, on peut mentionner :

- 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 pompée dans le cours d'eau ou la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de la source froide ;



Organisation de la Direction Production Ingénierie (DPI) d'EDF

- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles stockés dans la piscine d'entreposage du combustible ;
- les systèmes de ventilation, qui jouent un rôle essentiel dans le confinement des matières 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, les systèmes électriques.

## 1 | 2 L'exploitation d'une centrale nucléaire

### 1 | 2 | 1 L'organisation d'EDF

Au sein de la direction production ingénierie (DPI) d'EDF sont distinguées les fonctions d'exploitant et de concepteur. Le concepteur est responsable du développement et de la valorisation durable de son patrimoine ainsi que de sa déconstruction au terme de l'exploitation. L'exploitant est responsable des performances à court et moyen termes de ses sites de production, ainsi que des questions de sûreté, de radioprotection, de sécurité, d'environnement, de disponibilité et de coûts afférentes à leur exploitation quotidienne.

#### *La division production nucléaire (DPN)*

La responsabilité d'exploitant au quotidien est assurée par la DPN. Le directeur de la DPN a autorité sur les directeurs des centrales nucléaires. Il dispose par ailleurs de services centraux, qui comprennent des services d'expertise et d'appui, chargés d'élaborer la doctrine de la DPN et de participer à l'amélioration de l'exploitation des centrales.

L'unité d'ingénierie en exploitation (UNIE) a pour mission de fournir un appui aux sites et à la direction de la DPN. Elle est responsable des doctrines et des référentiels en matière de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement. À ce titre, l'UNIE élabore les référentiels applicables sur les centrales nucléaires et assure le suivi de leur mise en œuvre. Elle aide les sites à atteindre leurs objectifs de sûreté et de performance. Elle assiste la direction de la DPN pour exercer sa mission de management et de contrôle de la mise en œuvre des décisions nationales concernant l'ensemble des centrales nucléaires. L'UNIE contribue également à l'appui de la direction de la DPN et des centrales nucléaires pour conduire le changement en intégrant les aspects techniques et les facteurs humains, socio-organisationnels et économiques.

L'unité technique opérationnelle (UTO) est responsable, pour l'ensemble du parc, de la mise en œuvre des opérations (modifications et maintenance). Elle a en charge la maintenance générique, la politique de recours aux prestataires, la supervision des arrêts de réacteur et la politique d'achat.

Enfin, l'inspection nucléaire (IN) mène, pour le compte de la direction de la DPN, des actions de vérification sur l'ensemble de la division.

Au sein des centrales nucléaires, le directeur a la responsabilité d'exploitant nucléaire de ses installations. Les services sont organisés par métiers pour assurer la sûreté, la radioprotection, la production et la maintenance. Des équipes transverses sont constituées par projet pour mener des activités spécifiques comme les arrêts de réacteur. Les activités de production et de maintenance peuvent également s'appuyer sur un service d'ingénierie.

#### *La division ingénierie nucléaire (DIN)*

Le rôle de concepteur est porté par la (DIN). À ce titre, la DIN est responsable du référentiel de conception des installations. Elle assure les activités d'ingénierie portant sur la préparation de l'avenir, c'est-à-dire les études, avant-projets et projets d'évolution à long terme des installations qui sortent de l'horizon naturel de travail de l'exploitant. Enfin, elle dirige les projets visant à maintenir le patrimoine dans lequel prédominent les aspects de conception et notamment les réexamens de sûreté. Elle est responsable des projets de centrales nucléaires nouvelles en France (EPR Flamanville 3) et à l'étranger dans lesquels EDF est impliquée. Elle est responsable des activités de déconstruction.

Parmi les centres d'ingénierie qui composent la DIN, le service d'études et projets thermiques et nucléaires (SEPTEN) est responsable des études amont et des avant-projets.

Le centre national d'équipement nucléaire (CNEN) est plus particulièrement chargé de la conception des équipements et de leurs modifications pour l'ilot nucléaire des réacteurs du palier N4 et des projets de centrales nucléaires nouvelles en France (EPR Flamanville 3) et à l'étranger.

Les activités portant sur les réacteurs du palier N4 sont en cours de transfert du CNEN vers le centre d'ingénierie du parc nucléaire (CIPN) qui est actuellement en charge des ilots nucléaires des paliers 900 MWe et 1300 MWe. Début 2011, le CIPN exercera complètement les responsabilités actuelles du CNEN pour le palier N4.

Le centre national d'équipement de production d'électricité (CNEPE) s'occupe des ilots conventionnels de l'ensemble du parc.

Les activités de déconstruction et de gestion des déchets sont regroupées au centre d'ingénierie déconstruction environnement (CIDEN).

Enfin, le centre d'expertise et d'inspection dans les domaines de la réalisation et de l'exploitation (CEIDRE)

intervient dans l'inspection en service des équipements et la réalisation d'expertises.

### *Les interlocuteurs de l'ASN*

Dans le cadre de son action de contrôle au niveau national, l'ASN a des relations principalement avec la DPN pour le parc en exploitation et la DIN pour les nouveaux projets. Les interlocuteurs de l'ASN sont les services centraux de la DPN pour le traitement des affaires génériques, c'est-à-dire concernant plusieurs voire la totalité des réacteurs du parc. L'ASN s'adresse directement à la direction de chaque centrale nucléaire pour les questions qui concernent spécifiquement la sûreté des réacteurs qui s'y trouvent. Les dossiers relatifs à la conception des équipements et aux études qui s'y rapportent sont, quant à eux, traités en premier lieu avec la DIN. Ceux relatifs aux combustibles et à leur gestion font, en complément, l'objet d'échanges avec une troisième division chargée plus spécifiquement de ces questions : la division combustibles nucléaires (DCN).

## **1 | 2 | 2 Examiner attentivement les documents d'exploitation**

Les centrales nucléaires sont exploitées au quotidien conformément à un ensemble de documents. L'ASN porte une attention particulière à tous ceux qui concernent la sûreté.

En premier lieu, il s'agit des règles générales d'exploitation (RGE) auxquelles sont soumis les réacteurs en exploitation ; elles complètent le rapport de sûreté, qui traite essentiellement des dispositions prises à la conception du réacteur et traduisent les hypothèses initiales et les conclusions des études de sûreté en règles opératoires.

Les RGE comportent plusieurs chapitres dont les plus importants pour la sûreté font l'objet d'un examen attentif de la part de l'ASN.

- Le chapitre III décrit les spécifications techniques d'exploitation (STE) qui délimitent le domaine de fonctionnement normal du réacteur, en particulier la plage admissible pour les paramètres d'exploitation (pressions, températures, flux neutronique, paramètres chimiques et radiochimiques...). Les STE précisent également la conduite à tenir en cas de franchissement de ces limites. Les STE définissent aussi les matériels requis en fonction de l'état du réacteur et indiquent les actions à mettre en œuvre en cas de dysfonctionnement ou d'indisponibilité de ces matériels.

- Le chapitre VI est composé de procédures de conduite en situation d'incident ou d'accident. Il prescrit la conduite à adopter dans ces situations pour maintenir ou restaurer les fonctions fondamentales de sûreté (maîtrise de la

réactivité, refroidissement du cœur, confinement des produits radioactifs) et ramener le réacteur dans un état sûr.

- Le chapitre IX définit les programmes de contrôles et d'essais périodiques des matériels et systèmes importants pour la sûreté mis en œuvre pour vérifier leur disponibilité. En cas de résultat non satisfaisant, la conduite à tenir est précisée par les STE. Ce type de situations peut parfois obliger l'exploitant à arrêter le réacteur pour réparer le matériel défaillant.

- Enfin, le chapitre X définit le programme des essais physiques relatifs au cœur des réacteurs. Il contient les règles qui définissent les programmes de vérification du cœur pendant le redémarrage et de surveillance du cœur pendant l'exploitation du réacteur.

En second lieu, il s'agit des documents décrivant les actions de contrôle en service et de maintenance à mettre en œuvre sur les matériels. Sur la base des préconisations des constructeurs, EDF a défini des programmes d'inspection périodique des composants ou des programmes de maintenance préventive (voir point 3|2|1), en fonction de la connaissance des défaillances potentielles des matériels.

Leur mise en œuvre fait appel dans certains cas, particulièrement pour les équipements sous pression, à des méthodes de contrôle non destructives (radiographie, ultrasons, courants de Foucault, ressuage...) dont l'application est confiée à du personnel spécialement qualifié.

## **1 | 2 | 3 Contrôler les arrêts de réacteur**

Les réacteurs doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler le combustible qui s'épuise pendant le cycle de fonctionnement. À chaque arrêt, un tiers ou un quart du combustible est renouvelé. La durée des cycles de fonctionnement dépend de la gestion du combustible adoptée.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles des parties de l'installation qui ne le sont pas pendant son fonctionnement. Ils sont donc mis à profit pour vérifier l'état de l'installation en réalisant des opérations de contrôle et de maintenance, ainsi que pour mettre en œuvre les modifications programmées sur l'installation.

Ces arrêts peuvent être de deux types :

- arrêt pour simple rechargement (ASR) et arrêt pour visite partielle (VP) : 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 ;
- arrêt pour visite décennale (VD) : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance très important. Ce type d'arrêt, qui intervient



Réalisation de l'épreuve hydraulique sur le réacteur numéro 3 de Chinon – Juin 2009

tous les dix ans, est également l'occasion pour 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 décidées dans le cadre des réexamens de sûreté (voir point 2|2|3).

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises pour garantir la sûreté et la radioprotection pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du fonctionnement pour le ou les cycles à venir.

Les principaux points du contrôle réalisé par l'ASN portent :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur la conformité au référentiel applicable du programme d'arrêt de réacteur ; l'ASN prend position sur ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion de points d'information réguliers et d'inspections, sur le traitement des problèmes rencontrés ;
- en fin d'arrêt, à l'occasion de la présentation par l'exploitant du bilan de l'arrêt du réacteur, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service ; à l'issue de ce contrôle, l'ASN autorise le redémarrage du réacteur ;
- après la divergence, sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et après redémarrage.

## 2 LES GRANDS ENJEUX DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION

### 2|1 Les hommes, les organisations, la sûreté et la compétitivité

La contribution de l'homme et des organisations à la maîtrise de la sûreté des INB est déterminante, dans les installations en exploitation, mais aussi lors de la conception, de la construction et du démantèlement des installations. Veiller à ce que cette contribution aille toujours dans le sens de l'amélioration de la sûreté est d'autant plus important que la sûreté est toujours confrontée à d'autres considérations, telles que celles relatives à la compétitivité.

#### 2|1|1 Contrôler les facteurs organisationnels et humains

Pour l'ASN, l'ensemble des éléments de la situation de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité effective des personnes travaillant dans une installation telle qu'une centrale nucléaire constituent ce qu'on appelle les facteurs organisationnels et humains (FOH). Ces éléments concernent

en particulier tout ce qui relève de l'organisation du travail, des acteurs (effectifs, compétences, motivation, ...), des dispositifs techniques et de l'environnement de travail.

Quel que soit le degré de prescription des activités à réaliser, les situations que ces personnes rencontrent de façon effective sur le terrain varient sans cesse (un matériel qui ne réagit pas comme prévu, une activité de nuit, un collègue inexpérimenté, un degré d'urgence plus ou moins grand, des tensions sociales...), ce qui les conduit à adapter leurs façons de travailler (modes opératoires) pour atteindre l'objectif attendu à un coût (fatigue, stress, santé ...) acceptable pour eux.

Il est de la responsabilité de l'exploitant de s'assurer que le personnel dispose des moyens nécessaires et suffisants pour adapter leurs modes opératoires aux variabilités des situations de travail rencontrées. Les personnes doivent pouvoir accomplir leurs tâches de façon performante (sûreté, sécurité, efficacité, qualité), à un coût acceptable pour la santé et qui leur apporte des bénéfices (sentiment du travail bien fait, reconnaissance par les pairs, par la hiérarchie, développement de nouvelles compétences...).

Des moyens inadaptés peuvent conduire à des situations à risque : par exemple, outillage inadéquat, locaux exigus ou mal éclairés, formation ou entraînement insuffisant, mauvaise conception des interfaces hommes-machines, manque de pièces de rechange, collectifs professionnels (équipe de conduite, de maintenance) déstabilisés par des évolutions d'organisation, effectifs insuffisants ou manque de temps alloué pour accomplir les tâches. Ainsi, une situation d'exploitation où la performance est bonne, mais où elle a été obtenue au prix d'un coût humain très élevé pour les opérateurs, est un gisement de risques : une petite variation du contexte ou un changement d'opérateur peut suffire pour que la performance ne soit plus atteinte.

### *Le contrôle de l'ASN*

L'ASN attend de l'exploitant qu'il définisse une politique explicite de prise en compte et de développement des FOH, qu'il se donne les moyens et ressources adaptés pour agir efficacement et qu'il mette en œuvre des actions selon des approches et des méthodologies appropriées, actions pilotées et suivies dans une perspective d'amélioration continue.

Le contrôle de l'ASN en matière de FOH s'appuie en particulier sur les inspections réalisées dans les centrales nucléaires. Elles sont l'occasion d'examiner la politique et l'organisation de l'exploitant en matière de FOH, les moyens et ressources engagés notamment en terme de compétences spécifiques, les actions entreprises pour améliorer l'intégration des FOH dans ses activités d'exploitation et d'en apprécier la mise en pratique et les résultats sur le terrain. L'ASN s'appuie également sur les évaluations faites à sa demande par l'IRSN et le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR).

### *L'intégration des FOH dans les activités d'ingénierie*

L'ASN considère que l'exploitant doit mettre en œuvre de façon systématique une démarche d'intégration des facteurs organisationnels et humains dans les activités d'ingénierie lors de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante.

En 2009, l'ASN a poursuivi, avec l'appui de l'IRSN, l'examen de la mise en œuvre de cette démarche par EDF pour la conception du réacteur EPR de Flamanville :

- les principes de l'organisation proposée par EDF pour l'équipe de conduite du nouveau réacteur ont été jugées acceptables par l'ASN ;
- le programme d'évaluation ergonomique des moyens de conduite de l'EPR prévu par EDF lors des essais sur simulateur jusqu'en 2010 est jugé satisfaisant. Toutefois, l'ASN a rappelé que les essais prévus et nécessaires à la validation des moyens organisationnels, humains et techniques de conduite doivent être réalisés, les enseignements tirés et les ajustements de conception réalisés avant la mise en service de l'installation. En particulier, les essais devront permettre à l'ASN et son appui

technique de se prononcer sur les éléments fondamentaux et incontournables de la démonstration de sûreté ;

- l'ASN considère comme satisfaisante la démarche d'EDF pour intégrer les facteurs humains dans le processus de conception des locaux et équipements qui, lors de l'exploitation, feront l'objet d'interventions sur place.

Enfin, l'ASN a sollicité pour fin 2010 l'avis du GPR sur les principes d'organisation et les moyens humains et techniques prévus par EDF pour la conduite du réacteur Flamanville 3 en vue de se prononcer sur l'acceptabilité, du point de vue des facteurs organisationnels et humains, de ces moyens.

Pour ce qui concerne les modifications des installations existantes, EDF a présenté à l'ASN au début de l'année 2009 l'état d'avancement du déploiement de la démarche d'analyses socio-organisationnelles et humaines (SOH) au niveau national. L'ASN a vérifié lors d'une inspection au CIPN en 2009 la mise en pratique de cette démarche dans plusieurs dossiers de modification. L'organisation mise en place au CIPN est satisfaisante mais les actions de formation des agents en charge de dossiers de modification concernés par des aspects relevant des FOH doivent être renforcées.

L'ASN a demandé à l'IRSN son avis sur la pertinence de la démarche SOH d'EDF et sur l'efficacité du déploiement de cette démarche dans les différentes unités d'ingénierie concernées et dans les centrales nucléaires.

### *La prise en compte des FOH dans les centrales en exploitation*

La déclinaison dans les centrales nucléaires des prescriptions nationales reste inégale. L'ASN a encore relevé au cours de ses actions de contrôle dans les centrales nucléaires des notes d'organisation ou des plans d'actions qui n'étaient pas à jour, des consultants facteurs humains (FH) sans lettre de mission, des centrales ne disposant toujours pas d'un réseau local de correspondants FH dans les services métiers, des réseaux pour lesquels les compétences requises pour être correspondant FH ne sont pas formalisées. Dans certaines centrales, les consultants pris par le déploiement des projets nationaux et l'analyse du retour d'expérience ne disposent pas du temps suffisant pour répondre aux besoins propres au site.

L'ASN a constaté que les outils destinés à fiabiliser les interventions dans le cadre du projet national « performance humaine » sont généralement connus des agents, mais que leur mise en pratique est encore hétérogène, voire dépourvue de conviction. Des agents ne se sentent pas concernés, notamment parmi les agents ayant de l'ancienneté dans le métier. L'outil majoritairement utilisé et peu remis en cause est le « *pré-job briefing* ». Les efforts engagés par les sites pour mettre en pratique ces outils

lors de séances d'entraînement (simulateur, chantiers écoles) doivent être renforcés. La mise en pratique de ces outils par les prestataires est également à poursuivre.

Les managers renforcent leur présence sur le terrain mais l'atteinte des objectifs chiffrés apparaît parfois comme une priorité au détriment de l'aspect qualitatif des observations et constats qui peuvent être faits. De plus, les managers ont parfois tendance à favoriser les visites de terrain comportant des objectifs bien délimités (contrôle, évaluation des compétences) au détriment d'une démarche de veille attentive à partir d'observations plus ouvertes des situations de travail. L'ASN a également constaté la tendance à réaliser des visites de terrain en phase de réalisation des activités plutôt que lors de la préparation ou du débriefing.

L'ASN a constaté que les agents sur le terrain et les prestataires ne sont pas encore associés à l'émission et la caractérisation des constats issus du terrain dans le cadre de la démarche « signaux faibles », pour l'instant confiées aux seuls managers.

### *L'analyse des causes FOH dans le retour d'expérience des réacteurs en exploitation*

Dans les centrales nucléaires, les consultants FH sont globalement bien intégrés au processus d'analyse du retour d'expérience. Ils interviennent parfois en appui auprès des métiers, le plus souvent à leur demande, pour les aider à l'analyse des aspects facteurs humains d'un événement. Lorsqu'ils existent, les correspondants FH sont également impliqués dans les services métier.

Au niveau national, un suivi est réalisé de la qualité des analyses des causes FOH dans les comptes rendus d'analyse d'événement significatif. L'ASN a réalisé en 2009 une inspection dans les services centraux en charge de ce suivi et considère que l'organisation mise en place mérite d'être clarifiée et mieux formalisée. De plus, l'ASN a constaté que ce suivi ne porte que sur les événements identifiés à enjeu national et que la traçabilité des suivis doit être améliorée.

Enfin, la recrudescence des défauts liés à l'ergonomie, déjà mentionnée en 2008, se confirme en 2009. Dans les rapports d'analyse des événements significatifs déclarés par les centrales nucléaires, l'ASN constate des insuffisances dans l'identification de causes liées à l'ergonomie des lieux de travail. Lorsque des éléments relevant de l'ergonomie (défaut d'étiquetage, insuffisances dans l'affichage d'informations, exigüité d'un local, etc.) sont relevés par la centrale, il arrive que les conséquences n'en soient pas tirées en termes d'analyse et d'actions correctives. De manière générale, l'ASN considère que des efforts particuliers doivent être engagés par EDF pour, d'une part, améliorer l'ergonomie des situations de travail, et, d'autre part, mieux

prendre en compte ces aspects dans l'analyse du retour d'expérience.

## 2 | 1 | 2 Contrôler la gestion de l'emploi, des compétences, de la formation et des habilitations au sein d'EDF

La maîtrise de la sûreté des INB repose sur la capacité du système de gestion de l'exploitant à s'assurer que des compétences appropriées et des ressources suffisantes sont disponibles à tout moment de la vie de l'installation. L'article 7 de l'arrêté du 10 août 1984 prescrit notamment que : « seules des personnes possédant la compétence requise peuvent être affectées à une activité concernée par la qualité ».

L'habilitation, délivrée par l'exploitant, garantit la capacité d'un individu à exercer des activités données. L'ASN considère que l'habilitation doit reposer sur la justification des compétences acquises par la formation et l'expérience professionnelle et des compétences mises en œuvre dans l'exercice du métier.

### *Le contrôle de l'ASN*

En application de l'article 7 précité de l'arrêté du 10 août 1984, l'ASN contrôle la qualité du système de gestion de l'emploi, des compétences, de la formation et des habilitations et de sa mise en œuvre dans les centrales nucléaires d'EDF. Ce contrôle s'appuie en particulier sur les inspections réalisées dans les centrales nucléaires. Elles sont l'occasion d'analyser les résultats obtenus, la qualité et l'adéquation des dispositifs organisationnels et humains mis effectivement en œuvre sur ces questions. L'ASN s'appuie également sur les évaluations faites à sa demande par l'IRSN et le GPR.

Comme en 2008, le contrôle de l'ASN met en évidence une situation globalement satisfaisante. L'ASN souligne de façon



Séance de formation dans le laboratoire du chantier école du site de la centrale nucléaire de Paluel (Seine-Maritime)



Mise en pratique de l'autocontrôle lors d'une séance d'entraînement sur un chantier école

générale la mise en place des académies de métiers comme un point particulièrement positif, ainsi que l'utilisation de chantiers écoles disponibles sur les centrales nucléaires.

La gestion des habilitations est globalement satisfaisante. Quelques écarts sont relevés tels que la tenue à jour insuffisante des carnets individuels de professionnalisation, l'absence de justification d'équivalence, l'absence de traces de levée des axes de progrès notifiés dans la fiche d'évaluation des acquis de stage ou encore l'absence de fiche relative à des actions de compagnonnage. De plus, de nouveaux efforts doivent être engagés dans la mise en œuvre des observations de situations de travail pour l'évaluation des compétences, observations qui contribuent à la décision de renouvellement des habilitations. Par ailleurs, les critères sur la base desquels une habilitation peut être suspendue de façon temporaire doivent être mieux explicités.

## 2 | 1 | 3 Intégrer le management de la sûreté dans le système de management général

L'AIEA, dans son document INSAG 13 « Managing of Operational Safety in Nuclear Power Plants » publié en 1999, donne la définition suivante : « Le système de management de la sûreté comprend les dispositions prises par l'entreprise pour le management de la sûreté dans le but d'encourager une solide culture de sûreté et d'obtenir de bons résultats de sûreté ».

Le management de la sûreté concerne les dispositions qu'un exploitant doit prendre pour établir sa politique en matière de sûreté, définir et mettre en œuvre un système

permettant le maintien et l'amélioration continue de la sûreté de son installation. Il repose sur un processus d'amélioration continue de la sûreté intégrant :

- la définition des exigences, d'une organisation, des rôles et responsabilités, des moyens et des ressources, notamment en compétences ;
- l'élaboration et la mise en œuvre de dispositions propres à assurer ou renforcer la sûreté ;
- le contrôle et l'évaluation de la mise en pratique des dispositions ;
- l'amélioration du système sur la base des enseignements issus des contrôles et évaluations réalisées.

Pour l'ASN, le système de management de la sûreté doit apporter un cadre et un support aux décisions et actions qui concernent, directement ou par effet induit, la gestion des enjeux de sûreté. Les dispositions prises par l'exploitant pour le management de la sûreté doivent produire des arbitrages et des actions favorables à la sûreté ; elles doivent produire également des messages qui permettent aux acteurs de « donner le poids » qu'il convient à la sûreté dans leurs activités quotidiennes. Enfin, elles doivent être comparées aux résultats produits pour permettre leur amélioration continue et faire progresser la sûreté.

### *Le contrôle de l'ASN*

L'arrêté du 10 août 1984 (voir point 3 | 2 | 1 du chapitre 3) prévoit les dispositions à mettre en œuvre par l'exploitant pour définir, obtenir et maintenir la qualité de son installation et des conditions de son exploitation. Ces dispositions concernent en particulier l'organisation que l'exploitant, premier responsable de son installation, doit mettre en place pour assurer la maîtrise des activités affectées par la qualité, c'est-à-dire pour obtenir et garantir la sûreté.

L'ASN considère que le management de la sûreté doit s'intégrer dans le système de management général afin de garantir que la sûreté est prise en compte au même titre que les autres intérêts protégés par la loi TSN, tels que la radioprotection, la protection de l'environnement mais aussi la sécurité du réseau électrique, la garantie de l'approvisionnement du pays en électricité ou encore des objectifs de maîtrise des coûts, de disponibilité des installations ou de capacité de l'entreprise à affronter la concurrence.

Améliorer la sûreté doit être un objectif permanent pour le système de management des sites. Lors des inspections, l'ASN a pu apprécier le suivi des actions de progrès engagées par les sites, qui est globalement satisfaisant. Des améliorations sont à apporter à la traçabilité du suivi des actions de progrès. Par ailleurs, il est important que ces actions soient formulées de façon claire et avec une échéance précise.

L'ASN constate que les événements significatifs déclarés par EDF au titre du retour d'expérience mettent parfois en

évidence des défaillances dans les dispositions mises en place pour maîtriser la qualité des activités concernées par la sûreté : manque d'attitude interrogative, absence de partage des doutes avec un collègue ou avec la hiérarchie, prise de décision erronée sans confrontation avec l'ingénieur sûreté, contrôles non réalisés ou de façon superficielle, prise d'initiative sans analyse de risque appropriée, défaut d'indépendance d'un acteur de la ligne indépendante de sûreté. Des éléments de contexte constituent parfois des facteurs ayant pu contribuer à l'événement, tels que le report ou le décalage d'activités, la pression temporelle.

## 2 | 1 | 4 Surveiller la qualité des activités sous-traitées

Les opérations de maintenance des réacteurs du parc électronucléaire français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF fait appel à environ 20 000 prestataires et sous-traitants.

### **Inspection inopinée du 19 juin 2009 de l'ASN à la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly à la suite de la surveillance inadaptée d'un prestataire**

*Le 29 mai 2009, dans le cadre de l'arrêt pour maintenance et rechargement du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly, il a été porté à la connaissance de l'ASN la non-réalisation d'une opération de maintenance sur le groupe motopompe 1 RCV 003 PO par la société sous-traitante de l'entreprise prestataire qui en était chargée, bien que les documents relatifs à cette intervention aient été remplis et indiquent le contraire.*

*À la suite de cet événement, l'ASN a réalisé une inspection inopinée le 19 juin 2009. Cette inspection a permis d'identifier comme étant à l'origine de cet événement un enchaînement de défauts de qualité dans la préparation de l'intervention et de lacunes dans la communication et le suivi sous assurance de la qualité du dossier par EDF et par l'entreprise prestataire. Les inspecteurs ont jugé que la surveillance réalisée par le site est défaillante, alors même que le prestataire était sujet à une surveillance renforcée par EDF du fait de multiples écarts relevés lors de ses interventions dans les centrales nucléaires d'EDF en 2007 et en 2008.*

*Les nombreux écarts relevés par les inspecteurs traduisent une surveillance inadaptée de la part d'EDF lors de la réalisation de cette intervention :*

- absence d'organigramme et de programme de surveillance de l'activité ;
- manque d'effectifs alloués à la surveillance ;
- non-réalisation de l'analyse préalable à l'intervention qui doit permettre l'identification des actions de surveillance à réaliser ;
- absence du chargé de surveillance à la réunion d'enclenchement ;
- non-pilotage par le chargé de surveillance de la réunion de levée des préalables ;
- absence de réunion à l'ouverture du chantier avec visite contradictoire et procès-verbal formalisé ;
- aucun point d'arrêt apposé sur le plan de qualité de l'intervention, à l'exception de la première et de la dernière phases, correspondant respectivement à la levée des préalables et à la vérification du renseignement du plan de qualité en fin d'intervention, ceci bien que le prestataire soit placé par EDF sous surveillance renforcée ;
- aucune action réelle de surveillance renforcée sur cette intervention ;
- non-interruption immédiate du chantier malgré les défaillances constatées par EDF.

*De plus, la surveillance exercée par EDF n'a pas permis de détecter que le remplissage par le prestataire du plan de qualité de l'intervention n'était pas réalisé en temps réel. Les fiches de surveillance remplies par le chargé de surveillance ont été réalisées après l'intervention ; elles ne sont ni datées ni contresignées par le prestataire ou son sous-traitant, qui n'a donc pas pu partager les écarts reprochés et proposer des actions correctives.*

La mise en place de cette politique industrielle relève du choix de l'exploitant. Le rôle de l'ASN est de contrôler, en application de l'arrêté du 10 août 1984 (voir point 3|2|1 du chapitre 3), qu'EDF exerce sa responsabilité sur la sûreté de ses installations par la mise en place d'une démarche qualité et notamment d'un contrôle des conditions dans lesquelles se déroule cette sous-traitance. Cette démarche est formalisée dans la « charte de progrès et de développement durable » signée entre EDF et ses principales entreprises prestataires.

### *Le choix et la surveillance des activités réalisées par les prestataires*

EDF a mis en place un système de qualification de ses prestataires reposant sur une évaluation de leur savoir-faire technique et de leur organisation. En complément, EDF se doit d'exercer ou de faire exercer une surveillance des activités réalisées par ses prestataires et d'utiliser le retour d'expérience afin d'évaluer en continu leur capacité à conserver leur qualification.

L'ASN réalise des inspections sur la mise en œuvre et le respect dans les centrales nucléaires du référentiel d'EDF en matière de surveillance des prestataires. Dans le cadre du contrôle de la construction du réacteur de Flamanville 3, l'ASN réalise également des inspections sur cette thématique au sein des différents services d'ingénierie chargés des études de conception (voir point 2|4|2).

### *La radioprotection et les conditions de travail*

Ce point est abordé au paragraphe 3|8.

## **2 | 1 | 5** Soumettre certaines opérations à un système d'autorisations internes

L'ASN a souhaité qu'EDF soumette certaines opérations d'exploitation, qui lui paraissent sensibles du point de vue de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, à un système de contrôle interne renforcé prévu par la décision n° 2008-DC-0106 du 11 juillet 2008 de l'ASN relative aux modalités de mise en œuvre de systèmes d'autorisations internes dans les installations nucléaires de base. Des systèmes d'autorisations internes ont été approuvés par l'ASN pour les opérations de :

- passage du niveau d'eau du circuit primaire à la « plage de travail basse » du circuit RRA cœur chargé (transitoire communément dénommé « passage à la PTB du RRA ») ;
- redémarrage des réacteurs après des arrêts sans maintenance notable.

Les autorisations dans ces deux domaines ne peuvent être délivrées que par la direction d'EDF ou par la direction du site, après examen par une instance interne indépendante comprenant les responsables de la sûreté et de la qualité. EDF contrôle par ailleurs le fonctionnement de ces processus et en rend compte à l'ASN.

## **2 | 2** L'amélioration continue de la sûreté nucléaire

### **2 | 2 | 1** Veiller à la correction des anomalies

Des anomalies sont détectées sur les centrales nucléaires grâce à l'action proactive de l'exploitant et aux vérifications systématiques demandées par l'ASN. En effet, EDF cultive une attitude interrogative qui la conduit à rechercher les anomalies par elle-même.

Ces anomalies peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, écarts introduits lors d'opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement...

L'ASN considère que les examens périodiques et les recherches d'anomalies réalisés en continu par l'exploitant participent au maintien d'un niveau acceptable de sûreté.

### *Des vérifications systématiques : les examens de conformité*

EDF réalise des réexamens de sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans (voir point 2|2|3). EDF compare alors l'état réel des installations aux exigences de sûreté qui leurs sont applicables et répertorie les éventuelles anomalies.

Ces vérifications peuvent être 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 spécifique.

### *Des vérifications « au fil de l'eau »*

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue également à identifier les anomalies. Par exemple, les visites de routine sur le terrain constituent un moyen efficace de découverte de défauts.

### *Les modalités d'information de l'ASN et du public*

Les anomalies de conformité les plus significatives (à partir du niveau 1 sur l'échelle INES) font l'objet d'une information du public sur le site Internet de l'ASN. En amont, un processus spécifique d'information de l'ASN sur les anomalies de conformité découvertes par EDF a été mis en place. Lorsqu'un doute intervient sur la conformité d'un matériel, EDF en informe l'ASN. L'exploitant entreprend parallèlement une caractérisation du problème rencontré. Cette caractérisation vise à déterminer s'il existe réellement un écart par rapport aux exigences de sûreté définies à la conception. Si tel est le cas, EDF précise les matériels affectés et évalue les conséquences de l'écart sur la sûreté. L'ASN est informée des résultats de cette caractérisation. S'il y a lieu, EDF lui transmet une déclaration d'événement significatif pour la sûreté.

Cette procédure garantit la transparence vis-à-vis de l'ASN et du public.

### *Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité*

L'ASN exige que les anomalies ayant un impact sur la sûreté soient corrigées dans des délais adaptés à leur degré de gravité. Une anomalie de conformité qui dégrade la sûreté de manière importante doit être corrigée rapidement, même si la solution de remise en conformité est lourde à mettre en œuvre. C'est pourquoi l'ASN examine les modalités et les délais de remise en conformité proposés par EDF. Pour réaliser cet examen, l'ASN prend en compte les conséquences réelles et potentielles de l'anomalie sur la sûreté. L'ASN peut ne pas donner son accord au redémarrage du réacteur ou décider de la mise à l'arrêt de l'installation tant que la réparation n'est pas réalisée. C'est le cas si le risque induit par un fonctionnement en présence de l'anomalie est jugé inacceptable et s'il n'existe pas de mesure palliative permettant de s'en affranchir. À l'inverse, le délai de correction d'une anomalie de moindre gravité peut être augmenté lorsque des

contraintes particulières le justifient. Ces contraintes peuvent résulter du délai nécessaire à la préparation d'une remise en conformité présentant toutes les garanties de sûreté. Elles peuvent également résulter d'objectifs de sécurité du réseau électrique national et européen.

Par exemple, pour les anomalies de tenue au séisme, un élément de jugement sur l'urgence de la réparation réside dans le niveau du séisme pour lequel la tenue du matériel en cause reste démontrée. Dans les cas où il s'agit seulement de restaurer une marge de sécurité pour un équipement qui résiste déjà à un séisme important, des délais de réparation plus longs peuvent être acceptés.

## 2 | 2 | 2 Examiner les événements et le retour d'expérience d'exploitation

### *Le processus général de prise en compte du retour d'expérience*

Le retour d'expérience constitue une source d'amélioration pour les domaines de la sûreté, de la radioprotection

### Les anomalies en cours de traitement

#### Mélanges de graisses non qualifiés

Le 15 juillet 2009, EDF a déclaré à l'ASN un incident générique relatif à des mélanges de graisses dans certains servomoteurs électriques. Un servomoteur est un système motorisé qui permet à un élément mécanique, tel qu'une vanne, d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir. L'ouverture ou la fermeture des vannes actionnées par un moteur électrique dépend du bon fonctionnement du servomoteur. Lorsqu'ils ont un rôle pour assurer la sûreté du réacteur, ces servomoteurs sont dits « qualifiés », c'est-à-dire que leur aptitude à remplir leurs fonctions dans des conditions accidentelles a été vérifiée. Le maintien de cette qualification repose en particulier sur l'utilisation de graisses spécifiques également qualifiées. Lors d'opérations de maintenance, EDF a constaté des mélanges de graisses dans les servomoteurs électriques qualifiés, susceptibles de remettre en cause cette qualification. En effet, bien que chacune des graisses soit individuellement qualifiée, aucun élément ne permet d'affirmer le maintien de la qualification des mélanges de graisses aux conditions accidentelles. Cet incident a été classé au niveau 1 de l'échelle INES, qui en compte 7.

EDF a élaboré un programme de contrôle et de remise en conformité concernant l'ensemble des réacteurs du parc électro-nucléaire français. Conjointement à ces actions, EDF a modifié les servomoteurs afin de supprimer la possibilité d'injecter de la graisse par erreur. Enfin, des dispositions pérennes ont également été élaborées de manière à fiabiliser les activités de graissage des servomoteurs.



Plancher métallique d'un bâtiment d'exploitation d'un réacteur du palier CPY

#### Tenue au séisme de caillebotis métalliques dans les bâtiments d'exploitation

Des investigations menées par EDF ont mis en évidence l'existence de défauts de montage et de chevilles non conformes sur des caillebotis métalliques dans les bâtiments d'exploitation des centrales nucléaires de Blayais, Chinon, Dampierre, Gravelines, Saint-Laurent, Tricastin et Cruas. En cas de séisme, la tenue de ces caillebotis serait remise en cause.

EDF s'est engagée à remettre en conformité l'ensemble des caillebotis métalliques au plus tard fin décembre 2009. Cet incident, qui a fait l'objet d'une déclaration à l'ASN le 30 mars 2009, a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

et de l'environnement. C'est pourquoi l'ASN impose à EDF de lui déclarer les événements significatifs qui surviennent dans les centrales nucléaires. Des critères de déclaration aux pouvoirs publics ont été fixés à cet effet dans un document intitulé « guide relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicable aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives ». Ainsi, chaque événement significatif fait l'objet d'un classement par l'ASN sur l'échelle internationale de gravité des événements nucléaires, l'échelle INES, qui compte huit niveaux, gradués de 0 à 7.

L'ASN examine au niveau local et au niveau national l'ensemble des événements significatifs déclarés. Pour certains événements significatifs considérés comme plus notables du fait de leur caractère marquant ou récurrent, l'ASN fait procéder à une analyse plus approfondie par l'IRSN.

L'ASN contrôle la manière dont EDF exploite le retour d'expérience des événements significatifs et en tire profit pour améliorer la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement. L'ASN examine, lors d'inspections dans les centrales nucléaires, l'organisation des sites et les actions menées en matière de traitement des événements significatifs et de prise en compte du retour d'expérience.

L'ASN veille également à ce qu'EDF tire les enseignements des événements significatifs survenus à l'étranger.

Enfin, à la demande de l'ASN, le GPR examine périodiquement le retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression. Le GPR s'est réuni en décembre 2007 pour examiner les faits marquants de la période 2003-2005, concernant notamment les événements significatifs pour la radioprotection, l'exploitation de matériels classés importants pour la sûreté du contrôle-commande des réacteurs du palier 1300 MWe, l'exploitation des systèmes de ventilation et l'analyse de la rigueur d'exploitation au regard de certaines situations et interventions.

L'ASN a sollicité le GPR pour analyser les événements de la période 2006-2008 lors d'une réunion programmée pour fin 2010.

### *Les événements significatifs en 2009*

En application des règles relatives à la déclaration des événements significatifs dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement, EDF a déclaré, au cours de l'année 2009, 795 événements significatifs classés sur l'échelle INES dont 699 au titre de la sûreté et 96 au titre de la radioprotection.

Par ailleurs, au total, 100 événements significatifs ont été déclarés au titre de la protection de l'environnement qui

ne concernent ni la sûreté nucléaire ni la radioprotection car sans relation avec des substances radioactives.

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2005.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2005 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : événements significatifs pour la sûreté (ESS), événements significatifs pour la radioprotection (ESR), événements significatifs pour l'environnement (ESE).

Le nombre d'ESS a progressé d'environ 8 %.

La cause majeure de cette augmentation est la hausse des événements significatifs qualifiés de « génériques ». Ces événements sont ceux qui concernent plusieurs réacteurs nucléaires. 28 événements significatifs pour la sûreté déclarés en 2009 sont à caractère générique, contre 11 en 2008. Cette augmentation est imputable principalement à une attention particulière portée par l'ASN à l'identification par l'exploitant des anomalies de conformité sur les centrales. Elle a donné lieu à une inspection de l'ASN en début d'année 2009. La mise en place progressive par EDF d'un plan d'harmonisation des pratiques d'exploitation a conduit à des erreurs de procédures dans les premiers temps de son déploiement. Cette augmentation est également liée à l'examen de conformité VD3 900 qui s'achève. Enfin l'ASN constate également que le nombre des événements relatifs à la troisième barrière a progressé.

Le nombre d'ESR a baissé en 2009 d'environ 10 %.

En revanche, le nombre d'ESE a de nouveau particulièrement augmenté en 2009.

La proportion du nombre d'ESS classés au niveau 1 sur l'échelle INES par rapport au nombre d'événements significatifs classés dans l'année est de l'ordre de 10 %, en augmentation par rapport à 2008, avec 95 événements significatifs classés au titre de la sûreté et aucun au titre de la radioprotection. L'augmentation du nombre d'ESS classés au niveau 1 est imputable majoritairement à la recherche des anomalies de conformité. En effet, la découverte de certaines anomalies récurrentes entraîne l'application d'un facteur aggravant sur le classement sur l'échelle INES, ce qui majore d'un point ce classement.

Un ESS a été classé au niveau 2 de l'échelle INES. Il s'agit de la perte de la source froide du réacteur 4 de la centrale de Cruas-Meysses survenue dans la nuit du 1<sup>er</sup> décembre 2009.

Le nombre moyen, par an et par type de réacteur, d'événements significatifs classés aux niveaux 0 et 1 varie selon les paliers, comme le montre le graphique 3.

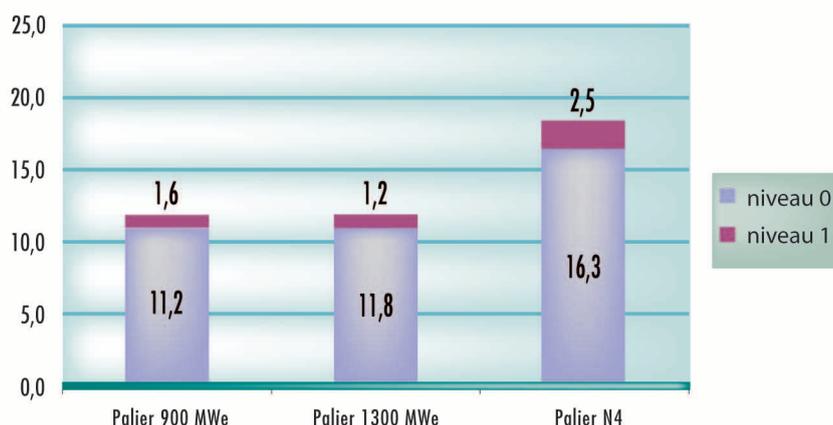
Graphique 1 : évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2005 à 2009



Graphique 2 : évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2005 à 2009



Graphique 3 : nombre moyen d'événements significatifs de niveau 0 et 1 classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF par type de réacteur pour l'année 2009



## Événement significatif pour la sûreté survenu le 1<sup>er</sup> décembre 2009 sur le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse

Le 1<sup>er</sup> décembre 2009, vers 19 h, à la suite d'un afflux massif de débris végétaux charriés par le Rhône, les grilles et filtres disposés sur la prise d'eau de refroidissement du réacteur 4 de la centrale nucléaire de Cruas ont été obstrués. Le refroidissement normal des systèmes auxiliaires de ce réacteur a été perdu. EDF a alors déclenché le plan d'urgence interne de la centrale à 23 h 50. L'ASN a mis en œuvre son organisation d'urgence.

EDF a appliqué les procédures de conduite permettant de gérer ce type d'incident : le réacteur 4 a été mis à l'arrêt et son refroidissement a été assuré par les systèmes prévus dans de telles situations. EDF a par ailleurs procédé au décolmatage des grilles et filtres retenant les débris. Les systèmes de refroidissement des autres réacteurs de la centrale sont restés opérationnels.

Le refroidissement normal du réacteur 4 a été remis en fonctionnement le 2 décembre à 5 h 50. EDF et l'ASN ont mis fin à leur organisation d'urgence vers 6 h 30.

L'ASN a classé cet incident au niveau 2 de l'échelle INES, qui en compte 7, car la perte simultanée des deux voies redondantes du système de refroidissement, qui sont des systèmes importants pour la sûreté, constitue une défaillance importante des dispositions de sûreté même si la défense en profondeur est restée d'un niveau suffisant pour faire face à de nouvelles défaillances.

L'ASN a réalisé le 16 décembre 2009 une inspection réactive dans la centrale portant sur les équipements touchés par l'incident, la conduite du réacteur durant l'incident ainsi que la gestion du plan d'urgence interne d'EDF. L'ASN a relevé que la conception de la source froide de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse n'a permis ni de détecter ni d'empêcher l'arrivée massive de débris végétaux. De plus, les procédures de conduite associées à cette situation n'ont pas permis un déclenchement rapide du plan d'urgence interne (PUI). Il est à noter toutefois que le site a su mobiliser les moyens matériels et humains pour faire face à cette situation.

Il est en légère augmentation par rapport à l'année 2008 pour les paliers 900 MWe et N4 et en diminution pour le palier 1300 MWe. L'augmentation la plus importante, concernant le palier N4, est principalement due au nombre bien plus important d'arrêts de réacteur en 2009 qu'en 2008. En effet, l'augmentation du nombre d'interventions et d'activités durant les périodes d'arrêt contribue généralement à l'accroissement des écarts. Le faible nombre de réacteurs du palier N4 fait qu'il peut n'y avoir aucun arrêt pendant une année et trois ou quatre arrêts l'année suivante, d'où une fluctuation plus importante du nombre d'ESS d'une année sur l'autre pour ce palier.

## 2 | 2 | 3 Les réexamens de sûreté

L'article 29 de la loi TSN impose aux exploitants de réaliser périodiquement un réexamen de la sûreté de leur installation. Ce réexamen est réalisé tous les dix ans.

Le réexamen de sûreté est l'occasion d'examiner en profondeur l'état des installations pour vérifier qu'elles respectent toutes les exigences de sûreté et qu'elles sont conformes au référentiel de sûreté applicable. Il a en outre pour objectif d'améliorer le niveau de sûreté des installations, en

particulier en comparant les exigences applicables à celles appliquées à des installations plus récentes. Le réexamen de sûreté s'achève par la remise du rapport prévu au III de l'article 29 de la loi TSN. Après analyse de ce rapport, l'ASN peut imposer de nouvelles prescriptions techniques. Elle communique aux ministres chargés de la sûreté nucléaire son analyse du rapport.

À ce titre, les réexamens de sûreté constituent l'une des pierres angulaires de la sûreté en France, en imposant à l'exploitant non seulement de maintenir le niveau de sûreté de son installation mais aussi de l'améliorer.

### Le processus de réexamen

Le processus de réexamen de sûreté se déroule en plusieurs étapes successives.

1. La comparaison de l'état de l'installation au référentiel de sûreté et à la réglementation applicables, comprenant notamment son décret d'autorisation de création et l'ensemble des prescriptions de l'ASN : l'examen de conformité. Cet examen de conformité vise à s'assurer que les évolutions de l'installation et de son exploitation, dues à des modifications ou à son vieillissement, respectent l'ensemble de la réglementation applicable et ne remettent

pas en cause son référentiel de sûreté. Cet examen décennal de conformité ne dispense pas l'exploitant de son obligation permanente de garantir la conformité de ses installations.

## 2. La réévaluation de sûreté

Elle vise à apprécier la sûreté de l'installation et à l'améliorer au regard :

- des réglementations françaises, des objectifs et des pratiques de sûreté les plus récents, en France et à l'étranger ;
- du retour d'expérience d'exploitation de l'installation ;
- du retour d'expérience d'autres installations nucléaires en France et à l'étranger ;
- des enseignements tirés des autres installations ou équipements à risque.

L'ASN peut se prononcer, après consultation éventuelle du GPR, sur les thèmes d'études envisagés par l'exploitant avant le lancement des études de réévaluation de sûreté, lors de la phase dite d'orientation du réexamen de sûreté.

## 3. À l'issue de ces deux étapes, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de réexamen.

Ce rapport, appelé par l'article 24 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié, se compose des éléments suivants :

- le contexte d'exploitation de l'installation pour les dix années à venir ;
- la hiérarchisation des sujets traités au titre du réexamen de sûreté accompagnée d'une analyse justifiant ce choix ;
- la synthèse de l'examen de conformité présentant le résultat de cet examen, l'identification des écarts et les mesures prises pour y remédier, en les justifiant ;
- la synthèse de la réévaluation présentant les méthodes retenues et le résultat de cette réévaluation de sûreté accompagné, le cas échéant, des améliorations envisagées avec la justification de leur intérêt (modifications éventuelles et échéancier de réalisation associé) ;
- la justification de l'aptitude de l'installation à être exploitée jusqu'au prochain réexamen de sûreté dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Dans le rapport de réexamen de sûreté de l'installation, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation, ainsi que sur l'intérêt de mettre en œuvre ou non des modifications envisagées visant à améliorer la sûreté de l'installation.

### *Le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe*

Les visites décennales sont le moment privilégié pour mettre en place les modifications issues du réexamen de sûreté. Pour déterminer le calendrier des visites décennales, EDF doit tenir compte des échéances de réalisation

des épreuves hydrauliques fixées par la réglementation des équipements sous pression nucléaires et de la périodicité des réexamens de sûreté prévue par la loi TSN.

Les troisièmes visites décennales ont commencé en 2009 pour les réacteurs 1 des centrales nucléaires de Tricastin et Fessenheim et s'achèveront vers 2020 pour la centrale de Chinon.

La réévaluation de sûreté du réexamen associé à ces visites décennales a porté en particulier sur les thématiques suivantes :

- les inondations internes ;
- les explosions d'origine interne aux sites ;
- l'incendie ;
- le séisme ;
- les agressions d'origine climatique ;
- la dérive des nappes d'hydrocarbures ;
- les agressions externes susceptibles d'entraîner simultanément la perte de la source froide et des alimentations électriques.

En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 900 MWe jusqu'à 40 ans après leur première divergence. L'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'à 40 ans après leur première divergence. L'ASN considère également que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ces réacteurs.

Néanmoins, cette appréciation générique ne tient pas compte d'éventuelles spécificités de réacteurs. Aussi, l'ASN se prononcera-t-elle ultérieurement sur l'aptitude individuelle de chaque réacteur à la poursuite d'exploitation, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles réalisés dans le cadre de l'examen de conformité du réacteur lors de la troisième visite décennale et sur l'évaluation du rapport de réexamen de sûreté du réacteur.

### *Le réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe*

L'ASN s'est prononcée favorablement en 2006, à l'issue de leur réexamen de sûreté, sur la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 1300 MWe jusqu'à leur troisième visite décennale. Les améliorations découlant de ce réexamen de sûreté seront intégrées d'ici 2014.

En 2009, les réacteurs de Belleville 2 et de Nogent 1 ont intégré les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de leur deuxième visite décennale.

### Le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe

En 2009, l'ASN et l'IRSN ont engagé l'instruction des orientations que prendra le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe. En particulier, l'ASN veille à ce que ce réexamen de sûreté, qui est le premier dont la préparation est postérieure à la loi TSN, réponde aux exigences de la loi. Les troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe devraient commencer vers 2015.

### Le réexamen de sûreté des réacteurs de 1450 MWe associé à leur première visite décennale

L'ASN s'est prononcée en 2008 sur l'orientation du premier réexamen de sûreté pour les réacteurs de 1450 MWe, qui concerne en particulier les études probabilistes de sûreté de niveau 1 et les études relatives aux agressions. En 2009, le réacteur de Chooz B2 a intégré les modifications issues du réexamen de sûreté réalisé à l'occasion de sa première visite décennale.

## 2 | 2 | 4 Autoriser les modifications apportées aux matériels et aux règles d'exploitation

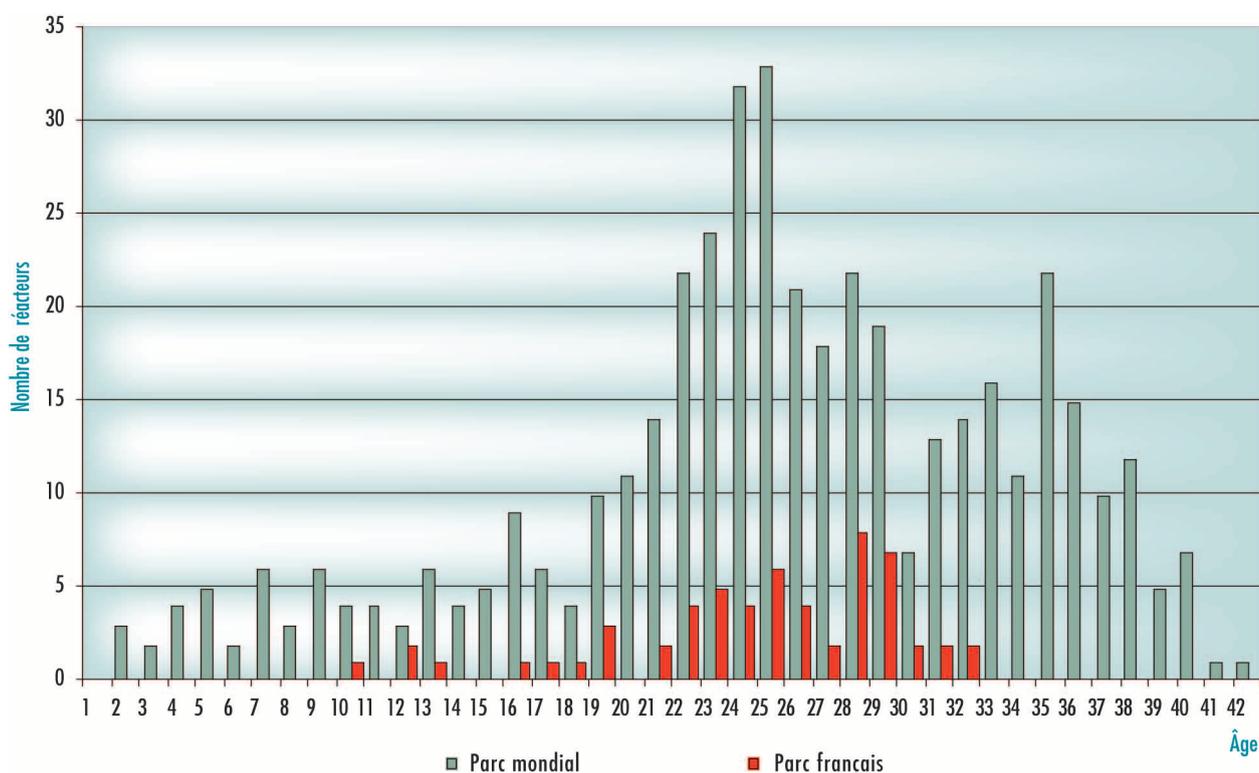
En application du principe d'amélioration continue du niveau de sûreté des réacteurs, mais aussi pour améliorer

les performances industrielles de son outil de production, EDF met en œuvre périodiquement des modifications portant sur les matériels et sur les règles d'exploitation. Ces modifications peuvent être issues par exemple du traitement d'anomalies de conformité, des réexamens de sûreté ou encore de la prise en compte du retour d'expérience. Le décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 a permis de clarifier les exigences relatives à la mise en place des modifications par EDF et à leur examen par l'ASN.

En 2009, les déclarations de modification de matériels reçues par l'ASN ont principalement visé à l'amélioration du niveau de sûreté des réacteurs et à la résorption d'écarts de conformité. De nombreuses modifications instruites en 2009 étaient en lien avec les troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Après analyse des différents dossiers par l'IRSN, l'ASN a délivré des accords pour la mise en œuvre des modifications dont l'impact sur la sûreté a été jugé acceptable.

Les modifications documentaires sont également soumises à une déclaration préalable auprès de l'ASN au titre de l'article 26 du décret précité lorsqu'elles concernent les chapitres III, VI, IX ou X des règles générales d'exploitation, présentés au point 1 | 2 | 2. Les principales modifications documentaires traitées en 2009 sont présentées aux points 3 | 1 | 1, 3 | 1 | 2 et 3 | 2 | 4. En 2010,

Graphique 4 : distribution par âge des réacteurs en exploitation dans le monde  
(Source AIEA, mars 2009 et CEA, Elecnucl édition 2008)



l'ASN attend d'EDF qu'elle favorise les demandes de modification génériques face à la multiplication de demandes de modification ponctuelles transmises par chaque site.

## 2 | 3 S'assurer de la prise en compte des phénomènes de vieillissement des centrales nucléaires

Comme toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires sont sujettes au vieillissement. La mission de l'ASN consiste sur ce point à s'assurer qu'EDF prend en compte, en cohérence avec sa stratégie générale d'exploitation et de maintenance, les phénomènes liés au vieillissement afin de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant pendant toute la durée de vie des installations.

### 2 | 3 | 1 L'âge du parc électronucléaire français

Les centrales nucléaires actuellement en exploitation en France ont été construites sur une période de temps assez courte : quarante-cinq réacteurs représentant 50 000 MWe, soit les trois quarts du parc, ont été mis en service entre 1979 et 1990 et treize réacteurs, représentant 10 000 MWe supplémentaires, entre 1990 et 2000.

En décembre 2009, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence des réacteurs, se répartit comme suit :

- 28 ans pour les trente-quatre réacteurs de 900 MWe ;
- 22 ans pour les vingt réacteurs de 1300 MWe ;
- 12 ans pour les quatre réacteurs de 1450 MWe.

### 2 | 3 | 2 Les principaux facteurs de vieillissement

Pour appréhender le vieillissement d'une centrale nucléaire, au-delà du simple délai écoulé depuis sa mise en service, un certain nombre de facteurs doivent être mis en perspective.

#### *La durée de vie des matériels non remplaçables*

La conception d'un certain nombre d'éléments des réacteurs a été établie sur la base d'une durée d'exploitation prédéfinie en raison des coûts de remplacement et plus encore de la radioprotection des travailleurs qui seraient amenés à intervenir. Ces matériels font l'objet d'une surveillance étroite permettant de s'assurer que leur vitesse de vieillissement est bien conforme à celle anticipée. C'est notamment le cas de la cuve, dimensionnée pour résister pendant au moins 40 ans (soit l'équivalent de 32 ans de fonctionnement continu à pleine puissance). Le principal mode de vieillissement de la cuve est l'irradiation, qui modifie les propriétés mécaniques de l'acier dont elle est

constituée. L'exploitant doit donc mettre en place des mesures visant à prévoir l'évolution des propriétés de la cuve et à démontrer que, malgré ces évolutions, l'équipement est à même de résister à l'ensemble des situations de fonctionnement normal ou dégradé qu'il pourrait rencontrer, en prenant en compte les marges de sécurité fixées par la réglementation. La cuve fait ainsi l'objet d'une surveillance par « échantillons témoins » de métal prélevés et expertisés à intervalles réguliers (voir point 3 | 4 | 3).

#### *Les dégradations des matériels remplaçables*

Le vieillissement des matériels résulte de phénomènes tels que l'usure des pièces mécaniques, le durcissement et la fissuration des polymères, la corrosion des métaux... Les matériels doivent faire l'objet d'une attention particulière lors de leur conception et de leur fabrication (en particulier le choix des matériaux), d'un programme de surveillance et de maintenance préventive et de réparations ou de remplacement en cas de besoin. Il faut également démontrer la faisabilité du remplacement éventuel.

#### *L'obsolescence des matériels ou de leurs composants*

Les équipements importants pour la sûreté ont fait l'objet d'une « qualification » qui leur permet d'être installés dans les centrales nucléaires. La disponibilité des pièces de rechange de ces équipements est fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs. En effet, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur génère des difficultés d'approvisionnement en pièces d'origine pour certains systèmes. De nouvelles pièces de rechange doivent alors faire l'objet d'une justification de leur niveau de sûreté en préalable à leur montage. Cette justification vise à démontrer que l'équipement reste « qualifié » avec la nouvelle pièce de rechange. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte démarche d'anticipation est requise des exploitants.

#### *La capacité de l'installation à suivre les évolutions des exigences de sûreté*

L'amélioration des connaissances et des techniques, ainsi que les évolutions du niveau d'acceptabilité du risque dans nos sociétés, sont des facteurs pouvant conduire à juger qu'une installation industrielle nécessite de lourds travaux de rénovation ou, si ceux-ci ne sont pas réalisables à un coût acceptable, une fermeture de l'installation à plus ou moins brève échéance.

### 2 | 3 | 3 La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels

Cette stratégie, de type « défense en profondeur », s'appuie sur trois lignes de défense.

### *Prévenir le vieillissement à la conception*

À la conception et lors de la fabrication des composants, le choix des matériaux et les dispositions d'installation doivent être adaptés aux conditions d'exploitation prévues et tenir compte des cinétiques de dégradation connues ou supposées.

### *Surveiller et anticiper les phénomènes de vieillissement*

Au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être mis en évidence. Les programmes de surveillance périodique et de maintenance préventive, les examens de conformité (voir point 2|2|1) ou encore l'examen du retour d'expérience (voir point 2|2|2) visent à détecter ces phénomènes.

### *Réparer, modifier ou remplacer les matériels susceptibles d'être affectés*

De telles actions nécessitent d'avoir été anticipées, compte tenu notamment des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation de l'intervention, des risques d'obsolescence de certains composants et de perte de compétences techniques des intervenants.

## 2|3|4 La politique de l'ASN

Sur le plan strictement réglementaire, il n'y a pas en France de limitation dans le temps à l'autorisation d'exploiter une centrale nucléaire. Les décrets d'autorisation de création (DAC) délivrés par l'administration française ne mentionnent pas de durée limite d'exploitation. Toutefois, ces documents font référence au rapport de sûreté qui précise une hypothèse de durée d'exploitation de 40 ans pour certains composants. En 2009, EDF a informé l'ASN qu'elle avait comme objectif d'étendre la durée d'exploitation de son parc nucléaire au-delà de 40 ans sous couvert d'un programme industriel permettant au plan de la sûreté nucléaire d'atteindre cet objectif.

Dès la préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé en 2001 à EDF de présenter, pour chacun des réacteurs, un point précis de l'état du vieillissement et de lui démontrer la possibilité d'en continuer l'exploitation au-delà de trente ans dans des conditions satisfaisantes de sûreté. En réponse à cette demande, EDF a élaboré un programme de travail relatif à la gestion du vieillissement des réacteurs de 900 MWe.

La mise en œuvre de ce programme de gestion du vieillissement, les prochains réexamens de sûreté (VD4), ainsi que la démonstration de la tenue de certains matériels tels que la cuve ou bien l'enceinte de confinement au-delà de 40 ans d'exploitation seront autant d'éléments que l'ASN examinera pour prendre position sur la capacité des réacteurs à poursuivre leur exploitation au-delà de 40 ans.

L'ASN considère également que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ces réacteurs. Les réacteurs de Tricastin 1 et Fessenheim 1 se sont arrêtés en 2009 pour leur troisième visite décennale. Lors de ces visites, qui durent plusieurs mois, le réacteur est à l'arrêt et des contrôles approfondis sont réalisés. En tenant compte, d'une part, des résultats de ces contrôles et, d'autre part, de l'intégration des modifications issues du réexamen de sûreté, l'ASN prendra position, réacteur par réacteur, sur leur aptitude à poursuivre l'exploitation au-delà de la troisième visite décennale et pour une période allant jusqu'à quarante ans. Elle pourra en tant que de besoin demander des contrôles intermédiaires, avant l'échéance des quarante ans.

## 2|4 Le réacteur EPR Flamanville 3

Après une période d'une dizaine d'années sans construction de réacteur nucléaire en France, EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR d'une puissance de 1600 MWe sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs d'une puissance de 1300 MWe.

Le réacteur EPR, développé par AREVA depuis 1989, est un réacteur à eau sous pression qui s'appuie sur une conception « évolutionnaire » par rapport aux réacteurs actuellement en exploitation en France, lui permettant ainsi de répondre à des objectifs de sûreté renforcés.

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 technique réalisée avec ses appuis techniques.



Vue d'ensemble du chantier de construction de l'EPR à Flamanville – août 2009

Après délivrance du décret d'autorisation de création (DAC) et du permis de construire, les travaux de construction du réacteur de Flamanville 3 ont débuté au mois de septembre 2007 pour une durée d'environ 5 ans. Les premiers travaux de coulage du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de mise en place des ferrillages et de bétonnage se poursuivent. Parallèlement aux activités du chantier sur le site de Flamanville, la fabrication des équipements sous pression, notamment ceux qui constituent les circuits primaire (cuve, pressuriseur, pompes, robinetterie, tuyauteries...) et secondaires (générateurs de vapeur, robinetterie, tuyauteries...), est en cours dans les ateliers des fabricants.

## 2 | 4 | 1 Les étapes jusqu'à la mise en service

En application du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (voir point 3 | 1 | 3 du chapitre 3), l'introduction du combustible nucléaire dans le périmètre de l'installation et le démarrage de cette dernière sont soumis à l'autorisation de l'ASN. Conformément à l'article 20 de ce même décret, l'exploitant doit adresser à l'ASN, un an avant la date prévue pour la mise en service, un dossier comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le plan d'urgence interne et le plan de démantèlement de l'installation.

Sans attendre la transmission du dossier complet de la demande de mise en service, l'ASN a engagé, avec l'IRSN, un examen anticipé de certaines thématiques nécessitant une instruction longue.

Parallèlement à cette instruction technique anticipée, en vue de préparer l'autorisation de mise en service, l'ASN assure également le contrôle de la construction de l'installation de manière à se prononcer sur la qualité de la réalisation de l'installation et son aptitude à répondre aux exigences définies.

### *L'examen anticipé des documents réglementaires*

L'examen anticipé mené par l'ASN et l'IRSN porte essentiellement sur le contenu du rapport de sûreté et des règles générales d'exploitation en évolution par rapport aux réacteurs actuels, en particulier sur :

- les méthodologies et les logiciels de calculs utilisés par EDF pour modéliser les transitoires d'incidents et d'accidents pouvant survenir au sein du réacteur ;
- les principes et les méthodes d'élaboration des règles générales d'exploitation dans le cadre défini par la réglementation ;
- les principes d'organisation et les moyens humains et techniques prévus par EDF pour la conduite du réacteur Flamanville 3, pour lesquels l'ASN sollicitera l'avis du GPR en décembre 2010 (cf. point 2 | 1 | 1).



Chantier de construction de l'EPR à Flamanville – septembre 2009 : construction de l'enceinte externe du bâtiment réacteur



Chantier de construction de l'EPR à Flamanville – mise en place du radier de l'îlot nucléaire – septembre 2009

### *Le contrôle de la construction*

Les enjeux du contrôle de la construction du réacteur de Flamanville 3 sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- d'appliquer au contrôle de la construction les règles fixées dans la loi TSN ;
- de contrôler la qualité d'exécution des activités de réalisation de l'installation de manière proportionnée aux enjeux de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement ;
- de capitaliser l'expérience acquise par chacun des acteurs au cours de la construction de ce nouveau réacteur.

Pour cela, l'ASN exerce sa mission de contrôle et d'inspection et a élaboré, pour l'application du DAC, des prescriptions relatives à la conception et à la construction de Flamanville 3 et à l'exploitation des deux réacteurs de Flamanville 1 et 2 à proximité du chantier.

Les principes et les modalités de contrôle de la construction du réacteur EPR couvrent les étapes suivantes :

- la conception détaillée dont les études définissent les données nécessaires à la réalisation ;
- les activités de réalisation qui englobent la préparation du site après la délivrance de l'autorisation de création, la

fabrication, la construction, la qualification et le montage des structures, systèmes et composants, sur le chantier ou chez les fabricants.

Ce contrôle porte également sur la maîtrise des risques liés aux activités de construction sur les INB voisins (réacteurs de Flamanville 1 et 2) et sur l'environnement. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN a en charge l'inspection du travail sur le chantier de la construction.

Enfin, parallèlement au contrôle du chantier de construction des bâtiments du réacteur, l'ASN assure également le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les actions de l'ASN en la matière en 2009 sont décrites au point 2 | 4 | 2.

## 2 | 4 | 2 Le contrôle de la construction en 2009

### *L'examen de la conception détaillée*

L'examen de la conception détaillée est réalisé par l'ASN avec l'appui technique de l'IRSN sur la base d'un examen documentaire. En 2009, l'ASN a sollicité l'avis du GPR sur la conception du système de contrôle-commande numérique et des plates-formes matérielles destinées à héberger les logiciels de ce système. L'architecture du système de contrôle-commande numérique comprend deux plates-formes : l'une, pour une conduite de secours, a été développée spécifiquement pour l'industrie nucléaire, l'autre, pour la conduite normale, est un composant industriel.



Chantier de construction de l'EPR à Flamanville – septembre 2008 : construction de la salle des machines



Chantier de construction de l'EPR à Flamanville – septembre 2009 : construction de la station de pompage



Chantier de construction de l'EPR à Flamanville – juin 2009 : construction des bâtiments d'exploitation

### Position de l'ASN sur le contrôle-commande du réacteur EPR

*Le statut et l'indépendance de l'ASN ainsi que sa politique de transparence la conduisent à publier systématiquement ses positions importantes. Sa position sur le contrôle commande du réacteur EPR s'appuie sur les étapes de l'évaluation de ce dispositif qui ont été jusqu'à présent les suivantes :*

- *en mars 2007, l'ASN a rendu son avis sur le projet de décret d'autorisation de création, selon lequel un dispositif de contrôle-commande numérique pour l'EPR était acceptable dans son principe.*

*En février 2008, l'ASN a adressé à EDF une lettre d'alerte sur la conception détaillée envisagée du contrôle-commande, selon laquelle EDF prenait un « risque industriel » en s'engageant dans une option qui pourrait ne pas être finalement validée ;*

- *en juin 2009, le GPR a rendu son avis sur la base d'une analyse de l'IRSN ;*

- *en octobre 2009, l'ASN a adressé à EDF une lettre qui relève la complexité de la conception proposée et souligne que son caractère faisable n'est pas acquis. L'ASN demande notamment d'apporter des modifications à la conception de ce système ainsi que des justifications de sûreté complémentaires. Des positions similaires des Autorités de contrôle finlandaise et britannique ont été communiquées à AREVA.*

*L'examen de la sûreté de l'EPR obéit à un processus itératif, les industriels proposant des solutions et l'ASN prenant position sur ces propositions. Les positions de l'ASN peuvent naturellement conduire à des évolutions de conception. Un tel dialogue technique approfondi permet à l'ASN de renforcer les choix de sûreté. La lettre d'octobre 2009 sur le contrôle-commande n'est qu'une étape de ce processus itératif.*

*La position de l'ASN sur le dispositif de contrôle-commande de l'EPR, cohérente avec celle de ses homologues étrangères, résulte de la difficulté pour EDF et AREVA de produire, jusqu'à présent, les éléments démontrant la sûreté. Les Autorités de sûreté britannique (HSE), finlandaise (STUK) et française (ASN) ont publié le 2 novembre 2009 une déclaration commune sur la conception du système de contrôle-commande du réacteur EPR. Le fait d'avoir rendu publique cette position s'inscrit totalement dans la démarche voulue par la loi de 2006 sur la transparence et la sûreté en matière nucléaire.*

Pour cette dernière, la démonstration du respect des exigences liées à la sûreté nucléaire s'avère plus difficile que pour les éléments dont la conception intègre initialement ces exigences. L'ASN a fait part de ses demandes à EDF. Les conclusions de l'ASN relatives à l'analyse de l'architecture du contrôle commande sont partagées par les autorités anglaise (HSE) et finlandaise (STUK). Dans le cadre de la coopération internationale (cf. paragraphe 2|4|3) cette position a fait l'objet d'une déclaration commune.

En complément de l'examen technique d'études de conception détaillée réalisé avec l'appui de l'IRSN, l'ASN a mené en 2009 neuf inspections dans les services d'ingénierie en charge de leur réalisation et de la surveillance des fabrications chez les fournisseurs. L'ASN a ainsi contrôlé la mise en œuvre des exigences de l'arrêté du 10 août 1984 dans le système de management du projet, en particulier les exigences relatives à la gestion et la surveillance des prestataires, à l'identification et à la gestion des activités concernées par la qualité, à la gestion des écarts, à la gestion du retour d'expérience et à la prise en compte des facteurs organisationnels et humains sur le chantier. L'application de ces exigences a été contrôlée à la fois au niveau des services d'ingénierie et du chantier de Flamanville 3.

L'ASN a constaté lors de ces inspections que l'organisation mise en place dans les différents services d'EDF en charge de la surveillance était globalement satisfaisante. Des défauts de traçabilité des actions de surveillance réalisées par EDF ont toutefois été constatés. De plus, l'ASN considère qu'EDF doit améliorer son système de contrôle des documents utilisés pour la fabrication des systèmes, structures et composants afin de s'assurer que la version utilisée est validée. Par ailleurs, il est apparu souhaitable qu'EDF engage une démarche plus systématique d'analyse et d'amélioration, sous l'angle des facteurs organisationnels et humains et avec l'appui de spécialistes du domaine, des activités sensibles mises en œuvre sur le chantier.

#### *Le contrôle des activités de construction sur le site de Flamanville 3*

Sur le chantier de la construction, l'ASN a réalisé 24 inspections en 2009, avec l'appui de l'IRSN. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

- le génie civil, dont les activités relatives à la mise en place de la peau métallique de revêtement de l'enceinte interne du bâtiment réacteur ;
- les premières activités de montage électromécanique ;
- les systèmes électriques ;
- les contrôles non destructifs et la radioprotection ;

- l'organisation et le management de la sûreté au sein du chantier ;
- l'impact du chantier sur la sûreté des réacteurs de Flamanville 1 et 2.

À l'issue des inspections menées en 2009 et de l'examen des écarts, l'ASN estime que la société Bouygues, titulaire de contrat de génie civil, a amélioré la qualité de sa documentation et de son contrôle technique interne. L'ASN a noté le recours dans le domaine du génie civil à de nombreuses dérogations au référentiel applicable pour la construction et considère que la rigueur dans l'identification et la justification de ces dérogations doivent être renforcées. L'ASN note que les premières activités de montage des systèmes électromécaniques ne bénéficient pas encore pleinement du retour d'expérience issu des activités de génie civil pour la mise en œuvre des dispositions de l'arrêté du 10 août 1984, notamment l'identification préalable des activités susceptibles d'affecter la sûreté du futur réacteur.

Par ailleurs, l'ASN a engagé, avec l'IRSN, un examen détaillé des causes et du traitement des écarts les plus significatifs pour la sûreté survenus en 2009.

- Fin 2008, l'ASN a constaté des taux de réparation élevés à la suite des opérations de soudage des éléments constituant la peau métallique (liner) de l'enceinte interne du bâtiment réacteur. Le 4 février 2009, l'ASN a demandé à EDF de mettre en place un plan d'action afin d'améliorer significativement la qualité de réalisation de ces soudures et, dans l'attente, d'étendre les contrôles radiographiques à 100 % des soudures. Fin juillet 2009, EDF a diminué ce taux de contrôle au vu de l'amélioration notable sur plusieurs semaines de la qualité des soudures réalisées sur la peau métallique.
- L'ASN et l'IRSN ont constaté, au cours de plusieurs inspections, d'une part, que des reprises de bétonnage étaient d'une qualité non satisfaisante et, d'autre part, que les méthodes de traitement utilisées pour réaliser ces reprises de bétonnage n'étaient pas prévues par le référentiel applicable pour la construction. L'ASN a demandé à EDF de justifier l'utilisation de méthodes différentes de celles prescrites par le référentiel de construction. Dans l'attente de ces justifications, EDF limite l'usage de ces méthodes aux opérations où les méthodes prévues par le référentiel de construction sont inadaptées et réalise un contrôle renforcé de leur application.
- Au cours de l'inspection du 28 mai 2009 consacrée au radier des structures internes du bâtiment réacteur, les inspecteurs ont alerté EDF sur le nombre important de tâches à réaliser avant la phase de bétonnage prévue. À l'issue de cette phase de bétonnage, l'examen des écarts constatés par EDF et le titulaire de contrat montre notamment une insuffisance du volume de béton coulé par endroits et des modifications de coffrage pendant les opérations de bétonnage. Ces écarts ne remettent pas en cause la sûreté de l'ouvrage mais mettent en lumière une

pression importante liée à l'échéancier de la construction. L'ASN a demandé à EDF de prendre les mesures adéquates afin de ne pas reproduire ce type de situations génératrices d'écarts.

### *L'inspection du travail sur le chantier de la construction du réacteur Flamanville 3*

L'inspection du travail est réalisée par la division de Caen de l'ASN depuis la signature du DAC. Les actions menées en 2009 ont consisté en :

- la participation à des réunions du collège inter-entreprises de sécurité, de santé et des conditions de travail (CIESSCT) et du comité de lutte contre le travail illégal (COLTI) ;
- la réalisation de contrôles de sécurité sur le chantier ;
- la réalisation d'enquêtes sur les accidents survenus sur le chantier ;
- la réponse à des demandes directes de la part de salariés ;
- la réponse à des demandes concernant les plans de prévention des risques sur les chantiers nécessitant de nombreux intervenants.

En 2009, les inspecteurs du travail de l'ASN ont en particulier contrôlé le respect par les entreprises intervenant sur le chantier, des dispositions du code du travail, relatives aux déclarations des travailleurs étrangers, aux durées du travail, aux risques liés à la co-activité, à la prise en compte du retour d'expérience du parc de réacteurs en exploitation lors de la conception de ce réacteur.

### *Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires*

Les équipements sous pression nucléaires (ESPN) sont des composants d'une installation nucléaire soumis à la pression, dont la défaillance peut donner lieu à des émissions radioactives (cuve, tuyauteries, générateurs de vapeur ...). Le contrôle de leur fabrication est encadré par l'arrêté du 12 décembre 2005 qui ajoute aux exigences réglementaires applicables à la fabrication des équipements sous pression du domaine conventionnel (décret du 13 décembre 1999) des exigences complémentaires en matière de sécurité, de qualité et de radioprotection. L'ASN considère en effet que la qualité des équipements sous pression nucléaires doit être exemplaire car elle conditionne la sûreté des installations nucléaires. L'ASN évalue donc la conformité aux exigences de la réglementation de chacun des ESPN les plus importants, à l'exception de tuyauteries de faible diamètre. La conformité des autres ESPN est également évaluée par des organismes de contrôle agréés. Le contrôle de l'ASN s'exerce aux différentes étapes de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par des examens documentaires et des inspections des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. Par ailleurs, lorsqu'un composant fabriqué présente des risques d'hétérogénéité des caractéristiques liés à l'élaboration des matériaux ou à la complexité des opérations de fabrication, l'ASN demande

également au fabricant de démontrer qu'il sait maîtriser ces risques. Le fabricant doit en effet identifier toutes les causes de possibles hétérogénéités des composants qu'il produit (analyse des risques fondée sur le procédé d'élaboration) et démontrer que les composants fabriqués auront la qualité requise.

En 2009, l'ASN a instruit de nombreux dossiers relatifs à la conception et à la fabrication d'équipements des circuits primaire et secondaires du réacteur EPR (cuve, pompes primaires, pressuriseur, générateurs de vapeur, tuyauteries, vannes et robinets). L'ASN a par ailleurs réalisé ou fait réaliser par des organismes de contrôle agréés plus de 1600 inspections concernant ces équipements chez le fabricant AREVA NP, ses fournisseurs et leurs sous-traitants. L'ASN a relevé lors de ces inspections des écarts qui résultent souvent d'une anticipation de la fabrication des équipements sur leur conception détaillée.

L'ASN a mené, du 14 au 18 septembre 2009, une inspection de revue des activités d'AREVA NP relatives à la fabrication des équipements sous pression nucléaires (cuve du réacteur, tuyauterie du circuit primaire,...) sur le thème du management de la sûreté. Ce type d'inspection, de grande ampleur, permet à l'ASN de procéder à un examen approfondi d'un site ou d'un ensemble d'activités afin de disposer d'une vision plus complète des actions et des résultats d'un fabricant ou d'un exploitant sur un thème donné.

L'équipe d'inspection, composée de sept agents de l'ASN, a passé en revue les dispositions prises par AREVA NP pour assurer la qualité des équipements fabriqués et dont dépend la sûreté des centrales nucléaires construites. Cette inspection s'est déroulée dans les locaux d'AREVA NP à Paris La Défense et dans l'usine de Chalon-sur-Saône. Les thèmes suivants ont en particulier été examinés : organisation relative à la qualité, modalités de prise de décisions et d'arbitrage, tenue à jour de la documentation réglementaire, agrément et surveillance des fournisseurs.

Cette inspection, qui s'est déroulée dans un climat constructif, a permis de relever plusieurs bonnes pratiques et points forts dans l'organisation, notamment dans différents processus clés pour assurer la qualité des productions : audits, inspections internes, traitement des écarts. Les inspecteurs de l'ASN ont également souligné le bon niveau de qualification des auditeurs et des inspecteurs internes et la qualité de leurs rapports.

Toutefois, l'ASN considère que le plus haut niveau de sûreté des installations nucléaires doit être recherché. Sous la supervision de l'exploitant, un fabricant d'équipements sous pression nucléaires doit donc viser le niveau de qualité le plus élevé possible. Dans ce contexte, l'ASN a détecté des axes de progrès possible chez le fabricant AREVA NP.

L'ASN a constaté que les rôles et missions des personnes en charge de la qualité au sein d'AREVA NP devaient être clarifiés. Elle considère que les prises de décision au sein de l'entreprise peuvent être mieux formalisées. L'ASN a demandé à AREVA NP d'améliorer certains points des processus d'agrément et de surveillance des fournisseurs et de mieux prendre en compte les enseignements issus de la découverte d'une anomalie. L'ASN a également demandé à AREVA NP de progresser dans le domaine de la documentation réglementaire.

L'année 2009 a par ailleurs été marquée pour l'ASN par deux anomalies importantes constatées au cours de la fabrication de certains des ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville 3.

Une anomalie de fabrication a ainsi été constatée par AREVA NP sur un composant d'un générateur de vapeur fin 2008. Cet écart consiste en une erreur d'implantation d'une tubulure débouchant du générateur de vapeur. AREVA NP a proposé à l'ASN de remplacer ce composant par un autre, dont la fabrication était déjà achevée, mais dont les caractéristiques n'étaient pas identiques. L'ASN a procédé à l'instruction de cette proposition tout au long de l'année 2009. Les justifications apportées par AREVA NP, ainsi que les essais et inspections réalisés sur le composant de rechange proposé, ont permis de poursuivre l'examen de la conformité du générateur de vapeur considéré.

Par ailleurs, fin 2008, l'ASN a constaté, à l'occasion d'une inspection de fabrication du pressuriseur, un écart dans le respect des procédures de réalisation de pièces forgées mécaniques chez un fournisseur italien d'AREVA NP. Cet écart, qui a consisté à employer du matériel non conforme aux normes pour la réalisation d'essais mécaniques devant permettre de vérifier la qualité des pièces fabriquées, avait pour cause une mauvaise mise en œuvre de la documentation applicable. Cet écart a amené l'ASN à refuser en 2009 certains des composants du pressuriseur et à demander la réalisation d'essais mécaniques complémentaires sur les composants qui n'ont pas été rebutés afin de démontrer leur conformité. Enfin, une surveillance renforcée de ce fournisseur a été mise en œuvre à la demande de l'ASN ; elle se traduit par l'inspection par un organisme agréé de toutes les étapes de fabrication importantes pour la qualité.

### 2 | 4 | 3 Coopérer avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères

Dans un contexte de relance mondiale des programmes nucléaires et de manière à partager l'expérience avec d'autres Autorités de sûreté nucléaire, l'ASN multiplie les échanges techniques autour de la conception et de la

construction des nouveaux réacteurs avec ses homologues étrangers.

### *Relations bilatérales*

L'ASN entretient des relations privilégiées avec les autorités de sûreté nucléaire étrangères afin de bénéficier des expériences passées ou en cours liées aux procédures d'autorisation et au contrôle de la construction de nouveaux réacteurs. En 2009, l'ASN et l'IRSN ont ainsi participé à des réunions bilatérales avec les Autorités de sûreté nucléaire finlandaise et britannique.

Du fait des projets de construction de réacteurs de type EPR sur les sites d'Olkiluoto en Finlande et de Flamanville en France, l'ASN et l'IRSN ont mis en place, depuis 2004, une coopération renforcée avec l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (STUK). En 2009, cette coopération renforcée s'est concrétisée par la tenue de deux réunions techniques et de deux inspections croisées, sur les chantiers de Flamanville 3 et d'Olkiluoto 3, sur le thème du génie civil.

Par ailleurs, des échanges réguliers entre STUK et l'ASN ont lieu afin de partager l'expérience en matière de fabrication des équipements sous pression nucléaires.

Le renforcement de la coopération bilatérale avec le Royaume-Uni se traduit par le détachement pour plusieurs années d'un inspecteur britannique au sein des services de l'ASN et d'un inspecteur de l'ASN au sein des services de l'autorité britannique et par des réunions d'échanges techniques, en particulier sur le contrôle-commande.

L'ASN a également observé une inspection réalisée par l'autorité britannique (HSE NII) concernant l'évaluation du design de l'EPR.

De même un renforcement des relations bilatérales avec l'autorité de sûreté américaine (NRC) s'est traduit en 2009 par le détachement d'un inspecteur de la NRC au sein de l'ASN et le détachement d'un inspecteur de l'ASN au sein de la NRC ainsi que par la venue de plusieurs commissaires de la NRC et du directeur du département en charge du contrôle des nouveaux réacteurs. Un échange approfondi sur les méthodes d'inspection respectives a également eu lieu lors d'une inspection sur le chantier de Flamanville 3 à laquelle ont participé deux inspecteurs de la NRC.

### *Vers une coopération multinationale*

En 2007, l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (NRC) a été saisie par un groupement d'industriels d'une demande de certification d'un réacteur EPR. La coopération entre la France et la Finlande s'est donc ouverte aux États-Unis, pour élaborer un programme de coopération multinationale

pour les nouveaux réacteurs, baptisé MDEP (Multinational Design Evaluation Program). Désormais, le Canada et le Royaume-Uni participent également au groupe du MDEP consacré au réacteur EPR.

Quatre réunions dédiées au réacteur EPR ont eu lieu en mars, mai, septembre et décembre 2009, dont une a porté spécifiquement sur la thématique du contrôle-commande. La coopération multinationale réalisée dans le cadre du groupe MDEP s'est notamment concrétisée au travers de la publication d'une déclaration commune d'HSE, de STUK et de l'ASN relative au niveau d'exigences associées à la conception et à la démonstration de sûreté du contrôle-commande.

D'autres structures internationales, telles que l'AEN, offrent également l'occasion d'échanger, en dehors du cas de l'EPR, sur les pratiques et les enseignements du contrôle de la construction d'un réacteur. Pour l'ASN, ces échanges internationaux sont un des moteurs de l'harmonisation des exigences de sûreté et des pratiques du contrôle.

## **2 | 5 Les réacteurs du futur : engager des discussions sur la sûreté de la génération IV**

Les organismes de recherche et les industriels de douze grands pays nucléaires, ainsi que l'Union Européenne via EURATOM, préparent la quatrième génération de réacteurs dans le cadre du « Generation IV international Forum » (GIF) lancé en 2000. Au sein du GIF, ces différents partenaires mutualisent leurs efforts de recherche et de développement (R&D) pour évaluer le potentiel de différentes filières de réacteurs envisagées.

Dans le cadre de cette coopération internationale, les industriels français (CEA, AREVA, EDF) se sont plus particulièrement engagés dans des programmes de R&D sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na) – filière sur laquelle la France dispose déjà d'une expertise importante avec PHÉNIX et SUPERPHÉNIX – mais aussi sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au gaz – filière plus prospective demandant davantage d'innovations technologiques.

La France s'est fixée comme ambition, dans une loi de programme de juin 2006, de mettre en service un premier prototype industriel de réacteur de quatrième génération à l'échéance de 2020 pour préparer un éventuel déploiement industriel à l'horizon 2040-2050.

Dans cette perspective à la fois de moyen et de long terme, l'ASN souhaite suivre dès à présent le développement de la quatrième génération de réacteurs par les industriels et les perspectives de sûreté associées. À cet effet, les acteurs industriels du projet ont formalisé en

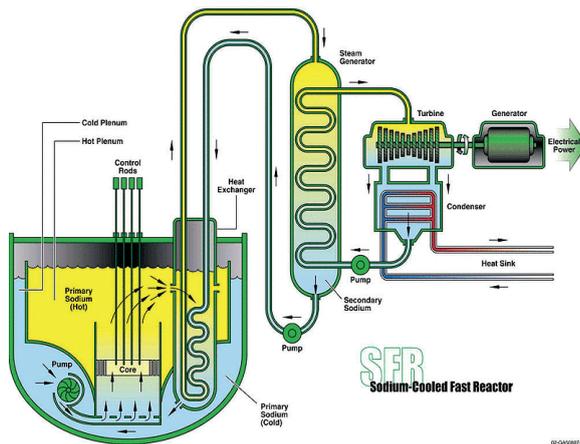


Schéma de principe d'un réacteur rapide à caloporteur sodium

partie leur programme de recherche concernant la sûreté des RNR-Na dans un document transmis à l'ASN et à l'IRSN fin 2009.

De son côté, l'ASN a fait part aux acteurs français de ses attentes relatives, d'une part, au cadre des échanges à mettre en place pour l'examen de la sûreté de ce projet et, d'autre part, aux premiers documents attendus pour engager les discussions techniques. Les premiers documents attendus fin 2009 et début 2010 concernent :

- le retour d'expérience national et international de la filière RNR-Na ;
- les orientations concernant les options de sûreté et les actions de R&D ;
- la justification du choix de la filière RNR-Na.

L'ASN considère que les réacteurs de génération IV devront apporter des améliorations de sûreté par rapport aux réacteurs de type EPR. Si les premières réflexions engagées portent prioritairement sur les perspectives de sûreté de la filière RNR-Na, l'ASN souhaite que les potentialités, au plan de la sûreté, des autres filières soient aussi examinées afin de maintenir à ce stade un débat ouvert sur les objectifs de sûreté de la prochaine génération de réacteurs.

## 2 | 6 S'appuyer sur la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection

La recherche fondamentale et appliquée est l'une des clés du progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, à plusieurs titres :

- le développement et la validation de solutions techniques innovantes permettent l'émergence de produits ou de procédés nouveaux pour l'exploitation et la maintenance ; ces solutions remplacent des techniques

ou des modes d'intervention offrant un degré de protection moindre ;

- certains travaux de recherche visent à mieux connaître les risques, notamment pour ce qui concerne les accidents graves, ce qui permet de mieux orienter les mesures de protection, voire de mettre en lumière des risques jusque-là mal évalués : c'est par exemple le cas des expériences sur le phénomène de colmatage des puisards ou des études de comportements individuels ou collectifs dans des situations de stress, permettant de mieux apprécier le rôle des facteurs organisationnels et humains ;
- la recherche permet de développer des compétences pointues dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, contribuant ainsi à la formation d'un vivier de spécialistes.

La recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection nécessite fréquemment le recours à la modélisation de systèmes complexes (les installations, les phénomènes physico-chimiques mis en jeu...) : le développement de codes de calculs de plus en plus perfectionnés et faisant appel à des ressources informatiques toujours croissantes et en constante évolution doit être maîtrisé, depuis l'expression des besoins jusqu'à la validation de l'outil. L'ASN est attentive à cette phase de validation, afin que les démonstrations de l'exploitant ou l'expertise des appuis techniques soient fondées sur des méthodes ou des résultats scientifiquement éprouvés.

La connaissance des derniers résultats de la recherche et des questions qui restent encore sans réponse permet aux organismes de contrôle de mesurer le degré de réalisme de leurs demandes. Ainsi l'ASN se tient informée des travaux de recherche pour accroître la pertinence de ses demandes. Par ailleurs, la capacité des organismes de contrôle, ou des experts sur lesquels ils s'appuient, à orienter des recherches leur permet de s'interroger sur des questions de sûreté que l'on croyait résolues : c'est ainsi que l'interprétation d'expériences menées par l'IRSN a permis de réexaminer le risque de colmatage des puisards.

En outre, si cette connaissance de l'état de l'art de la recherche est importante dans le cadre des discussions internationales entre organismes de sûreté pour comparer leurs actions en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, elle est essentielle dans le cadre de la contribution de l'ASN et de l'IRSN à l'élaboration des recommandations des guides de l'AIEA.

Il importe également que les exploitants contribuent significativement à l'effort de recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection et en utilisent les résultats pour faire progresser le niveau de sûreté de leurs installations. La recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, tant sur les aspects technologiques que

sur les facteurs organisationnels et humains, est alimentée par plusieurs moteurs :

- les projets de nouveaux réacteurs : les travaux de recherche lancés pour le réacteur EPR et ceux associés à la conception des réacteurs de quatrième génération ont conduit au développement de solutions nouvelles, dont certaines pourront être mises en œuvre sur les réacteurs existants ;
- la volonté des industriels d'améliorer les performances de leurs outils : à titre d'exemple, le souhait d'EDF d'augmenter les performances des combustibles nucléaires a notamment conduit au lancement de travaux sur les céramiques d'oxyde d'uranium, les matériaux de gainage des assemblages de combustible et les codes de calcul. Ces travaux permettent aussi d'approfondir les connaissances et, dans certains cas, de faire progresser la sûreté, par exemple en améliorant les méthodes d'étude d'accidents ;

- la question de la durée d'exploitation des réacteurs : le souhait d'EDF de poursuivre l'exploitation des centrales nucléaires existantes est à l'origine de recherches sur le vieillissement des matériaux et l'évolution des structures et des composants, notamment le comportement des enceintes en béton ou les propriétés des aciers sous irradiation ;
- la prise en compte du retour d'expérience des événements : on peut citer à ce titre les recherches relatives aux risques d'inondation ou à la modélisation de la dérive des nappes de pétrole.

Consciente des enjeux importants afférents à la connaissance de l'état de l'art en matière de recherche, l'ASN a mis en place une organisation afin d'identifier plus précisément ses besoins. L'ASN a ainsi identifié les principaux sujets d'intérêt pour lesquels l'investissement mériterait d'être renforcé.

## 3 LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES

### 3 | 1 L'exploitation et la conduite

#### 3 | 1 | 1 La conduite en fonctionnement normal : autoriser les modifications documentaires et veiller à leur respect

##### *Les spécifications techniques d'exploitation (STE)*

Le chapitre III des RGE présente les STE du réacteur qui ont pour rôle :

- de définir les limites du fonctionnement normal de l'installation afin de rester à l'intérieur des hypothèses de conception et de dimensionnement du réacteur ;
- de définir, en fonction de l'état du réacteur considéré, les fonctions de sûreté nécessaires au contrôle, à la protection et à la sauvegarde des barrières, ainsi qu'à la mise en œuvre des procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident ;
- de prescrire une conduite à tenir en cas de dépassement d'une limite du fonctionnement normal ou d'indisponibilité d'une fonction de sûreté requise.

##### *Les modifications permanentes des STE*

EDF peut être amenée à modifier les STE pour intégrer son retour d'expérience, améliorer la sûreté de ses installations, améliorer ses performances économiques ou encore intégrer les conséquences des modifications matérielles.

En 2009, l'ASN a examiné plusieurs documents modifiant les STE de manière permanente, qui ont fait l'objet d'un accord ou de demandes de justifications complémentaires. Un de ces dossiers concerne la prise en compte des modifications qui seront mises en œuvre lors de la gestion combustible dite Galice des réacteurs du palier 1300 MWe.

##### *Les modifications temporaires des STE*

Lorsqu'EDF a besoin, dans des circonstances exceptionnelles, de s'écarter de la conduite normale imposée par les STE lors d'une phase d'exploitation ou d'une intervention, elle doit déclarer à l'ASN une modification temporaire des STE. L'ASN examine cette modification et peut délivrer un accord, sous réserve éventuellement de la mise en œuvre de mesures compensatoires complémentaires si elle estime que celles qui sont proposées par l'exploitant sont insuffisantes.

L'ASN s'assure de la justification des modifications temporaires et réalise chaque année un examen approfondi, sur la base d'un bilan établi par EDF. Aussi EDF est-elle tenue :

- de réexaminer périodiquement la motivation des modifications temporaires, afin d'identifier celles qui justifieraient une demande de modification permanente des STE ;
- d'identifier les modifications génériques, notamment celles liées à la réalisation de modifications matérielles nationales et d'essais périodiques.

### *Les contrôles de terrain relatifs à la conduite en fonctionnement normal*

Lors des inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN s'attache à vérifier :

- le respect des STE et, le cas échéant, des mesures compensatoires associées aux modifications temporaires ;
- la qualité des documents d'exploitation normale, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme, et leur cohérence avec les STE ;
- la formation des agents à la conduite du réacteur.

## 3 | 1 | 2 Examiner les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

### *L'approche par état (APE)*

En cas d'incident ou d'accident survenant sur un réacteur, les équipes disposent de documents de conduite devant leur permettre de ramener le réacteur dans un état stable et de l'y maintenir.

La conduite en cas d'incident ou d'accident est basée sur l'approche par état (APE). L'APE consiste à élaborer des stratégies de conduite en fonction de l'état physique identifié de la chaudière nucléaire, quels que soient les événements ayant conduit à cet état. Un diagnostic permanent permet, si l'état se dégrade, d'abandonner la procédure ou la séquence en cours et d'appliquer une procédure ou une séquence mieux adaptée.

Ces documents opératoires sont élaborés à partir des règles de conduite en cas d'incident et d'accident qui constituent le chapitre VI des RGE. La mise en œuvre ou la modification de ces documents doivent être déclarées à l'ASN. Au cours de l'année 2009, l'ASN a poursuivi l'examen de modifications des règles de conduite pour les réacteurs nucléaires en exploitation proposées par EDF et a donné notamment son accord à la mise en application des dossiers liés aux visites décennales (VD) pour chacun des paliers de réacteurs nucléaires. Certaines modifications des procédures APE découlent de modifications matérielles qui seront intégrées lors des VD, d'autres sont issues du retour d'expérience d'exploitation ou répondent à des demandes de l'ASN pour améliorer la sûreté.

Dans la continuité du projet « conduite en cas d'incident ou d'accident » (CIA), l'ASN a instruit en 2009 les travaux relatifs aux informations utilisées dans la CIA et à la couverture d'événements par des procédures de conduite appartenant au chapitre VI des RGE.

Afin de préparer l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville, certaines thématiques relevant des documents réglementaires énumérés à l'article 20 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux INB et fournis par

l'exploitant lors du dépôt de la demande de mise en service, sont instruits de manière anticipée. Les principes de conduite en cas d'incident ou d'accident, qui seront déclinaés dans les règles générales d'exploitation relatives à la conduite dans le cas d'un incident ou d'un accident de sûreté font partie de ces thématiques. Lors de l'année 2009, l'ASN et son appui technique ont examiné les principes de CIA pour les états du circuit primaire principal fermés et non fermés du réacteur, les principes de conduite des agressions redevables de la CIA, l'interface de la CIA et de la conduite d'un accident grave et les principes de conduite aux différents interfaces homme-machine.

Des inspections sur le thème de la conduite en cas d'incident ou d'accident ont lieu régulièrement. Au cours de ces inspections, sont notamment examinées la gestion des documents de conduite du chapitre VI des RGE (déclinaison des documents nationaux de référence en documents locaux, reproduction, diffusion...), la gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle, ainsi que la formation des agents de conduite. Au vu des inspections réalisées en 2009, l'ASN considère que l'appropriation par les sites des règles de conduite en cas d'incident ou d'accident est globalement satisfaisante.

### *La conduite des réacteurs en cas d'accident grave*

Dans le cas où, à la suite d'un incident ou d'un accident, la conduite du réacteur ne permettrait pas de le ramener dans un état stable et où le scénario engendré par une succession de défaillances conduirait à une détérioration du cœur, le réacteur entrerait dans une situation dite d'accident grave.

Face à de telles situations, très hypothétiques, diverses mesures sont prises pour permettre aux opérateurs, soutenus par les équipes de crise, de gérer la conduite du réacteur et d'assurer le confinement des matières radioactives afin de minimiser les conséquences de l'accident. Les équipes de crise peuvent notamment s'appuyer sur le guide d'intervention en accident grave (GIAG). Le GIAG et ses évolutions sont en cours d'instruction par l'ASN et son appui technique.



Salle de commande d'un réacteur électronucléaire

En 2009, l'ASN a porté une appréciation positive sur les évolutions apportées par EDF à sa démarche de prise en compte des risques relatifs aux accidents graves, à la suite de leur examen par le GPR en 2008. L'ASN a néanmoins demandé à EDF de compléter son référentiel par une meilleure prise en compte de la gestion à long terme d'un tel accident, d'accentuer les exigences portant sur les matériels nécessaires à la gestion d'une telle situation et de poursuivre l'optimisation de sa stratégie de gestion de l'eau dans le puits de cuve permettant de maîtriser l'évolution de l'accident.

Le GPR a par ailleurs examiné le 25 juin 2009 les parades possibles à la dissémination de produits radioactifs par la « voie eau », c'est-à-dire une potentielle contamination des nappes d'eau souterraines par des rejets radioactifs liquides.

## 3 | 2 La maintenance et les essais

### 3 | 2 | 1 Contrôler les pratiques de maintenance

L'ASN considère que la politique de maintenance constitue une ligne de défense essentielle pour prévenir l'apparition d'anomalies et pour maintenir la conformité d'une installation nucléaire à son référentiel de sûreté.

Depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, EDF s'est engagée dans une politique de réduction des volumes de maintenance. Son objectif est de renforcer la compétitivité des réacteurs du parc nucléaire tout en maintenant le niveau de sûreté. Il s'agit essentiellement de recentrer les opérations de maintenance sur les équipements dont la défaillance présente des enjeux forts en termes de sûreté, de radioprotection ou d'exploitation. Cette politique a conduit EDF à faire évoluer son organisation et à adopter de nouvelles méthodes de maintenance.

EDF a développé, comme c'est déjà le cas dans l'industrie aéronautique et militaire, la méthode dite « d'optimisation de la maintenance par la fiabilité ». Cette méthode permet, à partir de l'analyse fonctionnelle d'un système donné, de définir le type de maintenance à réaliser en fonction de la contribution de ses modes de défaillance potentiels aux enjeux de sûreté, de radioprotection ou d'exploitation.

Par ailleurs, tirant profit de la standardisation des réacteurs nucléaires, EDF déploie le concept de maintenance par « matériels témoins ». Cette maintenance est fondée sur la constitution de familles techniques homogènes de matériels semblables, exploités de la même manière dans toutes les centrales nucléaires du parc. Pour EDF, la sélection et le contrôle approfondi d'un nombre réduit de ces matériels, jouant alors le rôle de matériels témoins au sein

de ces familles, permet, dans le cas où aucune défaillance n'est détectée, d'éviter un contrôle de la totalité des matériels de la famille.

Dans ce contexte de forte évolution des méthodes et compte tenu du vieillissement des réacteurs nucléaires, l'ASN a demandé l'avis du GPR sur la politique de maintenance d'EDF et sa mise en œuvre par les sites. Une réunion du GPR a eu lieu à cet effet le 27 mars 2008.

Sur la base de cet examen, l'ASN considère que les méthodes mises en œuvre par EDF pour optimiser les programmes de maintenance des matériels importants pour la sûreté sont acceptables. Ces méthodes, qui privilégient la surveillance des matériels, permettent, d'une part, de réduire les risques liés aux interventions sur les matériels et, d'autre part, de limiter la dose reçue par les intervenants. L'ASN a toutefois rappelé à EDF que ces méthodes pouvaient conduire à ne pas détecter un défaut nouveau ou non-envisagé et a demandé à EDF, au titre de la défense en profondeur, d'accompagner le déploiement de ces méthodes pour certains matériels par le maintien de visites périodiques systématiques.

En outre, l'ASN a rappelé à EDF que la mise en œuvre de ces méthodes de maintenance pour les équipements sous pression des circuits primaire et secondaires principaux des réacteurs nucléaires doit se faire dans le respect des exigences de l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation de ces circuits (voir point 3 | 6 du chapitre 3) et donc ne concerner que des zones où aucune dégradation connue n'est redoutée. L'ASN a également strictement encadré les conditions d'utilisation d'une telle démarche en insistant notamment sur l'élargissement nécessaire des contrôles en cas de découverte d'un défaut.

Par ailleurs, l'ASN considère que le processus mis en place par EDF pour capitaliser le retour d'expérience permet de s'assurer de la bonne évolution des programmes de maintenance. L'ASN veillera à la prise en compte par EDF du retour d'expérience du comportement des matériels concernés par ces évolutions, particulièrement pour ce qui concerne le contenu et la fréquence des contrôles.

### 3 | 2 | 2 Instruire la qualification des applications scientifiques

Les applications scientifiques qui contribuent aux démonstrations de sûreté sont soumises aux exigences de l'arrêté du 10 août 1984 mentionné au point 3 | 2 | 1 du chapitre 3. Parmi ces exigences figure notamment la qualification, qui consiste à s'assurer que l'application peut être utilisée en toute confiance dans un domaine donné.

En 2009, l'ASN a poursuivi avec l'appui de l'IRSN l'instruction des applications qui seront utilisées pour les études relatives au réacteur EPR.

En outre, l'ASN continue sa réflexion visant à définir les principes et les modalités à retenir en vue de l'examen de la qualification des codes de calculs employés dans les démonstrations de sûreté.

### 3 | 2 | 3 Garantir l'emploi de méthodes de contrôles performantes

L'arrêté du 10 novembre 1999 dispose dans son article 8 que les procédés d'essais non destructifs employés pour le suivi en service des équipements des circuits primaire et secondaires principaux des réacteurs nucléaires doivent faire l'objet, préalablement à leur utilisation, d'une qualification prononcée par une entité dont la compétence et l'indépendance doivent être démontrées.

Cette entité, la commission de qualification, a obtenu le renouvellement de son accréditation (délivrée par le COFRAC) en 2006.

Le rôle de cette commission est d'évaluer la représentativité tant des maquettes utilisées pour la démonstration que



Contrôle par ultrasons d'un joint soudé

des défauts qui y sont introduits. Sur la base des résultats de la qualification, elle atteste que la méthode d'examen atteint effectivement les performances prévues. Il s'agit, selon les cas, soit de démontrer que la technique de contrôle utilisée permet de détecter une dégradation décrite dans un cahier des charges, soit d'explicitier les performances de la méthode.

Au niveau international, les exigences de qualification diffèrent sensiblement selon les pays tant dans leurs modalités qu'au niveau des contrôles. Les exploitants bénéficient par ailleurs de périodes transitoires plus ou moins importantes pour la mise en œuvre de leurs programmes respectifs.

À ce jour, 91 applications sont qualifiées dans le cadre des programmes d'inspection en service. De nouvelles applications sont en cours de développement et de qualification pour répondre à de nouveaux besoins. Ils concernent notamment le réacteur de Flamanville 3 pour lequel 41 applications doivent être qualifiées pour la visite complète initiale qui doit débiter à l'été 2010. Dans le cadre de la réduction de la dosimétrie, les applications ultrasonores ont été privilégiées par rapport aux applications radiographiques.

### 3 | 2 | 4 Autoriser les programmes d'essais périodiques

Afin de vérifier le bon fonctionnement des matériels importants pour la sûreté et la disponibilité des systèmes de sauvegarde qui seraient sollicités en cas d'accident, des essais sont réalisés périodiquement conformément aux programmes du chapitre IX des RGE.

En 2009, l'ASN a donné son accord sur les programmes d'essais périodiques suivants :

- l'évolution des règles d'essais périodiques pour les systèmes des réacteurs de 1300 MWe mettant en œuvre la gestion de combustible Galice ;
- les programmes d'essais périodiques liés aux modifications matérielles qui seront intégrées lors de la troisième visite décennale des réacteurs du palier CP0 ;
- les programmes d'essais périodiques liés aux modifications matérielles qui ont été intégrées lors de la troisième visite décennale des réacteurs du palier 900 MWe ;
- les programmes d'essais périodiques liés aux modifications matérielles qui ont été intégrées lors de la première visite décennale du réacteur tête de série du palier N4.

L'ASN poursuit par ailleurs l'instruction de la doctrine de conception des essais périodiques pour l'EPR.

En parallèle, l'ASN est régulièrement amenée à se prononcer sur les déclarations de modification des programmes d'essais périodiques.

## 3 | 3 Le combustible

### 3 | 3 | 1 Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur

Dans le but d'accroître la disponibilité et les performances des réacteurs en exploitation, EDF recherche et développe, en partenariat avec les industriels du combustible nucléaire, des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur, dite « gestion de combustible ».

Depuis 1996, l'allongement des durées de cycle est une composante importante de l'optimisation du combustible et du fonctionnement des réacteurs. Cet allongement s'accompagne d'une augmentation de l'enrichissement du combustible, mais la quantité d'énergie libérée est restée toutefois limitée à 52 GWj/t en moyenne par assemblages de combustible, valeur maximale autorisée. L'ASN veille à ce que chaque nouveau mode de gestion du combustible fasse l'objet d'une démonstration spécifique de la sûreté des réacteurs concernés formulée sur les caractéristiques propres à la nouvelle gestion. Lorsqu'une évolution du combustible ou de son mode de gestion amène EDF à revoir une méthode d'étude d'accident, celle-ci fait préalablement l'objet d'un examen et ne peut être mise en œuvre sans accord de l'ASN. Depuis 2007, l'adoption d'une nouvelle gestion de combustible fait l'objet d'une décision de l'ASN comportant des prescriptions encadrant sa mise en œuvre.

#### *Parité-MOX*

La gestion de combustible Parité-MOX concerne les vingt-deux réacteurs de 900 MWe autorisés à recycler du plutonium. Par rapport à la gestion précédente (Garance MOX), elle est caractérisée par :

- l'augmentation du taux de combustion des assemblages de combustible MOX résultant de l'accroissement du nombre de cycles de fonctionnement (quatre cycles en réacteur au lieu de trois) ;
- l'évolution de la teneur initiale en plutonium (8,65 % en moyenne au lieu de 7,1 %).

Cette gestion permet de maîtriser les quantités de plutonium produites par le parc électronucléaire français.

Au 31 décembre 2009, dix-sept réacteurs ont mis en œuvre la gestion Parité-MOX.

#### *GALICE*

EDF a décidé de mettre en œuvre une nouvelle gestion de combustible dite « Galice » (Gestion avec Augmentation Limitée de l'Irradiation pour le Combustible en Exploitation) sur certains des réacteurs de 1300 MWe. L'enrichissement en uranium 235 des assemblages passe

de 4 % à 4,5 %. L'épuisement maximal du combustible est alors de 62 GWj/t et le mode de rechargement est hybride, certains assemblages effectuant trois cycles de fonctionnement et d'autres quatre. La durée moyenne d'un cycle est de 18 mois. L'ASN a terminé en 2009 l'examen technique de cette gestion de combustible à la suite de la réunion du GPR du 12 juin 2008. L'accord à la mise en œuvre de la gestion de combustible Galice a été délivré par l'ASN le 23 juillet 2009. Pour la mise en œuvre de cette gestion de combustible, l'ASN a édicté des prescriptions par décision n° 2009-DC-167 du 8 décembre 2009 en application des articles 3 et 29 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006. La première mise en œuvre de la gestion de combustible Galice est prévue en 2010 sur le réacteur Nogent 2.

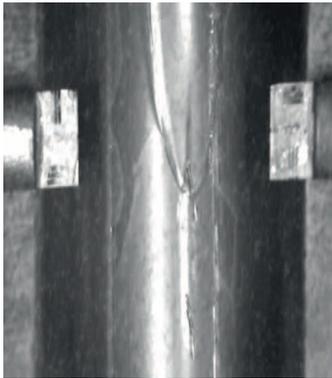
### 3 | 3 | 2 Les modifications apportées aux assemblages de combustible

EDF poursuit plusieurs programmes d'expérimentation destinés à améliorer la sûreté et les performances du combustible. Les voies d'amélioration explorées sont multiples et touchent aussi bien le matériau constitutif et la forme des parties métalliques de l'assemblage de combustible (gainage, squelette, embouts...) que le matériau des pastilles de combustible.

#### *Les assemblages de combustible en alliage M5*

Depuis 2005, l'ASN a autorisé l'irradiation d'assemblages de combustible AFA3GlrAA (gainage et structure en alliage M5) pour une durée de trois cycles dans trois réacteurs de 1300 MWe (Cattenom 3, Golfech 2 et Nogent-sur-Seine 2) et pour une durée de quatre cycles dans les quatre réacteurs du palier N4 (Chooz B1, Chooz B2, Civaux 1 et Civaux 2).

L'acquisition du retour d'expérience et la caractérisation des défauts d'étanchéité apparus sur certains de ces assemblages ont conduit EDF à mettre en œuvre, pour les assemblages de combustible chargés à partir de 2007, des mesures d'amélioration du procédé de soudage des crayons combustibles constituant ces assemblages afin de réduire l'apparition de défauts d'étanchéité des gaines. Les assemblages de combustible chargés depuis 2008 n'ont pas présenté de défaut d'étanchéité à l'endroit des soudures concernées par ces améliorations. Cependant, de nouvelles fuites ont été détectées en 2008 sur les crayons en alliage M5 ; elles sont attribuées à la présence de petits copeaux de M5, dénommés « cheveux d'ange », anormalement engendrés sous les ressorts des grilles des assemblages lors de l'étape d'insertion des crayons dans le squelette de l'assemblage pour sa fabrication. Ces copeaux sont soumis à des vibrations lors du fonctionnement du réacteur, ce qui provoque une usure des gaines pouvant aller jusqu'au percement.



Défaut créé par un « cheveu d'ange » sur un crayon en alliage M5

Des actions correctives ont été prises au niveau de la fabrication des assemblages de combustible afin d'éliminer cette cause de défaut d'étanchéité pour les assemblages neufs chargés en 2009. Des défauts d'étanchéité ont à nouveau été détectés en 2009 dans certains réacteurs contenant des assemblages de combustible en matériau M5.

L'ASN a demandé à EDF de limiter l'introduction de nouvelles recharges de combustible en alliage M5 et de lui transmettre les résultats des investigations menées pour identifier les causes des défauts observés.

### 3 | 3 | 3 Renforcer la sûreté des opérations de manutention du combustible

Les opérations de manutention du combustible, qui permettent de remplacer les assemblages de combustible en fin de vie par des assemblages neufs, se font lorsque le réacteur est à l'arrêt et la cuve ouverte. Le rechargement du cœur nécessite la manutention sous eau d'assemblages de combustible entre la piscine du bâtiment combustible et celle du bâtiment réacteur pour les déposer en cuve conformément à un plan préétabli en suivant des



Délimitation d'une zone d'exclusion des corps étrangers sur le pourtour d'une piscine d'entreposage des assemblages combustible à Paluel (Seine-Maritime)

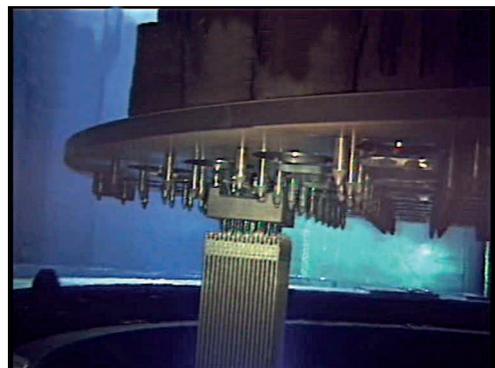
séquences de rechargement prédéfinies. Les efforts déployés depuis plusieurs années par EDF afin de diminuer les risques d'endommagement des assemblages lors des manutentions, se sont poursuivis en 2009 avec notamment l'introduction progressive d'assemblages à grilles améliorées.

#### Manutention des équipements internes supérieurs

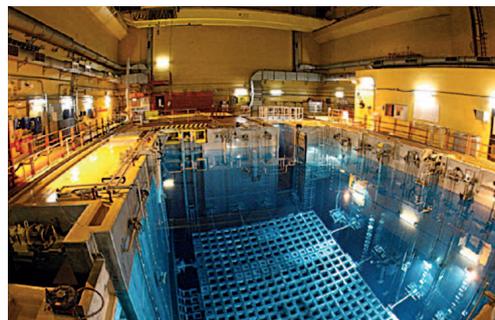
En 2009, EDF a présenté son analyse et les mesures correctives qu'elle retenait pour éviter le renouvellement de l'incident de blocage de deux assemblages de combustible sur les structures internes supérieures (voir encart ci-après) en 2008 sur le réacteur 2 du Tricastin.

À la suite d'échanges avec l'exploitant sur cet incident, l'ASN a jugé que les éléments transmis ne permettaient pas de tirer tous les enseignements utiles de l'événement et a demandé à EDF d'approfondir et d'étendre en 2009 le champ d'analyse des enseignements tirés de cet événement et de préciser les actions correctives retenues. L'ASN a notamment demandé à EDF d'étudier :

- l'impact de l'incident sur la conception et la maintenance des matériels, afin d'éviter qu'ils ne soient potentiellement générateurs de corps étrangers ;
- la faisabilité du renforcement des lignes de défense en intégrant des mesures complémentaires sur les assemblages, la réalisation de contrôles télévisuels du bon espace interassemblages et de nouvelles dispositions pour confronter la position des assemblages avec les pions des structures internes ;



Assemblage combustible accroché à la centrale nucléaire EDF du Tricastin (Drôme) – Août 2009

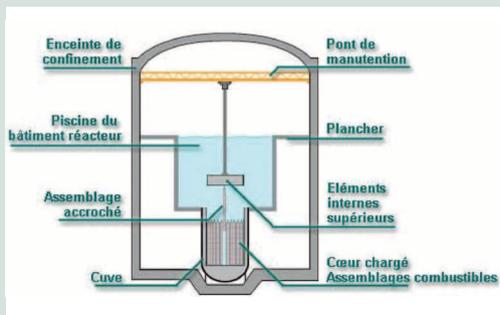


Piscine de désactivation du combustible

### Incident par blocage d'assemblages de combustible aux internes supérieures

Afin de permettre l'accès aux assemblages de combustible pour procéder aux opérations de déchargement du cœur des réacteurs à l'issue de chaque cycle de fonctionnement, la cuve est ouverte puis les structures internes supérieures sont retirées. Celles-ci assurent notamment le bon positionnement des assemblages de combustible en cœur et leur maintien lors de l'exploitation des réacteurs.

Cependant, il arrive qu'un ou des assemblages de combustible peuvent rester accrochés aux pions de centrage des équipements internes supérieurs. Le risque de chute de l'assemblage dans la cuve ou sur les assemblages disposés autour peut entraîner une perte du confinement de certains crayons de combustible et d'éventuels rejets radioactifs dans le bâtiment réacteur.



En cas d'incident, la solution technique définie par l'exploitant pour sécuriser et récupérer les assemblages accrochés fait l'objet d'une analyse par l'ASN et son appui technique, ainsi que d'une qualification éventuelle sur une maquette de taille réelle, avant que soit délivré l'accord de l'ASN à la mise en œuvre des modifications nécessaires pour procéder aux opérations de sécurisation du ou des assemblages.

– le caractère suffisant des directives internes d'EDF relatives à l'exclusion des corps étrangers dans les circuits.

Le 9 août 2009, un incident de blocage d'un assemblage de combustible MOX sur les structures internes supérieures a eu lieu lors des opérations de déchargement du cœur du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Gravelines. L'ASN a mené une inspection réactive le 10 août 2009 sur le site afin d'examiner la gestion par EDF de l'événement et les dispositions mises en place pour en limiter les conséquences éventuelles. Les opérations successives de sécurisation de l'assemblage, de désolidarisation, puis d'extraction des structures internes supérieures ont été réalisées le 2 septembre 2009 et ont permis le déchargement de l'assemblage et du reste du cœur de manière satisfaisante.

Le 6 novembre 2009, un incident similaire s'est à nouveau produit sur le réacteur 2 du Tricastin. Une inspection réactive a été menée le 7 novembre 2009. Un outil de sécurisation similaire à celui développé pour Gravelines a été utilisé au Tricastin.

Ces deux événements n'ont pas conduit à des rejets à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur et le refroidissement des assemblages a toujours été assuré. Les événements ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES à Gravelines comme au Tricastin.

### 3 | 4 Exercer un contrôle approfondi sur les circuits primaire et secondaires

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, regroupés sous le terme de « chaudière » et présentés au point 1 | 1 | 3, sont des appareils fondamentaux d'un réacteur. Fonctionnant à haute température et haute pression et contribuant à toutes les fonctions fondamentales de sûreté – confinement, refroidissement, contrôle de la réactivité – ils font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance poussées de la part d'EDF ainsi que d'un contrôle approfondi de la part de l'ASN. La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'arrêt du 10 novembre 1999, cité au chapitre 3, point 3 | 6.

D'une manière générale, l'ASN estime que l'état des CPP et CSP du parc de réacteurs français n'inspire pas d'inquiétude à court terme mais que les phénomènes de vieillissement et de dégradation connus doivent être pris en compte et faire l'objet de mesures appropriées, principalement lors de la préparation et de la réalisation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

Les nouvelles dégradations et anomalies apparues depuis 2006, sur les générateurs de vapeur sont traitées au point 3 | 4 | 4.



Contrôle des tuyauteries par l'inspecteur de l'ASN lors de l'épreuve hydraulique du circuit primaire à Cattenom (Moselle) – Juin 2008

### 3 | 4 | 1 Faire surveiller et contrôler les circuits

L'ASN s'assure que l'exploitant exerce une surveillance et un entretien appropriés des circuits primaire et secondaires principaux. Pour cela, l'exploitant établit des programmes de surveillance qui sont soumis à l'ASN. À la suite de l'examen de ces documents, des demandes peuvent être formulées par l'ASN. L'exploitant est tenu de les prendre en compte. En complément de ces examens documentaires, l'ASN réalise des inspections thématiques sur la maintenance des équipements, notamment à l'occasion des arrêts de réacteur. L'ASN examine également les résultats des contrôles transmis à la fin de chaque arrêt.

En complément de la surveillance exercée lors de chaque arrêt par l'exploitant sur ses circuits, l'ASN contrôle tous les dix ans, lors des requalifications périodiques, le bon état de ces appareils. La requalification périodique comporte trois phases distinctes : la visite de l'appareil qui est constituée de nombreux examens non destructifs, l'épreuve hydraulique sous pression et la vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions. La requalification du circuit primaire a lieu lors des visites décennales, arrêts longs de plusieurs mois qui sont l'occasion de réaliser un volume de maintenance et de contrôles important permettant de s'assurer du bon état des équipements.

Au cours de l'année 2009, six circuits primaires principaux ont fait l'objet d'une requalification périodique. Il

s'agit des réacteurs de Belleville 2, Chinon B3, Nogent 1, Tricastin 1, Fessenheim 1 et Chooz B2.

### 3 | 4 | 2 Surveiller les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression sont fabriquées en alliage à base de nickel : tubes, cloison et revêtement côté primaire de la plaque tubulaire pour les GV, adaptateurs de couvercle, pénétrations de fond de cuve, soudures des supports inférieurs de guidage des internes de cuve et zones réparées des tubulures pour la cuve.

La résistance de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. 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 sollicitations mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, parfois rapidement comme observé sur les tubes de GV dès le début des années 1980 ou sur les piquages d'instrumentation des pressuriseurs des réacteurs de 1300 MWe à la fin des années 1980.

L'ASN a demandé à EDF d'adopter une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones considérées. 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 l'exploitant, doit répondre à des exigences portant sur les objectifs et la périodicité des contrôles. En outre, les GV et les couvercles de cuve font l'objet d'un programme de remplacement important (voir point 3 | 4 | 4).

En 2004, des fissures imputées à la corrosion sous contrainte ont été observées sur la cloison d'un GV qui sépare la branche chaude de la branche froide, pour la circulation du fluide primaire, dans la partie basse du GV. La prise en compte du retour d'expérience international et la découverte de fissures sur cette partie du GV qui était considérée a priori par EDF comme non sensible à ce type de dégradation, ont conduit l'ASN à demander à EDF d'adapter sa stratégie globale de maintenance des zones en Inconel 600 pour prendre en compte ces dégradations. Ainsi, l'ensemble des GV équipés d'une cloison en alliage Inconel 600 sera contrôlé avant les troisièmes visites décennales des réacteurs.

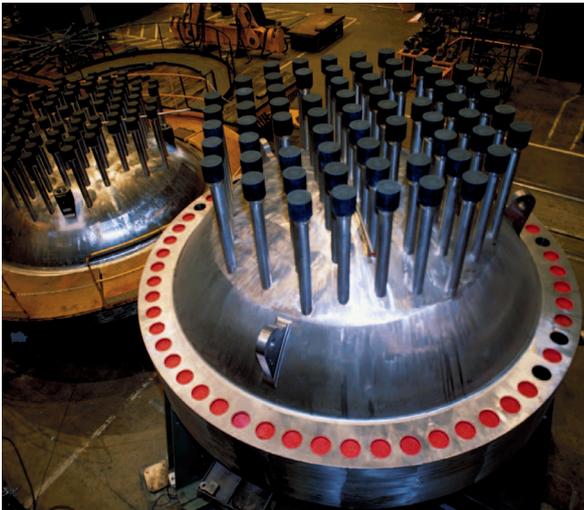
Des contrôles réalisés en 2007 avaient révélé des indications de fissuration sur 2 GV ; des contrôles de suivi ont été réalisés en 2008 et n'ont montré aucune variation significative. Les contrôles réalisés en 2009 sur 9 cloisons GV n'ont pas mis en évidence de nouvelles indications de fissuration par corrosion sous contrainte. Les contrôles de suivi de ces indications se poursuivront en 2010. Au 31 décembre 2009, 92 GV ont été contrôlés.

### 3 | 4 | 3 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs

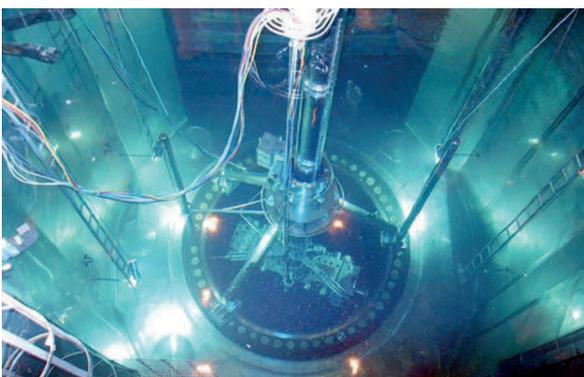
La cuve est l'un des composants essentiels d'un réacteur à eau sous pression. Ce composant, d'une hauteur de 14 m et d'un diamètre de 4 m pour une épaisseur de 20 cm, contient le cœur du réacteur ainsi que son instrumentation. Entièrement remplie d'eau en fonctionnement normal, la cuve, d'une masse de 300 t, supporte une pression de 155 bar à une température de 300 °C.

Le contrôle régulier et précis de l'état de la cuve est essentiel pour les deux raisons suivantes :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, à la fois pour des raisons de faisabilité technique et de coût ;
- la rupture de la cuve est un accident inenvisageable, dont les conséquences ne sont donc pas prises en compte dans l'évaluation de la sûreté du réacteur. La validation de cette hypothèse nécessite que des mesures de conception, de fabrication et d'exploitation adaptées soient prises.



Couvercle de cuve en cours de fabrication (AREVA)



Machine d'inspection en service de la cuve en situation de contrôle

En fonctionnement normal, la cuve se dégrade lentement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur qui fragilisent le métal. 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, ce qui est le cas pour quelques cuves des réacteurs de 900 MWe, qui présentent des défauts non évolutifs, dus à la fabrication, sous leur revêtement en acier inoxydable.

Pour se prémunir contre tout risque de rupture, les mesures suivantes ont été prises dès le démarrage des premiers réacteurs d'EDF :

- un programme de contrôle de l'irradiation : des capsules contenant des éprouvettes réalisées dans le même métal que la cuve ont été placées à l'intérieur de celle-ci, près du cœur. On retire régulièrement certaines de ces capsules pour réaliser des essais mécaniques. Les résultats donnent une bonne connaissance du niveau de vieillissement du métal de la cuve et permettent même de l'anticiper étant donné que les capsules, situées près du cœur, reçoivent davantage de neutrons que le métal de la cuve ;
- des contrôles périodiques, en particulier des contrôles par ultrasons, permettent de vérifier l'absence de défaut ou, dans le cas des cuves affectées de défauts de fabrication, de vérifier que ces derniers n'évoluent pas.

L'ASN a examiné les dossiers relatifs à la tenue en service des cuves transmis par EDF en préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Ces dossiers ont été présentés aux experts de la section permanente nucléaire (SPN) de la commission centrale des appareils à pression (CCAP) en 1999 puis en 2005. L'ASN instruit aujourd'hui les réponses apportées par EDF aux questions posées lors de cette dernière séance. À l'issue de cet examen et au vu des résultats des contrôles réalisés au cours des troisièmes visites décennales des réacteurs, l'ASN prendra position sur les conditions d'exploitation des cuves au-delà de trente ans.

### 3 | 4 | 4 Assurer l'intégrité des tubes des générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur (GV) sont des échangeurs de chaleur entre l'eau du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire. Leur surface d'échange est constituée d'un faisceau tubulaire, composé de 3500 à 5600 tubes, selon le modèle, qui confine l'eau du circuit primaire et permet un échange de chaleur en évitant tout contact entre les fluides primaire et secondaire.

L'intégrité du faisceau tubulaire des GV est un enjeu important pour la sûreté. En effet, une dégradation de celui-ci

peut générer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. De plus, la rupture d'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte du réacteur qui constitue la troisième barrière de confinement. Or les tubes de GV sont soumis à plusieurs phénomènes de dégradation, comme la corrosion ou l'usure, et nécessitent de ce fait une surveillance particulière.

Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF et révisé périodiquement. La version actuelle de ce programme a été examinée et acceptée par l'ASN en 2003. Une nouvelle version a été soumise à l'ASN qui a demandé à EDF de la compléter avant sa mise en œuvre. Ce programme définit notamment des contrôles à l'issue desquels les tubes présentant des dégradations importantes sont bouchés pour être mis hors service.

Depuis le début des années 1990, EDF mène un programme de remplacement des GV dont les faisceaux tubulaires sont les plus dégradés. Ce programme se poursuit au rythme moyen d'un réacteur chaque année. Fin 2009, huit des

trente-quatre réacteurs de 900 MWe seront encore équipés de GV avec faisceaux tubulaires en alliage à base de nickel de type Inconel 600 non traité thermiquement (600 MA), les principaux concernés par le phénomène de corrosion sous contrainte (voir point 3|4|2).

### Le phénomène de colmatage des générateurs de vapeur

En 2004, un nouveau type de dégradation affectant plusieurs GV sur l'ensemble du parc est apparu. Il s'agit de fissures de fatigue dont la cinétique d'évolution est très rapide et qui peuvent conduire à des fuites entre les circuits primaire et secondaire entraînant un arrêt fortuit du réacteur. Après des investigations destinées à en déterminer l'origine, ces fissures de fatigue ont été attribuées à des modifications de l'écoulement du fluide secondaire causées par le colmatage des plaques entretoises. Ce phénomène consiste en une obturation progressive, par des dépôts d'oxydes, des passages aménagés entre les tubes et les plaques entretoises pour la circulation de l'eau. Le colmatage a plusieurs conséquences pour la sûreté :

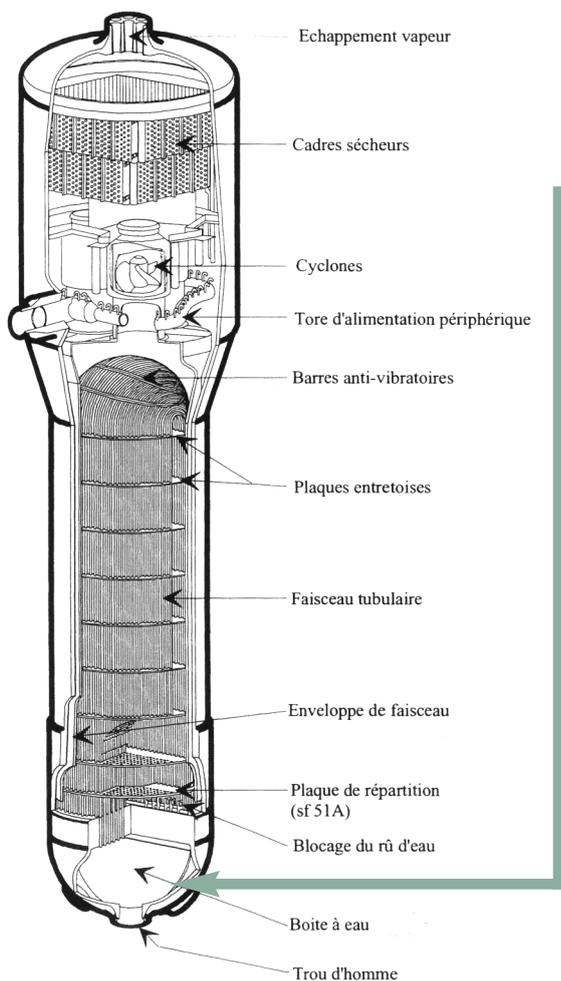
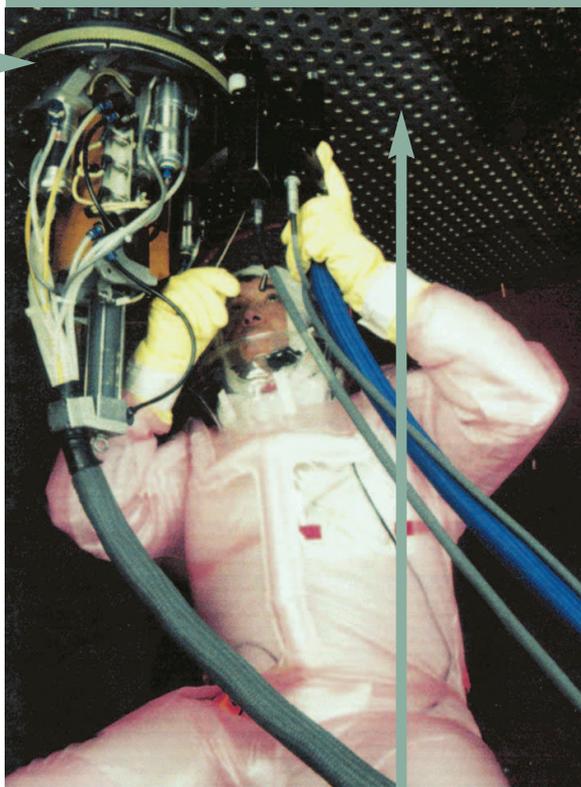


Schéma d'un générateur de vapeur et intervention de pose de bouchons dans la boîte à eau

Boîte à eau : la pose de bouchons est réalisée dans la boîte à eau, aux entrées et sorties des tubes des générateurs de vapeur.



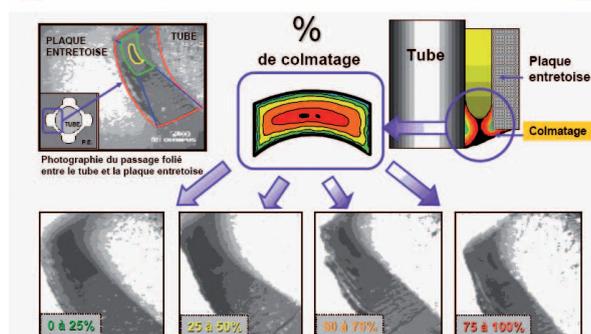
Entrée d'un tube : en fonctionnement, l'eau sous pression circule dans ces tubes.

- il constitue un paramètre déterminant dans l'apparition de vibrations excessives des tubes dans certaines zones des GV. Ces vibrations peuvent conduire au développement rapide de fissures. EDF a ainsi bouché préventivement une zone de cinquante-huit tubes dans les GV potentiellement touchés par le phénomène ;
- il peut induire des efforts mécaniques importants sur les structures internes des GV, notamment dans certaines situations d'incident ou d'accident ;
- il entraîne une diminution du taux de circulation de l'eau dans les GV et donc, pour un même niveau d'eau mesuré, une réduction de la quantité d'eau disponible à l'intérieur du GV. Des phénomènes d'oscillations du niveau d'eau peuvent également apparaître dans les GV dans certaines situations de fonctionnement si le taux de colmatage est élevé.

Le phénomène de colmatage des GV a été mis en évidence à la suite d'un événement significatif classé au niveau 1 sur l'échelle INES survenu en février 2006 sur le réacteur 4 de Cruas-Meysse. Une fissure s'est développée sur un tube d'un GV en quelques mois, jusqu'à provoquer une fuite. Depuis cet événement et à la demande de l'ASN, qui considérait que ce phénomène était susceptible de concerner d'autres réacteurs, EDF a développé et réalisé des contrôles sur certains GV des réacteurs de 900 MWe lors de leur arrêt pour maintenance et rechargement en combustible. Des taux de colmatage importants ont été observés sur plusieurs réacteurs sans que cela ait été anticipé par EDF. Sur les plaques entretoises supérieures de certains d'entre eux, ce taux a pu atteindre 80 % de la surface des espaces aménagés pour laisser passer l'eau.

Ce phénomène étant susceptible d'affecter des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a également demandé à EDF d'étendre les contrôles aux GV concernés. Si, dans un premier temps, EDF a donné des estimations du taux de colmatage fondées sur l'évolution de certains paramètres de fonctionnement, il dispose depuis 2008 de moyens d'investigation permettant d'évaluer plus précisément le taux

**COLMATAGE PE ⇒ ACCELERATION DU FLUIDE SECONDAIRE ⇒ VIBRATIONS**



Colmatage des plaques entretoises

de colmatage de ses GV. Les GV de l'ensemble des réacteurs potentiellement affectés par ce phénomène sont donc contrôlés au cours des arrêts pour rechargement. Si l'état d'un réacteur ne permet pas une exploitation en toute sûreté, EDF doit le remettre en conformité.

Pour répondre aux demandes de l'ASN, EDF a complété ses études pour ce qui concerne l'impact du phénomène de colmatage sur la sûreté des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe. L'ASN évalue avec l'IRSN les justifications apportées par EDF sur la compréhension du phénomène de colmatage et sur la sûreté du fonctionnement de l'ensemble des réacteurs à long terme. En parallèle, EDF établit une stratégie de traitement pérenne de cette problématique. Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF de proposer des solutions pour limiter l'apparition et le développement des dépôts d'oxydes.

**Un procédé de traitement: le nettoyage chimique des générateurs de vapeur**

Pour éliminer les dépôts d'oxydes métalliques contribuant au colmatage des générateurs de vapeur, EDF a choisi un procédé de nettoyage chimique destiné à être mis en œuvre à titre curatif sur quinze réacteurs identifiés comme étant les plus colmatés.

Un premier procédé consistant à injecter dans la partie secondaire du générateur de vapeur une solution chimique à haute température (160 °C) a été utilisé pour la première fois en 2007 sur le réacteur 4 de Cruas-Meysse ; ce procédé s'est révélé efficace puisqu'il a réduit le niveau de colmatage jusqu'à une valeur d'environ 15 % en conduisant cependant à une corrosion plus importante que prévu de certains matériaux constitutifs du GV, sans toutefois nuire à l'intégrité de l'équipement. Le pilotage global de ce procédé s'est révélé délicat et a été amélioré au fur à mesure des mises en œuvre suivantes.

En raison des difficultés rencontrées lors de l'utilisation de ce procédé, EDF s'est orientée vers une deuxième méthode opérant à plus basse température (inférieure à 100 °C) et qui a été utilisée en 2008 sur deux réacteurs du palier 900 MWe (Cruas 2 et 3) et un réacteur du palier 1300 MWe (Belleville 1). Utilisation de ce procédé, qui intervient lorsque le cœur du réacteur est déchargé, présente un pilotage plus aisé et a permis de rester à des niveaux de corrosion des aciers au carbone six à huit fois plus faible tout en minimisant le rejet d'effluents gazeux produits, en particulier l'ammoniac.

EDF a donc poursuivi son programme de nettoyage curatif sur la base de ce procédé sur trois réacteurs en 2009 (Cattenom 1, Cattenom 3 et Chinon B3). Trois autres réacteurs seront traités en 2010 et 2011 (Cattenom 4, Belleville 2 et Cattenom 2).



Installation des équipements lors du nettoyage chimique des générateurs de vapeur

EDF envisage également de passer progressivement et à partir de 2010 d'une stratégie de maintenance curative à une stratégie de maintenance préventive en utilisant des procédés de nettoyages moins agressifs (nettoyages « doux »). Deux procédés sont en cours de qualification.

Toutefois, malgré leur efficacité certaine pour diminuer les taux de colmatage des GV traités, l'ASN considère que ces procédés de nettoyage ne sont pas sans impact, que ce soit pour les structures internes des GV, particulièrement en ce qui concerne le lessivage à haute température, ou pour le faisceau tubulaire. Des signaux parasites, dont l'origine n'a pu être déterminée, peuvent apparaître, de manière aléatoire, lors des contrôles par courants de Foucault du faisceau tubulaire, tant à l'issue du nettoyage qu'après un cycle de fonctionnement.

### *S'assurer de l'absence de risque vis-à-vis des tubes en anomalie de supportage*

Le 18 février 2008, une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire a été détectée sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Cette fuite a pour origine la fissuration d'un tube en « anomalie de supportage ». Cet événement a été classé au niveau 0 sur l'échelle INES.

Lors du fonctionnement des réacteurs, les faisceaux tubulaires des GV sont soumis à des vibrations. Ces vibrations peuvent générer une fissuration circonférentielle par fatigue, dont l'évolution est très rapide. Afin de limiter l'amplitude de ces vibrations et prévenir ce type de dégradation, certains tubes sont maintenus dans leur partie supérieure par des barres anti-vibratoires. Au cours de la fabrication des GV, certaines de ces barres ont été mal positionnées, entraînant un défaut de maintien des tubes. Ces tubes sont appelés « tubes en anomalie de supportage ».

Deux ruptures de tubes de GV, ayant pour origine une fissuration par fatigue vibratoire de « tubes en anomalie de supportage », se sont produites à North Anna (USA) en 1987 et à Mihama (Japon) en 1991. À la suite de ces deux événements, l'ASN avait demandé à EDF, au début des années 1990, de définir un critère de sensibilité aux vibrations des tubes en anomalie de supportage et, en fonction de ce critère, d'obturer les tubes les plus sensibles. Depuis, pour les GV des trente-quatre réacteurs de 900 MWe, environ 1500 tubes ont été obturés sur la base de ce critère. Cette démarche a été également mise en œuvre au niveau international par d'autres exploitants de réacteurs nucléaires.

Après la découverte en 2008 d'une fuite à Fessenheim, l'ASN a demandé à EDF de boucher l'intégralité des tubes en anomalie de supportage du parc électronucléaire, et de reprendre les études sur la fatigue vibratoire pour expliquer l'échec des modèles prédictifs.

EDF a ainsi bouché l'ensemble des tubes concernés sur le palier 900 MWe, soit près de 2500 tubes. En parallèle, la reprise des études thermohydrauliques et vibratoires a montré que certains paramètres n'avaient pas été suffisamment affinés. Par exemple, l'influence du colmatage et de l'encrassement des GV avait été sous estimée et la modélisation des générateurs de vapeur de Fessenheim 2 ne correspondait pas totalement à leur géométrie réelle.

Concernant les réacteurs de 1300 MWe, les études corrigées ne montrent pas d'augmentation significative des coefficients caractérisant la sensibilité à la fatigue vibratoire. L'ASN a demandé à EDF de procéder, sur ces réacteurs, au bouchage des tubes les plus sensibles, considérant que certains des tubes présentaient des marges suffisantes pour prendre en considération une absence de risque à court terme. En revanche, un complément de justification doit être établi pour permettre le maintien en service à long terme de ces tubes sur le palier 1300 MWe, qui pourra s'appuyer non seulement sur des études, dont la reprise complète doit être transmise à l'ASN fin 2010, mais aussi sur des contrôles.

Pour le palier N4, les conditions de circulation du fluide secondaire permettent de conserver les GV dans un état de propreté offrant à court terme des garanties sur l'absence de facteurs aggravants de type colmatage ou encastrement. Pour ce palier, comme pour le palier 1300 MWe, l'ASN attend les conclusions de la reprise des études pour se prononcer sur la stratégie à long terme d'EDF face au phénomène de fatigue vibratoire des tubes.

### *Assurer la bonne tenue des bouchons*

Dans le cadre des opérations de maintenance réalisées sur les générateurs de vapeur des réacteurs nucléaires, EDF procède au bouchage de certains tubes de générateurs de vapeur qui présentent des défauts.



Bouchon mécanique mis en place aux extrémités des tubes des générateurs de vapeur

Les opérations de bouchage consistent à obturer les entrées et sorties des tubes. Elles sont réalisées à l'aide de bouchons fixés sur les parois des tubes par l'intermédiaire de dents (cannelures) qui viennent s'y incruster. Ces interventions courantes qui bénéficient d'un retour d'expérience satisfaisant en France quant à leur efficacité et à la tenue des bouchons dans le temps, revèlent cependant depuis mai 2008 des anomalies remettant en cause la maîtrise de l'opération.

En effet, en mai 2008, EDF a constaté que quatre bouchons avaient été mal posés sur le réacteur 2 de Saint-Alban (déplacement du bouchon). En février 2009, sur le réacteur 3 de Paluel, EDF a de nouveau détecté qu'un bouchon n'était pas en place. Les recherches ont permis de retrouver ce bouchon à l'autre extrémité du tube. Il a donc migré dans tout le tube sous l'effet de la pression primaire.

Ces anomalies n'ont pas eu de conséquences sur la sûreté des réacteurs. Toutefois, une éjection de bouchon est susceptible de conduire à une rupture du tube concerné, comme cela s'est produit en 1989 sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire de North Anna (États-Unis).

À la demande de l'ASN, EDF a engagé, depuis juillet 2008 et jusqu'à fin 2009, un programme de vérification de la présence des bouchons sur l'ensemble des générateurs de vapeur du parc. Ce programme de vérification a par ailleurs mis en évidence une dégradation importante d'un bouchon soudé sur le réacteur 1 de Flamanville. La détection de cet événement a conduit à prolonger l'arrêt du réacteur de plusieurs semaines afin d'effectuer les investigations et les réparations nécessaires.

Le programme de vérification mis en place par EDF permet de contrôler la présence des bouchons dans les tubes mais il ne garantit pas le bon sertissage de ces bouchons et n'exclut donc pas totalement le risque d'un éventuel déplacement ultérieur.

Afin de pouvoir statuer sur le risque potentiel d'un déplacement de bouchon, l'ASN a demandé à EDF de mener les

investigations nécessaires à la compréhension des origines du phénomène, à l'évaluation des risques de déplacement des bouchons et d'établir des critères de contrôle de pose des bouchons permettant de compléter les actions mises en œuvre de vérification de la présence de bouchons. Les résultats de ces investigations sont attendus courant 2010.

Désormais, après chaque intervention de bouchage des tubes, EDF met en œuvre des contrôles renforcés et systématiques afin de garantir la pose correcte des bouchons.

### Corrosion au droit des plaques entretoises

Au cours de l'arrêt 2009 du réacteur de Bugey 3, un type de fissure encore jamais observé sur le parc français a été détecté sur un tube de GV lors des contrôles réalisés au titre des programmes de surveillance de ces équipements. Les opérations complémentaires réalisées pour s'assurer de l'intégrité des faisceaux tubulaires des GV du réacteur considéré, mais également des autres réacteurs potentiellement impactés, ont mis en évidence deux types de dégradations présentant un caractère de nouveauté et mal caractérisées par les moyens de contrôle disponibles sur le parc en exploitation. Ces dégradations sont localisées sur les tubes, au droit des plaques entretoises à passage circulaire et ne concernent que les tubes en alliage inconel 600 MA.

Parmi les réacteurs potentiellement concernés, Fessenheim 2 et Bugey 3 ont présenté les dégradations les plus importantes et ont fait l'objet de programmes de contrôles et d'expertises complémentaires destinés à la compréhension du phénomène et à la caractérisation de l'état du faisceau tubulaire des GV. Les autres sites concernés, Blayais 2, 3, 4, Gravelines 3, Chinon B2 et Bugey 2 ont été identifiés comme moins affectés par la corrosion.

L'ASN a demandé à EDF de procéder à des opérations de bouchage préventif sur le réacteur 2 de Fessenheim qui permettent d'apporter des garanties suffisantes sur l'aptitude au service des générateurs de vapeur de ce réacteur au cours du prochain cycle.

En complément de contrôles approfondis utilisant de nouvelles méthodes, des opérations d'extraction de plusieurs tubes pour expertises ont été menées sur le réacteur 3 de Bugey. Les générateurs de vapeur concernés par ces phénomènes seront remplacés, conformément au programme prévu par EDF, entre 2010 et 2014.

## 3 | 5 Vérifier la conformité des enceintes de confinement

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique



Vue aérienne de l'une des quatre unités de production de la centrale nucléaire de Paluel (Seine-Maritime)

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 jusqu'à la pression de dimensionnement de l'enceinte interne.

Les résultats des épreuves décennales, pour les enceintes des réacteurs de 900 MWe, ont montré jusqu'ici des taux de fuite conformes aux critères réglementaires. Leur vieillissement a été examiné en 2005 lors du réexamen de sûreté à trente ans afin d'évaluer l'étanchéité et la tenue mécanique pour dix années supplémentaires. Cet examen n'a pas mis en lumière de problème particulier susceptible de remettre en cause la durée d'exploitation. Lors de ce réexamen, EDF a notamment réalisé des études afin de vérifier le bon comportement du tampon d'accès des matériels du bâtiment réacteur en situation accidentelle. Les études et les modifications identifiées par EDF ont été examinées lors de la réunion du GPR du 20 novembre 2008 concernant la clôture du réexamen de sûreté à trente ans des réacteurs de 900 MWe.

Les résultats des épreuves décennales pour les enceintes des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe ont permis d'identifier une évolution des taux de fuite de la paroi interne de certaines de ces enceintes. Cette évolution résulte notamment des effets combinés des déformations du béton et de la perte de précontrainte de certains câbles. Bien que ces phénomènes aient été pris en compte à la conception, ils ont parfois été sous-estimés. En conséquence, en cas d'accident, certaines zones de la paroi seraient susceptibles de se fissurer, ce qui conduirait à des

fuites. Pour pallier ce phénomène, EDF a mis en œuvre un programme de réparation préventive qui vise à restaurer l'étanchéité des zones les plus affectées. Sur la base d'un avis du GPR réuni sur ce sujet début 2002, l'ASN a donné son accord à EDF sur cette stratégie. Ces travaux sont réalisés à chaque visite décennale. À la fin de l'année 2008, quinze réacteurs sur vingt-quatre sont complètement traités. Tous les réacteurs concernés auront fait l'objet de travaux en 2012.

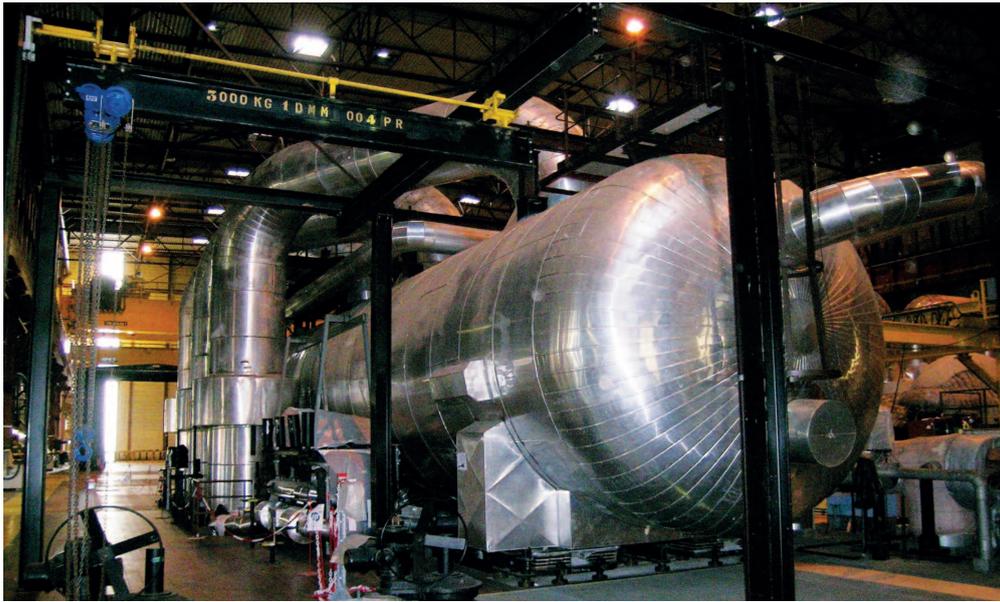
### 3 | 6 Appliquer la réglementation relative aux équipements sous pression

Les équipements sous pression, par l'énergie qu'ils sont susceptibles de libérer en cas de défaillance, indépendamment du caractère éventuellement dangereux du fluide qui serait alors relâché, présentent des risques qu'il convient de maîtriser.

Ces équipements (récipients, échangeurs, tuyauteries...) ne sont pas spécifiques à la seule industrie nucléaire. Ils sont présents dans de nombreux secteurs tels que la chimie, le traitement du pétrole, la papeterie et l'industrie du froid. De ce fait, ils sont soumis à une réglementation établie par le ministère de l'Industrie qui impose les prescriptions en vue d'assurer leur sécurité, pour leur fabrication, d'une part, et pour leur exploitation, d'autre part.

Parmi ces équipements, ceux susceptibles d'émettre des rejets radioactifs en cas de défaillance sont appelés équipements sous pression nucléaires et sont réglementés par l'arrêté du 12 décembre 2005. En complément des exigences applicables aux équipements sous pression conventionnels et des textes déjà existants pour les circuits primaire et secondaires des réacteurs, cet arrêté soumet les équipements sous pression nucléaires à des exigences complémentaires de sécurité qui rentreront en application le 22 janvier 2011. Conformément à cet arrêté et dans la perspective de cette échéance, les exploitants étaient tenus d'établir, en 2009, la liste des équipements sous pression nucléaires utilisés dans leurs installations. L'ASN a engagé, dès cette année, l'examen de l'établissement de ces listes.

L'ASN contribue également au contrôle de l'application des règlements relatifs à l'exploitation des équipements sous pression non nucléaires des centrales nucléaires. Ce contrôle consiste à vérifier, notamment par des actions sur site, qu'EDF applique les dispositions qui lui sont imposées. Parmi les actions réalisées en 2008 par l'ASN, figurent les audits et les visites de surveillance des services d'inspection des sites. Ces services sont chargés, sous la responsabilité des exploitants, de mettre en œuvre les actions d'inspection assurant la sécurité des équipements sous pression. Toutefois ces services ne traitent actuellement



Groupe sècheur surchauffeur de la centrale de Nogent-sur-Seine (Aube) – 2009

que des équipements sous pression non nucléaires. Leur compétence pourra être étendue aux équipements sous pression nucléaires dès lors que les exigences associées à ces équipements, en particulier celles correspondant à leur rôle vis-à-vis de la sûreté, auront été correctement définies. L'ASN a réalisé en 2009 cinq audits de renouvellement de la reconnaissance de ces services d'inspection ainsi que l'audit initial de reconnaissance du service d'inspection de Flamanville.

Parmi les événements survenus en 2009 sur les équipements sous pression, hors circuit primaire et secondaires traités au point 3|4, figurent les dégradations liées aux mécanismes de corrosion et d'érosion détectées sur les sècheurs surchauffeurs (GSS) de certains réacteurs du palier 1300 MWe. Ces équipements, destinés à sécher et surchauffer la vapeur provenant des générateurs de vapeur, sont des équipements sous pression présentant de grands risques pour la sécurité du personnel : ils sont constitués d'une enceinte de plus de quatre mètres de diamètre, de vingt mètres de long et dimensionnée à la pression de dix-sept bar et à une température de 300 °C. Les dégradations mises en évidence ont atteint jusqu'à près de la moitié de l'épaisseur initiale. L'exploitant a engagé un programme de réparation, de contrôle et de justification des zones affectées par ces dégradations.

L'ampleur des dégradations constatées en 2008 et 2009 sur plusieurs zones des circuits secondaires met en défaut, pour ce type de mécanisme de dégradation, les méthodes et les programmes de surveillance définis par EDF. L'ASN suit actuellement les actions mises en œuvre à la suite de la découverte des premières dégradations, notamment l'examen des dispositions envisagées par EDF afin de

veiller à ce que les programmes de contrôle et de réparation soient appropriés aux cinétiques des dégradations caractérisées.

### 3|7 La protection contre les agressions

#### 3|7|1 Prévenir les risques liés au séisme

Les bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires ont été conçus pour résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes jamais survenus dans la région du site. Les règles de prise en compte du risque sismique font l'objet de révisions régulières en fonction de l'avancée des connaissances et d'une application rétroactive au cas par cas lors des réexamens de sûreté.

Bien que la France ne présente pas un fort risque sismique, ce sujet fait ainsi l'objet d'efforts importants de la part d'EDF et d'une attention soutenue de la part de l'ASN.

#### *Les règles de conception*

La règle fondamentale de sûreté (RFS) 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 stockages à long terme des déchets radioactifs).

La RFS V.2.g relative aux calculs sismiques des ouvrages de génie civil a été révisée et publiée en 2006, sous la forme d'un guide relatif à la prise en compte du risque sismique à la conception des ouvrages de génie civil des INB de surface. Il est le fruit de plusieurs années de travail

d'experts français dans le domaine du génie parasismique. Ce texte définit, pour les INB de surface, à partir des données de site, les dispositions de conception parasismique des ouvrages de génie civil ainsi que des méthodes acceptables pour :

- déterminer la réponse sismique de ces ouvrages, en considérant leur interaction avec les matériels qu'ils contiennent, et évaluer les sollicitations associées à retenir pour leur dimensionnement ;
- déterminer les mouvements sismiques à considérer pour le dimensionnement des matériels.

Les dispositions de conception parasismique des ouvrages de génie civil et les méthodes associées sont définies, pour les nouvelles INB de surface, dans le guide de l'ASN n° 2/01 du 26 mai 2006 relatif à la prise en compte du risque sismique des ouvrages de génie civil d'installations nucléaires de base à l'exception des stockages à long terme des déchets radioactifs.

### *Les réévaluations sismiques*

Dans le cadre des réexamens de sûreté en cours (voir point 2 | 2 | 3), la réévaluation sismique consiste notamment à actualiser le niveau de séisme à prendre en compte en appliquant la RFS 2001-01.

Pour le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF d'étudier le dimensionnement au séisme des bâtiments électriques des réacteurs du palier CPY et d'analyser le risque d'agression des bâtiments électriques par la salle des machines. Pour les réacteurs du palier CPO, l'ASN a demandé à EDF d'étudier le dimensionnement au séisme des bâtiments de l'îlot nucléaire et des salles des machines. Les études ont conduit à définir des modifications de renforcement de matériels ou de structures, dont la mise en œuvre a débuté en 2009 à l'occasion des visites décennales du réacteur 1 du Tricastin et du réacteur 1 de Fessenheim. Les conclusions de ces études et les modifications identifiées par EDF ont été examinées lors de la réunion du GPR du 20 novembre 2008 dédiée à la clôture du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

Pour ce qui concerne le réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe, EDF a étudié la stabilité sous séisme des salles des machines des réacteurs ainsi que la tenue du génie civil du bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde. Ces études ont mis en évidence le fait que le dimensionnement d'origine permet de garantir la tenue de ces réacteurs vis-à-vis des séismes réévalués selon la RFS 2001-01, sous réserve de compléments de justification concernant la non-agression par la salle des machines du bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde des réacteurs du palier P<sup>4</sup>.

Dans le cadre de la préparation des prochaines réévaluations sismiques (réexamen à quarante ans pour les réacteurs de 900 MWe et à trente ans pour les réacteurs de 1300 MWe), l'ASN a constitué un groupe de travail réunissant EDF, l'IRSN et l'ASN. L'objectif de ce groupe est de déterminer les séismes de référence à prendre en compte pour ces prochaines réévaluations. Les discussions relatives aux réacteurs du palier 1300 MWe se sont terminées en juin 2009. EDF a donc soumis à l'ASN une note technique proposant une mise à jour des niveaux de séisme qui seront pris en compte dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe. L'ASN fixe les objectifs de sûreté applicables aux installations nucléaires. À ce titre, elle prévoit de prendre position sur ces propositions courant 2010.

Par ailleurs, l'ASN participe également à un groupe de travail constitué par la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et réunissant l'IRSN et le bureau de recherches géologiques et minières. L'objectif de ce groupe de travail est de réaliser une comparaison des aléas pris en compte et du dimensionnement des constructions entre les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les INB.

L'ASN a également organisé, en collaboration avec l'Autorité de sûreté nucléaire suisse (IFSN) et l'IRSN, un séminaire qui a eu lieu à Strasbourg le 17 juin 2009. Ce séminaire scientifique international a permis de faire un état des lieux sur les méthodes probabilistes et déterministes et de déterminer dans quelle mesure les avancées scientifiques récentes en matière de risque sismique et une meilleure connaissance des séismes historiques peuvent conduire à réévaluer et à encore renforcer le niveau de sûreté des installations nucléaires. L'ASN a également activement participé à la conférence Provence 2009 du 6 au 8 juillet 2009 commémorant le centenaire du séisme de Lambesc (Bouches-du-Rhône).

## 3 | 7 | 2 Élaborer les règles de prévention des inondations

À la suite de l'inondation du site du Blayais en décembre 1999, EDF avait engagé une démarche de réévaluation du risque d'inondation externe et de protection de l'ensemble de ses centrales nucléaires contre ce risque. Cette réévaluation porte principalement sur la révision de la cote majorée de sécurité (CMS : niveau d'eau maximal pris en compte pour dimensionner les ouvrages de protection de la centrale). La CMS révisée prend en compte des causes d'inondation supplémentaires, comme les pluies de forte intensité, la rupture de capacités de stockage d'eau et la remontée de la nappe phréatique. La conduite à appliquer aux réacteurs en cas de montée des eaux est également réévaluée. Un dossier a été établi pour chaque site et les



À gauche : Dr. Ulrich Schmocker, directeur de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire de Suisse (IFSN)  
 À droite : Olivier Gupta, directeur général adjoint de l'ASN

### Séminaire scientifique international sur le risque sismique du 17 juin 2009

Les présentations et débats ont porté sur la prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires. Elles ont permis à l'ASN d'identifier des axes de travail pour moderniser la réglementation relative au risque sismique. Ce séminaire a rassemblé plus de 100 participants : chercheurs, experts, autorités de sûretés étrangères, associations de défense de l'environnement, journalistes,...

Des experts français, suisses, allemands, et américains y ont présenté les travaux de recherche les plus récents sur l'évaluation de l'aléa sismique, la prise en compte des incertitudes et des effets de site, ainsi que les méthodes d'ingénierie permettant d'évaluer les conséquences d'un séisme sur les installations nucléaires.

Des échanges nombreux avec l'assistance ont notamment fait émerger la problématique du traitement des incertitudes et de leur prise en compte dans la démarche technique et dans les textes réglementaires. De nombreux experts ont souligné l'intérêt d'une utilisation conjointe des approches déterministes et probabilistes de l'estimation du risque sismique, fondées sur des données les plus précises possibles.

Au-delà du constat largement partagé que la construction parasismique mise en œuvre offre des marges qui assurent une résistance pour des niveaux de séisme supérieurs à ceux pris en compte pour la conception, de nouvelles méthodes en cours de développement permettront de mieux quantifier ces marges pour renforcer la démonstration de sûreté.

travaux d'amélioration de la protection des sites ont été déterminés. EDF a achevé en octobre 2007 les travaux rendus nécessaires par la réévaluation du risque d'inondation pour ce qui concerne les risques d'entrée d'eau.

Dans le but de statuer sur la démarche globale de prise en compte du risque d'inondation externe pour les réacteurs d'EDF, mais aussi pour les autres installations nucléaires, l'ASN a demandé l'avis du GPR et du GPU.

L'ASN a suivi les recommandations du GPR et GPU et a formulé six demandes particulières concernant les risques de rupture de barrage, de circuit ou d'équipement, les risques de crue, les protections contre les pluies et la protection du site du Tricastin.

À cette occasion, une difficulté a été soulevée : la sûreté de certaines installations vis-à-vis de l'inondation externe dépend largement du comportement d'ouvrages extérieurs qui n'appartiennent pas à EDF, notamment pour les centrales nucléaires de Cruas-Meysses et du Tricastin.

L'évaluation de la robustesse, de la surveillance et de l'entretien de ces ouvrages nécessitent de lancer des actions selon un processus de décision, a priori complexe, entre les concessionnaires des ouvrages, les autorités publiques et EDF. Dans ce contexte, l'ASN a rappelé à EDF ses responsabilités d'exploitant et lui a demandé de poursuivre les échanges entrepris avec les concessionnaires des ouvrages considérés et de la tenir informée de l'avancement de son action.

L'ASN considère que l'avancement des études et des travaux est conforme aux attentes. Pour le cas particulier de la centrale nucléaire du Tricastin, EDF a réalisé des compléments d'étude relatifs au risque de rupture de barrage, sur lesquels l'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN.

Parallèlement, le groupe de travail pour la révision de la RFS I.2.e relative à la prise en compte du risque d'inondation a poursuivi son action en 2009. Ce groupe rassemble des experts de l'IRSN, des représentants des exploitants et de l'ASN. Le nouveau guide relatif à la protection des INB contre le risque d'inondation portera sur le choix des

aléas susceptibles de conduire à une inondation du site et sur les méthodes de caractérisation de l'ensemble de ces aléas. Il concernera toutes les INB. Les réunions de ce groupe de travail se sont achevées en 2009. Un projet de guide issu de ses travaux fera l'objet de consultations en 2010. Le GPR et le GPU se réuniront en 2011. L'ASN devrait diffuser ce nouveau guide en 2012.

En outre, l'ASN participe à la mise à jour du guide de l'AIEA concernant le risque d'inondation externe pour les sites nucléaires. L'objectif est multiple :

- inclure le retour d'expérience ;
- inclure les études sur les changements climatiques ;
- avoir un seul guide (remplaçant les différents guides AIEA sur le sujet) ;
- prendre en compte de nouveaux phénomènes ;
- prendre en compte l'ensemble des installations nucléaires.

L'année 2009 a également été marquée par le déclenchement de deux plans d'urgence inondations (PUI) par la centrale nucléaire du Blayais en prévision de vents violents le 24 janvier et le 9 février. Le centre de crise de l'ASN a été activé pour chacun de ces deux événements. Les PUI ont été levés dans les deux cas quelques heures plus tard sur la base d'évolutions favorables d'une part du niveau d'eau dans la Gironde et d'autre part des vitesses de vent. Que ce soit lors de la journée du 24 janvier ou le 9 février, le site du Blayais n'a pas été inondé.

### 3 | 7 | 3 Prévenir les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Les conditions météorologiques caniculaires constatées depuis l'été 2003 ont conduit à une réduction importante du débit et un échauffement notable de la température des cours d'eau qui constituent la source froide de certaines centrales nucléaires. Elles ont également entraîné des températures élevées de l'air, qui ont provoqué une augmentation de la température des locaux des centrales nucléaires.

Au cours de ces épisodes de canicule et de sécheresse, il est apparu que certaines limites physiques, jusqu'alors prises en compte pour le dimensionnement des centrales nucléaires ou imposées par leurs RGE, ont été atteintes.

Ainsi, pour les réacteurs de 900 MWe, EDF a proposé un référentiel « grands chauds » afin de réexaminer le fonctionnement des installations dans des conditions plus sévères que celles retenues à la conception. L'ASN a pris position en 2009 sur ce référentiel. En même temps que la réalisation de ce référentiel, EDF a engagé en interne une veille climatique relative à la canicule afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses retenues dans les référentiels « grands chauds ». En 2010, l'ASN se prononcera sur la suffisance

de l'organisation mise en place par EDF pour justifier du respect des hypothèses retenues dans les référentiels ou dans le cas contraire pour faire évoluer son référentiel afin de prendre en compte les évolutions du climat. Ces référentiels ont également été réalisés pour le palier N4 et sont en cours d'élaboration pour les réacteurs de 1300 MWe. Ces référentiels ont déjà donné lieu à la mise en place de certaines modifications matérielles dans le but d'améliorer le refroidissement des réacteurs.

L'ASN participe au processus national de veille relatif à la canicule. Sur cette question, l'ASN a défini son rôle et mis en place un processus de décision en cas de canicule.

### 3 | 7 | 4 Prendre en compte le risque d'incendie

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires d'EDF repose sur le principe de défense en profondeur, fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et l'action de lutte contre l'incendie.

Les règles de conception des installations doivent empêcher l'extension d'un incendie éventuel et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur :

- le principe de découpage de l'installation en secteurs conçus pour circonscire le feu dans un périmètre donné, chaque secteur étant délimité par des éléments de sectorisation (portes, murs coupe-feu, clapets coupe-feu...) qui présentent une durée de résistance au feu spécifiée à la conception ;
- la protection des matériels qui participent de façon redondante à une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :

- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles présentes dans les locaux restent en-deçà des hypothèses retenues pour la conception des éléments de sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de provoquer un incendie, un permis de feu doit être délivré et des dispositions de protection doivent être mises en œuvre.

La lutte contre un incendie doit 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.

#### Conception

En matière de conception, EDF achève le déploiement du plan d'actions incendie (PAI), pour la remise en conformité et l'amélioration de la protection contre l'incendie des réacteurs des paliers de 900 MWe et de 1300 MWe. En effet, l'ASN avait constaté en 2006 des retards dans les travaux de réfection des trémies de passage de gaines

techniques et de câbles électriques. L'ASN a vérifié en 2009, lors des inspections et des réunions semestrielles avec EDF, l'achèvement des travaux qui devaient être réalisés avant fin 2008.

Par ailleurs, l'ASN a identifié, lors des inspections réalisées en 2006, des difficultés dans la gestion des ruptures des sectorisations, qu'elles soient programmées (par exemple, lors de la mise en œuvre du PAI) ou fortuites. À la demande de l'ASN, EDF a proposé un référentiel de gestion de la sectorisation qui est actuellement en application sur les sites. Ce référentiel est en cours d'évaluation par l'ASN et par l'IRSN. L'ASN prendra position sur ce référentiel en 2010, en prenant en compte les inspections qu'elle a réalisées dans les centrales nucléaires.

Enfin, pour les réacteurs du palier CPY, l'ASN a demandé en 2007 à EDF de poursuivre les études de modification du système de contrôle des fumées des bâtiments électriques. L'objectif est de rétablir la sectorisation des locaux traversés par les circuits de ce système et d'assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie, ceci afin de faciliter l'évacuation des personnels et la lutte contre l'incendie. En 2008, EDF a transmis un dossier de modification définissant une solution temporaire. L'ASN a donné son accord, en 2009, à la mise en œuvre de cette modification temporaire dans l'attente de la réalisation de la solution pérenne, sous réserve de la prise en compte de demandes complémentaires. La réponse d'EDF en 2009 concernant la modification pérenne est en cours d'évaluation par l'IRSN et l'ASN.

### Prévention

La prévention des départs de feu et de leur développement repose notamment sur une bonne gestion des matières combustibles, qu'il s'agisse des matières présentes dans les locaux en permanence ou de façon provisoire, en particulier lors des arrêts de réacteur.

La prévention des départs de feu et de leur développement repose également sur la qualité des permis de feu, en particulier des analyses des risques et de la mise en œuvre effective des dispositions de protection sur le terrain.

Au vu des inspections réalisées en 2008 et 2009, l'ASN estime qu'EDF doit encore améliorer les modalités de mise en œuvre des dispositions de protection, ainsi que la formation des intervenants en charge de la rédaction des permis de feu.

### Lutte contre l'incendie

En 2009, l'ASN s'est attachée à vérifier la conformité des installations à l'arrêt du 31 décembre 1999 (voir point 3|2|1 du chapitre 3) concernant la justification du caractère suffisant de l'organisation mise en place en matière de lutte contre l'incendie. Dans ce contexte, EDF a présenté à l'ASN une démarche de justification du respect de ces exigences



Prise en compte du risque incendie ou explosion

s'appuyant sur ses référentiels internes. À la suite de cette présentation, l'ASN a demandé à EDF de définir un programme de mise en œuvre et de vérification du caractère suffisant des dispositions de ses référentiels sur chaque site. EDF a présenté son programme de validation notamment basé sur des contrôles internes à réaliser en 2009 et a précisé qu'une évaluation complémentaire est nécessaire pour certains sites. Les dernières évaluations d'EDF restent à fournir à l'ASN.

Par ailleurs, lors des inspections réalisées en 2009, l'ASN a constaté que l'engagement des équipes d'intervention est réalisé dès l'alarme et non plus après confirmation du feu et que les délais d'intervention en matière de lutte contre l'incendie se sont améliorés. En outre, l'ASN estime que les efforts d'EDF en matière de lutte contre l'incendie doivent encore être poursuivis, en particulier pour l'accomplissement des missions des équipes d'intervention et l'amélioration des interfaces avec les secours extérieurs.

Une réunion a été organisée le 16 décembre 2008 entre EDF, la direction de la sécurité civile (DSC) et l'ASN. Cette réunion portait sur l'interface entre les organisations, sur l'analyse des risques et sur la définition des scénarios d'intervention et des moyens ou ressources à mettre en œuvre en cas d'incendie. Un point d'avancement sur la mise à disposition d'un officier de sapeur-pompier professionnel sur chaque centrale nucléaire a été réalisé.

En 2009, l'ASN a suivi l'avancement de ces actions et plus particulièrement celles relatives à la mise en place d'un sapeur-pompier professionnel sur chaque centrale et à l'établissement des scénarios d'incendie. À mi-2009, EDF a déclaré les scénarios d'incendie sur l'ensemble de ses centrales.

## 3 | 7 | 5 Contrôler la prise en compte du risque d'explosion

Parmi les accidents susceptibles de se produire dans une installation nucléaire, l'explosion représente un risque

potentiel majeur. En effet, l'explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de matières radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par les exploitants pour protéger les parties sensibles de l'INB contre l'explosion.

L'ASN avait demandé à EDF en 2005 de mieux prendre en compte le risque d'explosion d'origine interne. Ainsi, dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF de réexaminer les dispositifs de protection existants contre les effets d'une explosion d'origine interne. L'ASN a également demandé à EDF d'engager une démarche similaire pour les autres paliers. Cette démarche est en cours pour les réacteurs de 1450 MWe. En 2008, l'ASN a demandé à EDF de préciser les modalités d'engagement de cette démarche pour les réacteurs de 1300 MWe. Ce thème est inscrit au programme de travail relatif au réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe.

Le référentiel de prise en compte des risques d'explosion interne aux centrales nucléaires a été transmis en 2006 par EDF. La démonstration de sûreté présentée dans ce référentiel repose sur la mise en œuvre de mesures de prévention et de surveillance. Il a été complété par EDF par la prise en compte des gaz autres que l'hydrogène et par l'extension des analyses aux bâtiments autres que ceux qui abritent les réacteurs. Ce référentiel a fait l'objet d'une évaluation par l'ASN et par l'IRSN, dont les conclusions ont été examinées par le GPR lors de la réunion du 20 novembre 2008, concernant la clôture du réexamen associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Les modifications qui découlent de l'application de ce référentiel ont été mises en œuvre sur le réacteur 1 de la centrale du Tricastin et le réacteur 1 de la centrale de Fessenheim.

Lors des inspections réalisées en 2008 sur le thème de l'explosion, l'ASN a détecté des non-respects aux exigences de l'article 16 de l'arrêté du 31 décembre 1999 relatives aux canalisations de transport de fluides explosifs, notamment sur les centrales nucléaires du Blayais, de Civaux, de Golfech et de Cruas-Meysses.

En application de la loi TSN, l'ASN a édicté des prescriptions pour la maîtrise du risque d'explosion par la décision n° 2008-DC-0118 du 13 novembre 2008. Ces prescriptions, définissant les actions à mettre en œuvre sous trois mois par EDF vis-à-vis de la maîtrise du risque d'explosion pour l'ensemble des centrales nucléaires, concernent :

- la mise en place d'une organisation et d'un pilotage permettant de garantir le respect de la réglementation relative au risque d'explosion ;

- un examen de conformité de l'ensemble des canalisations de fluides explosifs avec les dispositions de l'article 16 de l'arrêté du 31 décembre 1999 ;
- une revue approfondie de la prise en compte des risques d'explosion.

L'ASN a procédé en 2009 à des inspections afin de vérifier la réalisation de ces actions. L'ASN considère que les actions engagées répondent de manière globalement satisfaisante aux articles de la décision, sous réserve de justifications d'actions complémentaires à l'échéance de fin 2009.

En parallèle, à la suite des inspections des 25, 26 septembre et 24 octobre 2008 sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, l'ASN a détecté des écarts concernant l'absence de signalisation des canalisations d'hydrogène et de plans identifiant le cheminement des fluides explosifs, ainsi que des défauts d'examen périodique et d'entretien des canalisations d'hydrogène. En 2008, l'ASN a mis en demeure EDF de mettre, dans un délai de trois mois, la centrale nucléaire de Cruas-Meysses en conformité avec les exigences relatives à la maîtrise du risque d'explosion imposées par la réglementation. Lors de l'inspection du 20 février 2009, l'ASN a constaté que la mise en demeure avait été exécutée.

### 3 | 8 L'inspection du travail

L'ASN est en charge du contrôle de la sûreté et de l'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'article 57 de la loi TSN et du code du travail (article R 8111-11). La santé, la sécurité, les conditions de travail et la qualité de l'emploi des salariés d'EDF, de ses prestataires ou sous-traitants, au même titre que la sûreté des installations, bénéficient d'un contrôle coordonné, exercé par l'ASN. Ce contrôle est réalisé aux différentes étapes de la vie des centrales nucléaires : construction, exploitation et démantèlement.

Les principales missions des agents de l'ASN en charge de l'inspection du travail sont de :

- faire respecter la réglementation du travail, en contrôlant qu'elle est effectivement et correctement appliquée, par tous les moyens mis à sa disposition, mais aussi en accompagnant EDF dans l'appropriation et la déclinaison des prescriptions réglementaires ;
- enquêter sur les accidents du travail et s'assurer que l'exploitant engage les actions permettant de garantir la sécurité des travailleurs ;
- prendre des décisions en matière d'organisation du travail (dérogation à la durée du travail ou repos) ou de relations professionnelles ;
- identifier et suivre dans la mesure du possible les conflits sociaux dans le cadre de sa mission de conciliation ;
- informer et conseiller les salariés et leurs représentants et les employeurs, participer aux réunions de comités

d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT);

- relever les déficiences et abus non couverts par la législation du travail et de la situation des établissements contrôlés.

Ainsi ce sont environ 20 000 salariés EDF et autant de prestataires, pour les 19 centrales nucléaires en exploitation et pour le réacteur en construction de Flamanville 3, qui relèvent de l'inspection du travail de l'ASN.

Au 31 décembre 2009, l'ASN dispose pour les missions d'inspection du travail de 15 inspecteurs et d'un directeur du travail placé en position fonctionnelle d'animation au niveau central qui assure la coordination du réseau des inspecteurs. Les missions d'animation sont renforcées, les méthodes harmonisées, les ressources et la veille documentaires diffusées. Enfin, les liens avec les autres activités de contrôle des centrales nucléaires se consolident pour contribuer à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN.

La coordination avec la direction générale du travail du ministère chargé du travail s'est renforcée et devrait se concrétiser en 2010 par la signature conjointe d'un protocole de coordination et d'une instruction d'organisation aux services.

### *Les actions menées en 2009 au titre de l'inspection du travail*

Le contrôle de l'application de la réglementation en matière de santé et sécurité au travail constitue, en 2009, la principale activité de l'ASN en matière d'inspection du travail. Les centrales nucléaires présentent des risques pour les travailleurs, qui sont liés au caractère nucléaire de l'activité, mais aussi des risques dits « conventionnels ». Ceux-ci sont liés par exemple aux installations électriques, aux équipements sous pression de gaz ou de vapeur, aux produits chimiques utilisés, aux circuits d'hydrogène pour le risque d'explosion, aux circuits d'azote pour celui de l'asphyxie, aux travaux en hauteur ou encore à la manutention de charges lourdes.

En 2009, l'activité de contrôle de l'ASN a couvert les champs suivants :

- dans le cadre de sa mission d'inspection du travail sur le chantier de Flamanville :

- la participation à des réunions du Collège Interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT) ;
- la réalisation de contrôles de sécurité sur le chantier ;
- la réalisation d'enquêtes sur les accidents survenus sur le chantier ;
- la réponse à des attentes directes de la part de salariés.

- les risques de chutes de hauteur sur les chantiers, la conformité des échafaudages mais aussi des appareils de levage. Les entreprises sous-traitantes sont en particulier suivies sur les chantiers lors des opérations de maintenance pendant les arrêts de réacteur. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs reprises des écarts à la réglementation, notamment à l'occasion d'enquêtes réalisées à la suite d'accidents du travail. L'exploitant a alors été mis en demeure de faire vérifier ses installations puis d'assurer les mises en conformité nécessaires ;

- les enquêtes systématiques en cas d'accidents du travail mortels ou graves ;

- le respect des dispositions du code du travail par les entreprises intervenant sur les chantiers, notamment pour ce qui est des interventions en co-activités nécessaires au fonctionnement ou à la maintenance des centrales nucléaires. L'ASN a pu notamment s'assurer que l'exposition aux rayonnements ionisants était contrôlée avec le même niveau de qualité, que les interventions soient réalisées par des prestataires ou par des salariés d'EDF. Mais les inspecteurs de l'ASN constatent régulièrement l'aspect formel et peu opérationnel des plans de prévention, document réglementaire permettant d'analyser les risques liés à la co-activité et de les prévenir ;

- le respect des règles de travail en milieu contaminé et des niveaux de propreté radiologique des locaux ;

- les activités impliquant l'utilisation de produits chimiques cancérigènes, mutagènes ou ayant un impact sur la reproduction. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté des écarts à la réglementation, notamment à l'occasion des enquêtes réalisées à la suite d'accidents du travail. Les exploitants ont été incités à prendre des mesures respectant les principes de prévention : supprimer en premier lieu le risque ou limiter l'exposition des



Contrôle de l'application du code du travail dans les centrales nucléaires – code du travail aptitude et inaptitude



Contrôle de l'application du code du travail dans les centrales nucléaires – code du travail et amiante

- travailleurs à ces produits et leur trouver des substituts moins dangereux ; une action a ainsi été menée concernant les émanations de formol provenant des calorifugeages ;
- les conditions de réalisation de travaux à proximité du réacteur alors que celui-ci est en fonctionnement à pleine puissance tant sur le plan de l'exposition aux rayonnements ionisants qu'à la chaleur ;
  - le suivi médical des travailleurs, constaté dans certains cas comme perfectible. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs occasions que les documents uniques d'évaluation des risques, tout comme les plans de prévention, sont des documents formels, souvent incomplets et insuffisamment opérationnels.

Par leur présence régulière aux CHSCT, les inspecteurs de l'ASN suivent l'activité de ces instances et se tiennent régulièrement informés des sujets, notamment en matière d'accidents du travail et de risques psycho-sociaux.

Les inspecteurs de l'ASN ont réalisé des contrôles sur le respect de la réglementation relative au temps de travail, spécifiquement lors des périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance. Ils ont constaté comme en 2008 des écarts concernant le respect des durées maximales de travail quotidiennes et hebdomadaires et des temps de repos. Des rappels de la réglementation ont été réalisés à cet égard et des demandes de dérogation ont été instruites et, pour certaines, refusées.

Les inspecteurs de l'ASN ont eu à se prononcer sur plusieurs expériences visant à modifier l'organisation du travail lors des arrêts de réacteur. Ces modifications qui visent à optimiser l'organisation des travaux réalisés et réduire la durée des arrêts tout en améliorant la sûreté, ont des effets significatifs sur les rythmes, les conditions et les relations au travail qui doivent être également pris en compte par les exploitants.

Enfin, l'ASN suit avec attention les négociations en cours chez EDF relatives à la durée du travail des cadres.

Les inspecteurs de l'ASN ont été amenés à examiner des sujets soulevés par les institutions représentatives du personnel (conflits sociaux, arbitrages concernant les CHSCT, qualité de prestations de service et notion d'autonomie du prestataire) ou des demandes individuelles. Ils participent aussi à des travaux conjoints dans le cadre des Comités Opérationnels de Lutte contre le Travail Illégal (COLTI) animés par le Procureur de la République. L'ASN a ainsi

mené, sur le chantier de Flamanville, une inspection concertée visant l'application de la réglementation relative aux travailleurs étrangers présents sur le chantier dans le cadre de prestations de service internationales ou non, en y associant l'URSAFF, la police aux frontières et l'inspection du travail de droit commun.

Enfin, l'année 2009 a été caractérisée par une forte demande des représentants du personnels d'EDF lors du conflit social qui a marqué le premier semestre, ainsi que lors de l'arbitrage de procédures d'alerte en cas de danger grave et imminent mises en œuvre par les CHSCT.

### *Procédures pénales*

L'inspection du travail de l'ASN a adressé huit PV établis sur 5 sites, aux différents parquets concernés. Ces PV sont relatifs à des infractions qui sont à l'origine d'accidents du travail (5 cas) ou relatives à la durée du travail (3 cas).

La coordination avec la Direction Générale du Travail du Ministère en charge du travail qui s'est renforcée en 2009, se concrétisera au début de l'année 2010 par la signature conjointe d'un protocole de coordination et d'une instruction d'organisation aux services. L'ASN renforcera la formation des inspecteurs du travail en améliorant et en allongeant le cursus de formation initiale. Elle confortera le réseau des inspecteurs du travail en apportant la méthodologie, les ressources (outils de contrôle) et l'appui juridique. Enfin l'ASN encouragera et soutiendra une intervention cohérente, coordonnée et programmée dans les centrales nucléaires et en particulier les contrôles des entreprises sous-traitantes. Le plan d'action formalisé de l'Inspection du travail ASN pour les années 2010-2012 concernant l'intervention et le contrôle se concentrera sur :

- le ciblage de l'activité en cohérence avec les priorités de la politique travail du ministère chargé du travail en proposant 2 journées de contrôle programmées par an et par site ou paire de réacteurs ;
- la contribution à la prévention et à la réduction des risques professionnels en se concentrant sur les chantiers en arrêts de réacteurs (travail en hauteur, risques psycho sociaux, risques chimiques/CMR) ;
- la garantie de l'effectivité du droit en matière de durée du travail notamment ;
- la dynamisation de la négociation et l'amélioration des conditions du dialogue social (CHSCT et élections professionnelles) ;
- la lutte contre le travail illégal (COLTI, suivi des prestations de service international (PSI)).

## 4 LA RADIOPROTECTION ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

### 4 | 1 Contrôler la radioprotection des personnels

Dans un réacteur électronucléaire, l'exposition aux rayonnements ionisants provient majoritairement du combustible (surtout lorsqu'il est usé) ainsi que des produits de corrosion, des produits d'activation et des produits de fission présents dans le circuit primaire.

Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, alpha  $\alpha$ , bêta  $\beta$  et gamma  $\gamma$ ) et le risque d'exposition peut être externe et interne.

Dans la pratique, 90 % des doses proviennent des expositions externes aux rayonnements  $\beta$  et  $\gamma$  dues aux produits de corrosion formés par les phénomènes suivants :

- la corrosion des matériaux du circuit primaire au contact de l'eau, suivie du relâchement de particules et de leur dépôt à la surface des matériaux ;
- l'activation des couches supérieures des matériaux sous flux neutronique.

Ces mécanismes expliquent la présence dans le circuit primaire de radionucléides, dont le cobalt 58 et le cobalt 60 responsables à eux seuls de 80 % des doses reçues par exposition externe.

Enfin, les doses reçues par les travailleurs sont, à hauteur de 80 %, liées aux opérations de maintenance réalisées au cours des arrêts de réacteur. En 2009, ces doses sont réparties sur un effectif d'environ 43 000 intervenants, comprenant les agents EDF, les prestataires ainsi que les sous-traitants, selon une distribution illustrée dans le graphique 5.

#### *La politique d'EDF*

À la fin des années 1990, EDF a renforcé sa politique en matière de radioprotection afin d'établir un niveau d'exigence équivalent à celui de la sûreté nucléaire. À cet effet, EDF a engagé des actions visant spécialement à renforcer l'organisation de la radioprotection depuis son plus haut niveau d'encadrement jusqu'aux services compétents en radioprotection dans chaque centrale nucléaire.

L'ASN considère que cette politique a permis d'obtenir des résultats significatifs au cours des dix dernières années. Néanmoins, l'ASN estime que la dynamique observée jusque-là tend à s'essouffler, ce qui est notamment illustré dans le graphique 6 par une augmentation, sur deux années consécutives, de la dose collective moyenne par réacteur qui ne peut pas être expliquée uniquement par la nature des arrêts.

Par ailleurs, EDF a mis en œuvre un ensemble de projets portant sur les aspects technique, organisationnel et humain. Ces projets visent, d'une part, à réduire la dose des travailleurs dans les centrales nucléaires au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre et, d'autre part, à obtenir le meilleur état possible de propreté radiologique dans les installations. Pour le déploiement de ces projets, EDF a mis en place sur les sites un système informatique de gestion de la dosimétrie ainsi que des plans d'action portant sur :

- la maîtrise de la propreté radiologique du circuit primaire ;
- l'entrée en zone contrôlée en bleu de travail ;
- le renforcement de la présence sur le terrain des personnels du service compétent en radioprotection ;
- la réduction de la dose des métiers les plus exposés ;
- la définition du rôle des différents acteurs de la radioprotection.

L'ASN considère que ces projets sont porteurs d'améliorations en matière de radioprotection et de propreté radiologique, comme l'illustre le graphique 7. Toutefois, l'ASN estime que les efforts doivent être poursuivis pour améliorer le partage d'une culture de radioprotection entre les services, rendre plus robuste l'organisation de la radioprotection et renforcer les compétences et les contrôles sur le terrain.

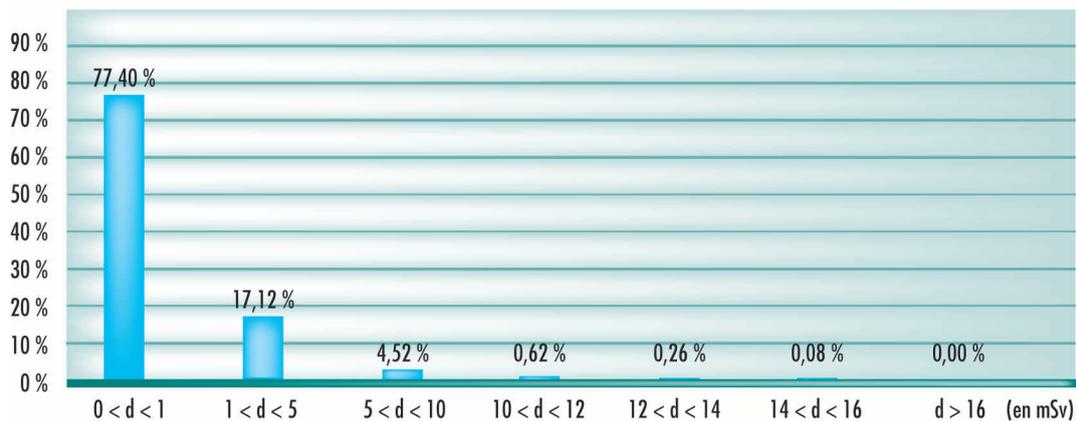
#### *Les actions engagées et l'évaluation de l'ASN*

En 2009, l'ASN instruit le dossier des chaînes de surveillance de l'exposition des travailleurs dans les centrales, en particulier dans le bâtiment réacteur. L'ASN considère que les moyens mobiles de surveillance globale mis en place afin de compléter les dispositifs fixes participent à l'amélioration de la détection d'éventuelles dégradations des conditions radiologiques. Toutefois, l'ASN a formulé des demandes complémentaires à EDF en matière d'exigences de fiabilité des dispositifs mobiles.

Par ailleurs, l'ASN poursuit l'instruction du dossier préalable à la mise en service du réacteur EPR, portant notamment sur les activités à fort enjeu radiologique ainsi que sur le concept « two rooms » - nouvel espace dans le bâtiment réacteur permettant de réaliser un certain nombre d'actions de maintenance alors que le réacteur est en fonctionnement. L'instruction générale du dossier de l'EPR est présentée dans le paragraphe 2 | 4 de ce chapitre.

L'ASN examine en outre la façon dont la radioprotection est prise en compte dans la programmation et la réalisation d'opérations de maintenance ou de modifications pilotées par le niveau national. En 2009, l'ASN a ainsi instruit le dossier de modification des dispositifs de transfert et de chargement des assemblages combustibles dans la cuve,

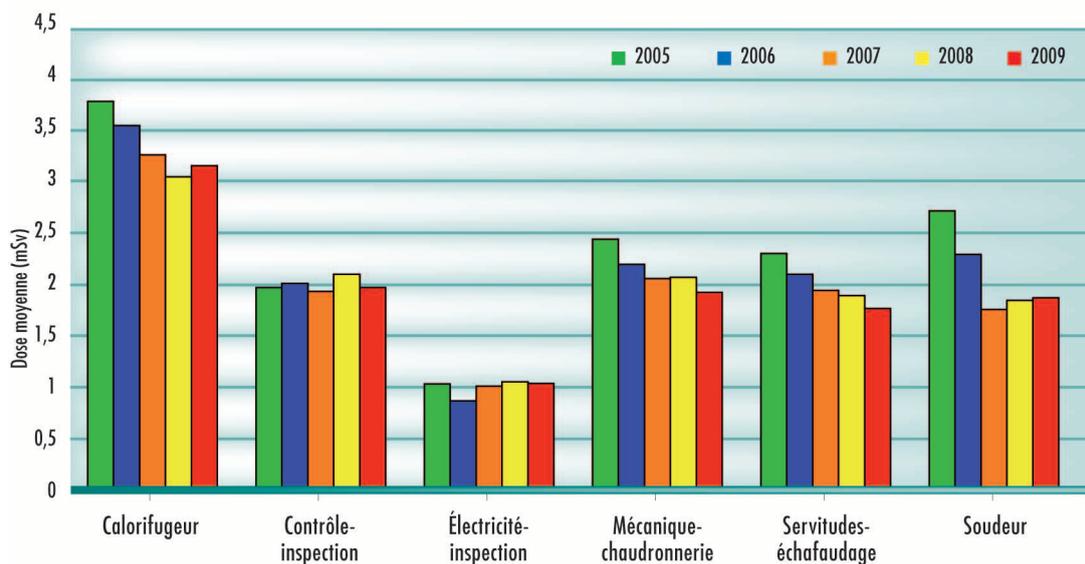
Graphique 5 : répartition de la population par plage de dose sur l'année 2009 (données EDF)



Graphique 6 : dose collective moyenne par réacteur (données EDF)



Graphique 7 : évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de travailleurs intervenant lors de la maintenance des réacteurs (données EDF)



prévue dans le cadre des troisièmes visites décennales des réacteurs de puissance 900 MWe. L'ASN a également donné son accord à la mise en place du dispositif physique proposé par EDF interdisant l'accès au local puits de cuve. Ce local, dans lequel règne un débit de dose élevé, avait en effet été le lieu d'accidents de surexposition de personnes sur les sites du Tricastin en 1999 et de Cruas en 2001. Par ailleurs, en 2009, l'ASN a classé au niveau 2 de l'échelle internationale de gravité des événements nucléaires (INES) l'irradiation accidentelle le 29 septembre 2009 d'un travailleur de la société ABC (GIE Horus) au cours d'un contrôle de soudure par gammagraphie réalisé sur le site d'EDF de Flamanville (réacteur 1, Manche – voir l'encadré au point 4|3 du Chapitre 10).

Enfin, l'ASN, avec son appui technique l'IRSN, a organisé des réunions sur la maîtrise de la propreté radiologique du circuit primaire et sur le système d'information de la radioprotection à EDF. Sur le premier thème, l'ASN considère que les efforts fournis en matière de recherche, mais aussi en termes de moyens techniques et organisationnels, laissent entrevoir une réduction des doses reçues par les travailleurs lors des arrêts de réacteur. Sur le second thème cependant, l'ASN considère que l'appropriation et l'utilisation de l'outil restent perfectibles et que cet outil ne peut se substituer dans tous les cas à une préparation et un suivi méticuleux des chantiers. Cette préparation et ce suivi sont en effet une composante essentielle des missions dévolues aux personnes compétentes en radioprotection d'EDF et des entreprises prestataires.

L'ASN sera vigilante en 2010 quant aux modalités de fixation des objectifs de dose ainsi qu'aux dispositions organisationnelles et techniques mises en œuvre pour les atteindre, notamment lors des arrêts de réacteurs. Elle portera une attention particulière à la gestion de la contamination à la source.

## 4|2 Encadrer les rejets des centrales nucléaires

### 4|2|1 Réviser les autorisations de rejets

En 2009, l'ASN a poursuivi l'instruction des renouvellements des prescriptions relatives aux rejets d'effluents et aux prélèvements d'eau des centrales nucléaires engagés sous le régime du décret n° 95-540 du 4 mai 1995 relatif aux rejets d'effluents liquides et gazeux et aux prélèvements d'eau des INB. Ces prescriptions, qui ont été délivrées par les préfets sous un régime réglementaire antérieur, comportent en effet une limite de durée de validité et arrivent pour certaines à échéance.

L'objectif de l'ASN est que la majorité des prescriptions existantes soit revue afin d'obtenir une plus grande

harmonisation entre les différents sites. Depuis la publication du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (voir chapitre 3, point 3|1|3), les nouvelles prescriptions prennent désormais la forme de décisions de l'ASN, soumises à homologation des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection lorsque les dispositions concernent les limites de rejets dans l'environnement.

Ces prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et à l'ensemble des rejets de l'INB fixent principalement les quantités, les concentrations et les modalités de surveillance des polluants susceptibles de se trouver dans les rejets et dans l'environnement, conformément à l'arrêté du 26 novembre 1999. À l'occasion de ces renouvellements, l'ASN applique les principes suivants :

- en ce qui concerne les rejets radioactifs, les rejets réels des centrales nucléaires étant en constante diminution et largement inférieurs aux limites jusqu'alors en vigueur, l'ASN tend à abaisser les limites réglementaires. Elle fixe de nouvelles limites en se fondant sur le retour d'expérience des rejets réels, tout en tenant compte des aléas résultant du fonctionnement courant des réacteurs. Les limites de rejets ont ainsi été divisées par un facteur variant de 1 à près de 40, suivant les radioéléments considérés, pour les gestions de combustible actuelles. Elles ont cependant été accrues d'un facteur de 1,25 pour les rejets en tritium liquide dans l'hypothèse de futures gestions de combustible dites « à haut taux de combustion » ;
- en ce qui concerne les substances non radioactives, l'ASN a décidé de fixer des prescriptions de rejets de substances non réglementées par le passé, afin d'encadrer la quasi totalité des rejets.

À la fin de l'année 2009, après le renouvellement des prescriptions de Chooz et Civaux, 16 centrales nucléaires disposent de prescriptions révisées en matière de rejets et de prélèvements d'eau. Le dépôt des dossiers de renouvellement des prescriptions pour les autres sites est échelonné jusqu'en 2011.

### 4|2|2 Les procédures menées en 2009

#### *Révision complète des arrêtés de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau*

En 2009, l'ASN a achevé l'instruction des dossiers de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau des sites de Civaux et de Chooz.

Les rejets d'effluents et de prélèvements d'eau du site de Civaux sont désormais réglementés par deux décisions du 2 juin 2009 – n° 2009-DC-0138 et n° 2009-DC-0139 – de l'ASN, publiées au *Bulletin officiel* de l'ASN sur son site Internet. La décision n° 2009-DC-0139 fixant les limites de rejets dans l'environnement a été homologuée par un

arrêté du 23 juin 2009 des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les rejets d'effluents et de prélèvements d'eau du site de Chooz sont réglementés par les décisions n° 2009-DC-0164 et 2009-DC-0165 prises par l'ASN le 17 novembre 2009 et publiées au *Bulletin officiel* de l'ASN sur son site Internet. La décision n° 2009-DC-0165 fixant les limites de rejets dans l'environnement a été homologuée par un arrêté du 30 novembre 2009 des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ASN a également poursuivi l'instruction des dossiers de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly ainsi que l'instruction portant sur les rejets des deux réacteurs en exploitation et le réacteur de type EPR en cours de construction du site de Flamanville.

### *Révisions partielles*

L'instruction des demandes de modifications des arrêtés d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau s'est poursuivie en 2009 pour :

- les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire et de Cruas-Meysses (réglementées respectivement par des arrêtés du 8 novembre 2000 et du 7 novembre 2003) : les demandes concernent principalement une révision des valeurs limites de rejet en tritium et de certains paramètres chimiques comme les métaux (cuivre et zinc), l'évolution du mode de conditionnement des circuits secondaires et la mise en œuvre de traitements biocides et contre le tartre sur les circuits de refroidissement des condenseurs ;
- la centrale nucléaire de Chinon (réglementée par l'arrêté du 17 août 2005 modifiant l'arrêté du 20 mai 2003) : la demande concerne la mesure du débit des purges des circuits de refroidissement ;
- la centrale nucléaire de Paluel (réglementée par l'arrêté du 11 mai 2000) : la demande concerne principalement une révision des valeurs limites de rejet en tritium et l'évolution des paramètres chimiques du mode de conditionnement des circuits secondaires ;
- la centrale nucléaire de Saint-Alban (réglementée par l'arrêté du 29 décembre 2000) : la demande concerne une révision des valeurs limites des rejets azotés, des matières en suspension et du pH ;
- la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux (réglementée par l'arrêté du 2 février 1999 modifié par l'arrêté du 21 février 2006) : EDF a retiré officiellement le dossier initial et a déposé un nouveau dossier en mai 2009 qui porte essentiellement sur la mise en œuvre de traitements biocides liés à des modifications des condenseurs.

Enfin, plusieurs centrales nucléaires ont formulé, en application de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007, des déclarations relatives à des

opérations de dragage de leurs ouvrages de prise d'eau ou de rejet (Fessenheim, Flamanville) ou au renforcement de la surveillance des nappes souterraines par la création de nouveaux piézomètres (Belleville, Chinon, Chooz, Cruas, Dampierre, Fessenheim, Golfech, Saint-Laurent). Ces opérations ont fait l'objet d'accords exprès de l'ASN sans modification des prescriptions des arrêtés de rejets et de prélèvements d'eau concernant ces centrales nucléaires. Un accord exprès de l'ASN a également été délivré pour le dragage sur le site de Dampierre, pour lequel une déclaration de travaux avait été faite en 2008.

### *Opérations particulières*

Un phénomène de colmatage des plaques entretoises des générateurs de vapeur (GV) a été mis en évidence sur plusieurs réacteurs du parc électronucléaire français (voir point 3|4|4). Pour remédier à ce colmatage, EDF a décidé de réaliser sur les réacteurs concernés un lessivage chimique selon deux procédés, l'un dénommé HTCC et l'autre EPRI/SGOG. Les interventions commencées en 2007, se sont poursuivies en 2008 et 2009 sur les réacteurs 2 et 3 de la centrale nucléaire de Chinon B et les réacteurs 1 et 3 de la centrale nucléaire de Cattenom.

En application de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007, EDF a déclaré à l'ASN les modifications d'installations induites par la mise en œuvre des procédés de lessivage chimique, en particulier au regard des rejets d'effluents liquides et gazeux et de l'exploitation des matériels nécessaires à ces opérations. Au vu des éléments présentés dans les dossiers d'EDF (dont la démonstration de l'absence d'impact en limite de site, les dispositions de surveillance des rejets mises en œuvre et les dispositions d'information des riverains), les opérations ont fait l'objet d'accords exprès de l'ASN sans modification des prescriptions relatives aux rejets concernant ces centrales nucléaires.

### *Examen de la gestion des effluents radioactifs et non radioactifs*

L'ASN a décidé en 2006 de consulter le GPR sur la gestion des effluents radioactifs et de certains effluents non radioactifs des centrales nucléaires françaises en exploitation et sur les différents moyens de l'améliorer. Cet examen porte sur les effluents radioactifs liquides et gazeux et les substances chimiques qui leur sont associées pour le fonctionnement en situation normale d'exploitation.

L'instruction technique conduite par l'IRSN s'est poursuivie jusqu'en mai 2009, date de la réunion du GPR. À l'issue de cette réunion, le GPR a rendu son avis et EDF s'est engagée à réaliser de nombreuses actions sur les différentes thématiques examinées lors de l'instruction technique.

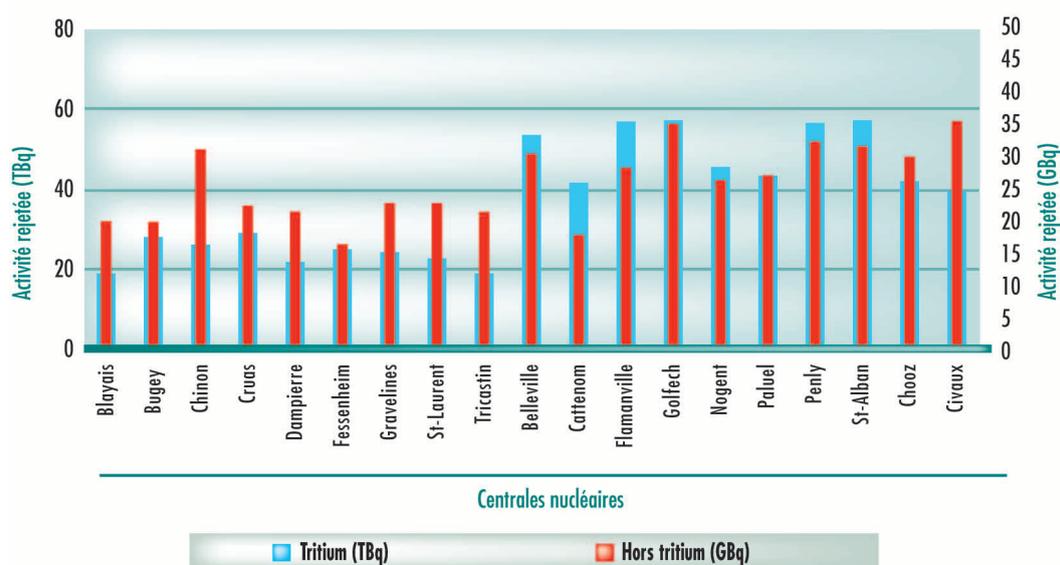
L'ASN considère que la démarche engagée par EDF devrait se traduire par une amélioration importante de la gestion des effluents et une réduction supplémentaire des niveaux de rejets de radionucléides et de substances chimiques associées dans les centrales nucléaires. En outre, l'ASN a adressé plusieurs demandes complémentaires à l'exploitant, notamment sur la réalisation de « bilans matières », la mise en œuvre de procédés de dégradation de l'hydrazine dans les réservoirs, les substances susceptibles d'être rejetées via le réseau d'évacuation des eaux pluviales lors d'opérations d'exploitation peu fréquentes et l'évaluation

(qualitative et quantitative) des opérations qui contribuent de manière significative à la production d'effluents.

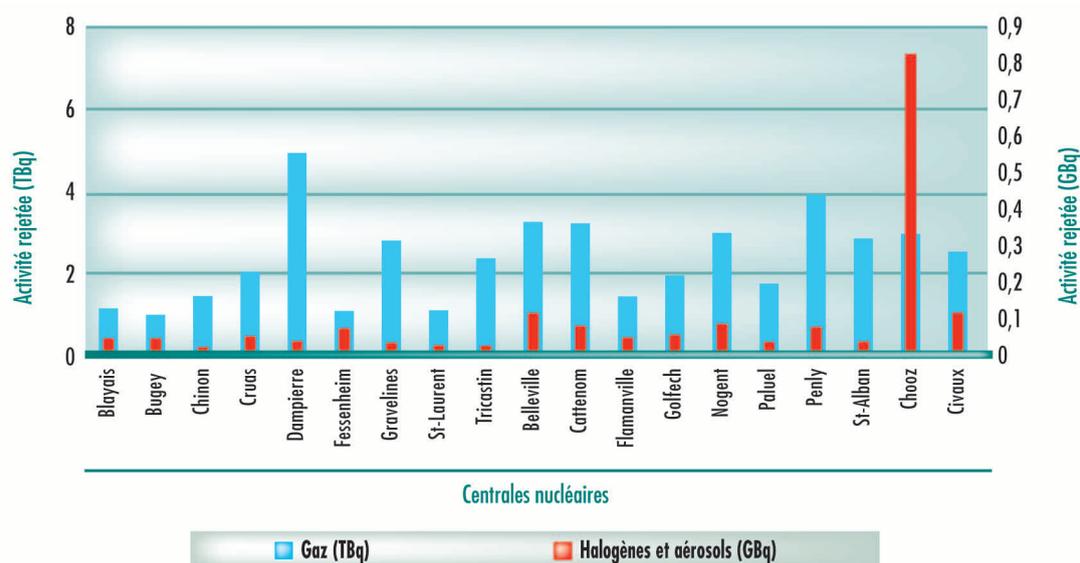
### 4 | 2 | 3 Connaître les valeurs des rejets radioactifs

L'exploitant communique chaque mois à l'ASN ses résultats en matière de rejets. Ces données sont examinées régulièrement et mises en relation avec le fonctionnement des réacteurs pendant la période considérée. Les anomalies

Graphique 8 : rejets radioactifs liquides (2009)



Graphique 9 : rejets radioactifs gazeux (2009)



détectées font l'objet de demandes d'informations complémentaires auprès de l'exploitant.

Les résultats de 2009 concernant les rejets d'effluents radioactifs sont présentés dans les graphiques 8 et 9. Le graphique 8 « rejets radioactifs liquides » présente les rejets en 2009, par paire de réacteurs, en tritium liquide et hors tritium liquide (carbone 14, iode 131, nickel 63 et autres radionucléides émetteurs bêta et gamma). Le graphique 9 « rejets radioactifs gazeux » présente les rejets en 2009, par paire de réacteurs, en gaz (carbone 14, tritium et gaz rares) et en halogènes et aérosols (iode et autres radionucléides émetteurs bêta et gamma).

### *L'impact radiologique des rejets*

L'impact radiologique calculé des rejets maximaux figurant dans les dossiers de demandes d'autorisations d'EDF sur le groupe de population le plus exposé est bien en deçà de la limite dosimétrique admissible pour le public. Ainsi, la dose efficace annuelle délivrée au groupe de référence de la population figurant dans les demandes d'autorisation de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau d'EDF est estimée de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an.

À titre d'exemple, la dose efficace annuelle correspondant aux valeurs limites demandées par EDF pour le renouvellement des autorisations de la centrale nucléaire de Civaux, a été évaluée à 22  $\mu\text{Sv}$  par an. Les rejets réels en 2009 de la centrale nucléaire de Civaux ayant été inférieurs aux limites de rejets imposées, la dose efficace annuelle réelle en 2009 est inférieure à cette valeur.

## 4 | 3 Contrôler la gestion des déchets technologiques

### *Les opérations de gestion des déchets*

La majeure partie des opérations associées à la gestion des déchets issus de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs nucléaires est réalisée dans les bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN), les bâtiments des auxiliaires de conditionnement (BAC) et les bâtiments de traitement des effluents (BTE). À la suite d'inspections ayant mis en évidence une gestion des déchets non satisfaisante vis-à-vis du confinement des matières radioactives, de la protection contre l'incendie et de la radioprotection, l'ASN a demandé à EDF d'améliorer la gestion des déchets sur les sites et de définir un référentiel d'exploitation relatif à la gestion des déchets dans les bâtiments BAN, BAC et BTE. EDF a engagé un état des lieux des bâtiments, une comparaison entre les pratiques actuelles et celles définies à la conception ainsi qu'une diminution progressive des quantités de déchets entreposés dans ces bâtiments. En 2009, EDF a achevé son référentiel de gestion des déchets, qui doit maintenant être mis en œuvre par les sites.

L'ASN a constaté les efforts faits par EDF en matière de conditionnement et d'évacuation pour réduire les quantités de déchets entreposés et va maintenant s'assurer de la poursuite des actions de désentreposage et de la déclinaison du référentiel de gestion des déchets sur le terrain.

### *Les déchets sans filières*

Un certain nombre de déchets provenant des zones contaminées (zones surveillées, zones contrôlées), tels que les piles, les appareils électroniques, sont actuellement sans filière d'évacuation.

La plupart de ces déchets ont été produits dans un passé ancien. Des optimisations sur l'orientation des déchets vers les filières conventionnelle ou nucléaire et la classification des déchets ont permis depuis de minimiser la production de certains de ces déchets, dont les piles et les éclairages électroluminescents.

L'ASN a demandé à EDF d'établir un état des lieux de la situation du parc afin de disposer d'un inventaire des types de déchets concernés et d'une estimation des quantités présentes sur les sites au regard des capacités d'entreposage. EDF a engagé des actions avec l'ANDRA afin d'élaborer des dossiers d'acceptation. Ces échanges devront se poursuivre en 2010.

Enfin, la quantité de déchets électroniques étant amenée à augmenter en raison d'une utilisation accrue d'équipements, de matériels et de composants électroniques, l'ASN a demandé à EDF de mener dès à présent les investigations nécessaires pour estimer les quantités futures de déchets.

## 4 | 4 Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances

### 4 | 4 | 1 Maîtriser le risque microbiologique

La gestion du risque bactériologique dans les centrales nucléaires est un enjeu sanitaire en raison de la gravité des infections potentielles mais également un enjeu environnemental au regard des impacts des rejets induits par les traitements biocides (traitements détruisant les microorganismes).

### *Cas des amibes*

Comme présenté au point 1 | 1 | 1, le condenseur est un échangeur thermique qui permet d'assurer le refroidissement des circuits secondaires. Les échangeurs les plus anciens sont en laiton, les plus récents en acier inoxydable ou en titane car ils entraînent moins de rejets de métaux par usure que le laiton (à l'origine de rejets de cuivre et de zinc).

Les amibes, des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, ne se développent pas dans les circuits munis de condenseurs en laiton, en raison d'un effet toxique du cuivre, mais peuvent se développer dans les échangeurs rénovés.

Afin de respecter la valeur limite fixée par les autorités sanitaires, les centrales nucléaires du Bugey, de Chooz, de Dampierre-en-Burly, de Golfech et de Nogent-sur-Seine font l'objet d'un traitement biocide à la monochloramine. L'utilisation de ce composé chimique, fréquemment employé pour le traitement des eaux, conduit à des rejets de substances chimiques (composés chlorés et azotés). Ces rejets sont réglementés par des prescriptions prises par les pouvoirs publics. La centrale nucléaire de Civaux utilise quant à elle une autre technique de désinfection, par rayons ultraviolets, des purges des eaux de refroidissement rejetées, en raison de la plus forte sensibilité du milieu récepteur (la Vienne) aux rejets issus d'un traitement chimique. Aucun dépassement de la concentration en amibes pathogènes déterminée en aval des centrales nucléaires précitées n'a été observé sur l'année 2009.

En revanche, un dépassement de la concentration en amibes pathogènes a été observé en août 2009 en aval de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux, qui ne recourt pas encore au traitement à la monochloramine. Le site a réalisé un traitement différent (dit « chloration massive ») pour permettre un retour sous la valeur limite en concentration fixée par les autorités sanitaires.

Par ailleurs, la recherche de solutions alternatives au traitement par voie chimique fait l'objet d'un programme d'études de la part d'EDF détaillé ci-après.

### Cas des légionelles

Les légionelles, des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, peuvent se développer dans les tours aéroréfrigérantes des centrales nucléaires, qui offrent des conditions favorables au développement des bactéries et à leur dispersion dans le panache de vapeur d'eau qu'elles rejettent.

Les concentrations en légionelles dans les circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires pourvues de tours aéroréfrigérantes sont variables et dépendent de facteurs divers (période de l'année, entartrage, qualité de l'eau d'appoint, existence d'un traitement biocide...). Elles peuvent atteindre plusieurs centaines de milliers voire plus d'un million d'unités formant colonie par litre (UFC/L), unité traduisant le dénombrement des micro-organismes par unité de volume, pour les centrales nucléaires ne disposant pas de traitement : Belleville-sur-Loire, Cattenom, Cruas-Meysses, Dampierre-en-Burly (réacteurs 2 et 4) et Saint-Laurent-des-Eaux. Elles restent inférieures à cent mille UFC/L sur Bugey, Chooz, Civaux, Dampierre-en-Burly (réacteurs 1 et 3), Golfech, Nogent-sur-Seine et Chinon, dernier site équipé d'une station de traitement à la monochloramine.

Pour renforcer la prévention du risque de légionellose, l'ASN, en liaison avec la direction générale de la santé (DGS), a imposé à EDF en 2005 des niveaux maximaux de concentration en légionelles dans les circuits de refroidissement ainsi que des exigences en matière de surveillance des installations. L'ASN constate que les limites qu'elle a fixées sont respectées sur l'ensemble des centrales nucléaires. De plus, à ce jour, aucun cas groupé de légionellose n'a été attribué à une grande tour aéroréfrigérante d'une centrale nucléaire.



Vue aérienne de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly avec ses 4 tours aéroréfrigérantes

En liaison avec la DGS et la DGPR, l'ASN a saisi l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) afin de recueillir son avis sur l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux liés à la présence de légionelles dans les circuits de refroidissement des centrales nucléaires, dans le but de mieux apprécier les études réalisées par EDF et la stratégie générale en matière de prévention des risques et de surveillance.

Deux avis ont été remis par l'AFSSET en 2006 et 2007. Après avoir été critique sur la démarche et les dispositions retenues par EDF en 2006, l'AFSSET a considéré que le plan d'action proposé par EDF fin 2007 comportait des améliorations importantes. Elle a estimé toutefois qu'EDF devait poursuivre ses efforts en matière d'analyse des risques, de renforcement des plans de surveillance, d'amélioration des modalités de contrôle et d'évaluation des solutions complémentaires.

En 2008, sur la base des conclusions de l'AFSSET, l'ASN a demandé à EDF :

- de maintenir les niveaux de colonisation aussi bas que raisonnablement possible ;
- de renforcer la surveillance de ses installations et de rendre plus robuste le suivi microbiologique pratiqué ;
- d'optimiser les traitements mis en œuvre afin de maîtriser d'éventuels pics de contamination et de prendre en compte les particularités de chaque site ;
- de rechercher des solutions alternatives aux traitements biocides ;
- de contribuer aux études épidémiologiques menées par l'InVS et l'AFSSET.

Dans son plan d'action révisé à la suite des avis de l'AFSSET, EDF définit, en s'appuyant sur une surveillance renforcée des installations, les dispositions préventives ou curatives à mettre en œuvre tout en recherchant à minimiser les rejets chimiques induits par les traitements. La démarche globale proposée par EDF porte à la fois sur la maîtrise des moyens déjà disponibles et sur la recherche de solutions alternatives.

L'ASN a constaté un effort important, dans les actions engagées par EDF depuis l'été 2008, pour maîtriser les risques liés au développement des légionelles. Elle a toutefois encouragé EDF à approfondir ses recherches sur les solutions alternatives, afin de minimiser les rejets chimiques et de ce fait limiter l'impact sur l'environnement.

Ces recherches se sont traduites concrètement en 2009 par la réalisation d'essais de traitement de l'eau d'appoint sur des installations « pilotes » sur les sites de Belleville et Cattenom. Cette solution alternative consiste à traiter l'eau d'appoint des circuits de réfrigération par décantation, floculation et décarbonatation, pour limiter les

phénomènes d'encrassement des circuits et d'entartrage qui favorisent la prolifération des micro-organismes. Le retour d'expérience des essais de traitement d'eau d'appoint menés en 2009 devrait permettre à EDF de prendre position sur la faisabilité d'une solution à « grande échelle » et d'affiner en 2010 sa stratégie globale de traitement des légionelles des grandes tours aéroréfrigérantes.

#### 4 | 4 | 2 Prévenir la pollution accidentelle des eaux

À la suite des événements survenus en juillet 2008 dans les INB exploitées respectivement par la SOCATRI (au Tricastin) et par FBFC (à Romans-sur-Isère), l'ASN a demandé à EDF de vérifier l'état de l'ensemble des circuits et rétentions pouvant contenir des fluides toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs et de procéder dans les meilleurs délais aux éventuelles réparations nécessaires. En réponse à cette demande, EDF a élaboré, fin 2008, un programme de vérification qui a été exécuté en 2009. L'état d'avancement de ce programme a fait l'objet d'un rapport trimestriel pour chacune des centrales et EDF a prévu d'achever l'ensemble des vérifications au 31 décembre 2009.

Plusieurs rejets d'hydrocarbures dans l'environnement se sont produits en 2008 et ont conduit à des pollutions accidentelles de la Loire à proximité de la centrale nucléaire de Chinon et du Rhône et près de la centrale nucléaire du Bugey. Fin 2008, les premières analyses de ces événements ont révélé des dysfonctionnements de certains déshuileurs (équipements permettant de séparer l'huile et l'eau dans les effluents non radioactifs) et des systèmes d'alarme associés. L'ASN a alors transmis à EDF, en novembre 2008, un courrier demandant de contrôler tous les déshuileurs et les systèmes d'alarme associés des centrales nucléaires et de prendre en compte le retour d'expérience de ces événements. Début 2009, EDF a achevé les contrôles de ces équipements et en a transmis une synthèse à l'ASN. Des écarts ont été détectés sur certains capteurs de niveau des déshuileurs et leur remplacement a permis de retrouver un fonctionnement satisfaisant. Par ailleurs, l'état des lieux réalisé ayant mis en évidence des différences dans les modalités d'exploitation et d'entretien des déshuileurs, EDF a engagé des actions visant à améliorer leur exploitation et leur entretien.

#### 4 | 4 | 3 Limiter le bruit

En matière de nuisance sonore, l'impact des installations est réglementé par l'arrêté du 31 décembre 1999 précité. Cet arrêté fixe une limite pour le bruit généré par les installations, appelé « émergence sonore », c'est-à-dire la différence entre le niveau de bruit ambiant lorsque l'installation fonctionne et le niveau de bruit résiduel lorsque

### **Les niveaux de concentration en légionelles dans les grandes tours de refroidissement des centrales nucléaires**

*Les niveaux de concentration en légionelles à ne pas dépasser dans les circuits de refroidissement des circuits secondaires sont de  $5.10^6$  UFC/L pour les centrales nucléaires munies d'aéroréfrigérants de grande taille (150 m de hauteur environ), et de  $5.10^5$  UFC/L pour la centrale nucléaire de Chinon dont les tours de refroidissement sont de taille plus modeste (28 m). Pour les circuits autres que le circuit de refroidissement des circuits secondaires (circuits de climatisation, etc.), il est demandé l'application des prescriptions en vigueur pour les ICPE (limites inférieures appliquées aux tours aéroréfrigérantes des ICPE).*

*La centrale nucléaire de Chinon est dotée depuis 2005 d'une unité de traitement à la monochloramine utilisée pour traiter les légionelles. Cette installation, qui a nécessité la mise à jour de l'arrêté de rejets et de prélèvements d'eau, permet de respecter le niveau maximum de concentration en légionelles fixé par l'ASN.*

*Pour les autres centrales nucléaires dépourvues de traitements spécifiques, la valeur de  $5.10^6$  UFC/L est respectée par les mesures préventives usuellement mises en place par EDF afin de limiter le développement du biofilm et la formation de tartre dans les circuits.*

l'installation est à l'arrêt. À titre d'illustration, cette différence ne doit pas excéder 3 dB (A) de nuit.

En 2001 et 2002, EDF avait réalisé des mesures de bruit sur l'ensemble des sites et une étude avait mis en évidence la conformité de dix sites et des non-conformités sur les neuf autres sites (Belleville-sur-Loire, Bugey, Chinon, Civaux, Dampierre-en-Burly, Golfech, Nogent-sur-Seine, Penly et Saint-Laurent-des-Eaux). Les sources sonores principales identifiées provenaient des tours aéroréfrigérantes, des salles des machines, des conduits de cheminée des BAN et des transformateurs.

En réaction, EDF a défini une démarche globale de traitement reposant sur des études d'insonorisation. Ces études montrent que la mise en conformité stricte des neuf sites n'est pas possible dans des conditions techniques et économiques acceptables ou qu'elle présenterait des inconvénients, par exemple au plan de la sûreté ou au plan sanitaire.

Par conséquent, EDF a orienté sa stratégie selon trois axes majeurs :

- une réduction et si possible une suppression des fréquences sonores principales ;

### **Émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone**

*Pour répondre à des besoins industriels mais aussi tertiaires, les centrales nucléaires possèdent des groupes frigorifiques. La technologie employée dans ces groupes fait intervenir un fluide frigorigène dont la vaporisation et la condensation permet les transferts de chaleur. L'utilisation de ces fluides frigorigènes est encadrée par un certain nombre de textes réglementaires dont le règlement européen 2037/2000, qui vise à limiter la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, et le décret n° 2007-737 du 7 mai 2007 relatif à certains fluides frigorigènes qui prévoit des dispositions relatives à l'information du représentant de l'État lors de la détection de fuite ou d'opération de dégazage.*

*En 2008, les critères de déclaration à l'ASN des émissions de fluides frigorigènes ont évolué et l'ASN a demandé à EDF, début 2009, de réaliser un bilan et une analyse de l'ensemble des pertes de fluides frigorigènes de l'année 2008. Cette analyse a porté, pour l'année 2008, sur 100 pertes de fluide frigorigène, allant de quelques kilogrammes à plus de 400 kilogrammes. Il est apparu que ces pertes sont principalement liées à des défauts matériels.*

*EDF a indiqué avoir engagé l'élaboration de guides de bonnes pratiques et la réalisation d'analyses liées à des pertes sur certains types de groupes frigorifiques. Malgré tout, l'année 2009 a encore été marquée par la déclaration de nombreuses pertes de fluides frigorigènes.*

*En 2010, l'ASN suivra avec attention les actions menées par EDF, spécialement celles relatives aux bonnes pratiques et aux contrôles des groupes frigorigènes. L'ASN s'assurera également du bon déroulement des opérations de remplacement des groupes frigorifiques des réacteurs du palier 900 MWe.*

- un traitement prioritaire des sources de bruit à caractère industriel ;
- dans la mesure du possible, aucune aggravation dans le cas d'évolution des installations.

En outre, pour les sites possédant des tours aérorefrigérantes ou un seuil de rivière, EDF a évalué que la nuisance générée par des bruits de chute d'eau dans ces ouvrages est moindre que celle engendrée par les bruits à caractère industriel.

À la suite des campagnes de mesures complémentaires menées par EDF en 2005, l'ASN a conclu en 2006 que l'approche globale d'EDF est recevable et que l'émergence sonore des sites obtenue en intégrant les bruits de type

chute d'eau dans le bruit résiduel constitue un bon indicateur de la performance atteinte. L'ASN a dans le même temps examiné les justifications apportées par EDF pour prendre position sur chacun des sites identifiés initialement comme non conformes.

Les études menées par EDF relatives aux modifications envisagées se sont poursuivies en 2009. Avant le lancement, prévu en 2010, des travaux sur les sites considérés, EDF s'est engagée dans l'élaboration des dossiers de déclarations de modifications à l'ASN relatifs aux travaux à mener. Après réalisation de ces travaux, EDF réalisera des mesures acoustiques pour vérifier l'efficacité des solutions déployées.

## 5 LES APPRÉCIATIONS

### 5 | 1 Évaluer les services centraux et les performances globales des centrales nucléaires

L'appréciation générale qui suit résume de manière thématique l'évaluation par l'ASN des services centraux et des performances des centrales nucléaires du parc d'EDF en matière de sûreté, c'est-à-dire en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'environnement.

Cette évaluation est elle-même construite sur les résultats des contrôles réalisés par l'ASN en 2009, en particulier à travers les inspections, le suivi des arrêts de réacteur et l'analyse du traitement des événements significatifs par EDF, ainsi que sur la connaissance par les inspecteurs des sites qu'ils contrôlent. En 2009, l'ASN a réalisé 492 inspections dans les centrales nucléaires en exploitation et dans les services centraux d'EDF.

L'appréciation générale représente le point de vue de l'ASN sur l'année 2009 et contribue à orienter les actions de contrôle de l'ASN en 2010.

#### 5 | 1 | 1 Évaluer la sûreté nucléaire

##### *L'exploitation des réacteurs*

Les documents d'exploitation sont, dans leur ensemble, correctement gérés, couvrent les différentes phases d'exploitation et représentent particulièrement bien l'état réel de l'installation. La gestion des formations et habilitations du personnel reste satisfaisante malgré quelques écarts mineurs relevés en inspection.

L'amélioration de la rigueur de l'exploitation reste une priorité forte pour les sites et les services centraux. L'ASN estime que les efforts faits sur ce sujet depuis quelques années doivent être poursuivis. Des progrès ont été observés sur le sujet sur certains sites en 2009.

En revanche, malgré les démarches mises en place sur certains sites ou l'existence de procédures formalisées, la préparation des interventions reste un point faible.

Le nombre d'interprétations incorrectes de la notion de disponibilité des matériels, notamment après la réalisation d'essais périodiques, et le nombre de non-respects des STE a encore augmenté en 2009. Certaines de ces interprétations mettent en exergue une connaissance perfectible par les équipes des chapitres 3 et 9 des RGE.

Enfin, l'implication de la hiérarchie des équipes de conduite sur le terrain semble à nouveau en recul en 2009. Les périodes de forte charge de travail restent difficiles à gérer.

Par ailleurs, la situation demeure peu satisfaisante dans certains domaines. C'est le cas de la gestion des dispositifs et moyens particuliers (DMP), la gestion des consignes temporaires d'exploitation, du respect des exigences des articles 8 et 9 de l'arrêté du 10 août 1984 et de l'application rigoureuse des référentiels d'exploitation. Des axes d'amélioration devront être définis ou approfondis.

##### *Situations d'urgence*

L'ASN considère que la préparation d'EDF à la gestion des situations d'urgence est satisfaisante. Les relations au niveau national ont été renforcées au cours des deux

dernières années, ce qui permet un meilleur échange d'informations. Le retour d'expérience acquis au fil des années, ainsi que la diversité des situations rencontrées, amène EDF à repenser son référentiel documentaire concernant les plans d'urgence interne. Ce travail fait l'objet d'une information régulière de l'ASN et s'inscrit également dans la nouvelle structure réglementaire progressivement mise en place par l'ASN.

L'organisation nationale d'urgence a été déclenchée à quatre reprises en 2009 par EDF : à la centrale nucléaire du Blayais lors des tempêtes du 24 janvier 2009 et du 9 février 2009, à la centrale nucléaire de Cruas le 2 décembre 2009 en raison de l'obturation de la prise d'eau alimentant le système de refroidissement de ce réacteur avec l'arrivée massive de débris végétaux charriés par le Rhône et à la centrale nucléaire de Fessenheim le 27 décembre 2009 à la suite d'une réduction partielle des débits dans les circuits de refroidissement provoquée par des débris végétaux. EDF a bien géré la situation dans chacun de ces cas. Un retour d'expérience du déclenchement de ces situations devra néanmoins être tiré par EDF.

L'organisation de crise en cas de relâchement d'ammoniac, mise en place sur les sites ayant une installation de traitement à la monochloramine, n'est pas jugée pleinement satisfaisante par l'ASN. Elle doit encore faire l'objet d'améliorations et prendre en compte les demandes de l'ASN. À terme, ce type de risque sera pris en compte dans l'organisation de crise du plan d'urgence interne.

Au travers des inspections de l'année 2009, l'ASN a noté des progrès dans le domaine de la lutte contre l'incendie qui reste toutefois encore perfectible, en particulier en ce qui concerne l'accomplissement des missions et des actions des équipes d'intervention (caractère opérationnel du rôle et des missions du chef des secours notamment). Deux points positifs sont à relever : depuis 2009, le grèvement des équipes d'intervention dès la détection d'incendie, et non plus après confirmation du feu et la mise à disposition d'un officier de sapeur-pompier professionnel pour chaque centrale nucléaire sont effectifs dans tous les sites.

### *Les activités de maintenance et les prestataires*

L'ASN considère qu'EDF doit améliorer la gestion des activités de maintenance. Des constats récurrents demeurent. Le référentiel de maintenance est en perpétuelle évolution. Cette complexité renforce les retards persistant d'intégration constatés sur l'ensemble du parc et tend à disperser les exigences.

La qualité des analyses de risques dans la préparation des interventions de maintenance et leur appropriation par les intervenants reste insatisfaisante. Elle doit être significativement améliorée dans la quasi-totalité des sites. La

gestion des pièces de rechange doit également être améliorée : celles-ci ne sont pas toujours disponibles ou n'ont parfois pas toutes les caractéristiques requises.

L'ASN constate qu'EDF n'a pas suffisamment anticipé certaines problématiques ni pris suffisamment en compte le retour d'expérience international, ce qui la conduit aujourd'hui à devoir réaliser des opérations de maintenance corrective délicates et de grande ampleur sur les générateurs de vapeur, afin d'en assurer la sûreté.

En matière de réalisation des opérations de maintenance, l'ASN note que certaines opérations, réalisées par EDF ou ses prestataires, ont pu être entachées de défauts de qualité, qu'EDF doit s'attacher à mieux prévenir. L'amélioration de la qualité de réalisation des interventions de maintenance passe également par une meilleure appréhension des facteurs humains et organisationnels lors de leur préparation.

La plupart des activités de maintenance sur les sites sont confiées à des entreprises prestataires, sélectionnées sur la base d'un système de qualification et d'évaluation. L'ASN estime que le principe de ce système est satisfaisant, mais qu'il est nécessaire qu'EDF évalue sa politique industrielle en matière de maintenance et de recours aux entreprises prestataires pour la réaliser. En effet, l'ASN estime qu'EDF ne progresse plus dans le domaine de la surveillance des entreprises prestataires. En particulier, l'ASN note une dégradation de la surveillance sur le terrain des activités réalisées par des entreprises prestataires et considère que celle-ci doit être rapidement améliorée et renforcée. Dans ce sens, EDF doit vérifier l'adéquation des ressources allouées à la surveillance, tant en quantité qu'en qualité, en regard des activités sous-traitées et compte tenu des enjeux de ces activités pour la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement.

L'ASN constate comme les années précédentes que les ressources matérielles sont parfois insuffisantes ou inadaptées, ce qui a pu dans certains cas conduire à des conditions de travail dégradées pour les intervenants en matière de sécurité et de radioprotection.

Les méthodes mises en œuvre par EDF pour optimiser les programmes de maintenance des matériels importants pour la sûreté sont acceptables. Il convient toutefois de veiller à mettre en œuvre des moyens humains et matériels (pièces de rechange) à la hauteur des objectifs fixés par cette politique.

L'implication d'EDF dans le domaine de la maintenance est importante du fait notamment des forts enjeux industriels et financiers associés. Dans le cadre de la poursuite d'exploitation des réacteurs les plus anciens, l'adéquation de la maintenance à l'état de vieillissement des matériels

s'avère essentielle. Le traitement de l'obsolescence de certains matériels est nécessaire.

### *L'état des matériels*

Les programmes de maintenance et de remplacement des matériels, la démarche de réexamen de sûreté ainsi que la correction des anomalies de conformité identifiées contribuent à maintenir les matériels des centrales nucléaires dans un état globalement satisfaisant. Toutefois, l'ASN constate qu'EDF n'a pas suffisamment anticipé certaines problématiques qui la conduisent aujourd'hui à devoir réaliser des opérations de maintenance corrective délicates et de grande ampleur sur les générateurs de vapeur, afin d'en assurer la sûreté.

L'ASN estime que la qualité des documents opératoires d'EDF pour la réalisation des essais périodiques s'améliore. Les écarts de respect des délais pour la réalisation d'essais périodiques de matériels importants pour la sûreté persistent ainsi qu'un manque de rigueur dans la définition et le caractère suffisant des opérations de requalification des matériels à l'issue d'interventions. L'ASN estime qu'EDF doit améliorer la préparation et le contrôle de ces opérations et renforcer la compétence des préparateurs de manière à limiter les confusions persistantes entre les objectifs fixés pour la réalisation d'essais périodiques et ceux fixés pour les essais de requalification.

### *Les équipements sous pression*

L'ASN estime qu'EDF continue à progresser dans la gestion des équipements sous pression et qu'à court terme tous les services d'inspection du parc seront reconnus. L'ASN note que de plus en plus de sites sont dans une situation satisfaisante. L'ASN considère qu'EDF doit correctement gréer ces services pour qu'ils remplissent au mieux leur mission sur la base de plans d'inspection exhaustifs.

### *La première barrière*

L'ASN considère qu'en 2009 la situation dans le domaine de la première barrière est généralement satisfaisante mais reste perfectible sur plusieurs points, notamment la qualité de son exploitation.

En 2009, comme en 2008, les problèmes rencontrés à propos de la première barrière sont essentiellement des défauts d'étanchéité se produisant en cours de cycle sur un nombre limité d'assemblages en alliage M5 ou de conception RFA 900 et des détériorations de grilles entraînant l'apparition de corps migrants dans le circuit primaire.

L'ASN considère comme satisfaisantes les actions engagées par EDF pour identifier et minimiser le risque de chute des emballages de combustible, avec notamment la mise en place de gammes harmonisées de maintenance et la fiabilisation des équipements de manutention.

Toutefois, l'ASN observe que des incidents de blocage d'assemblages combustibles sont survenus en 2009 à Gravelines et Tricastin (voir point 3|3|3).

Enfin, EDF doit progresser de manière importante dans l'application des programmes de maintenance des matériels de manutention du combustible car ces matériels peuvent être à l'origine de dégradations d'assemblages de combustible mis en cœur.

### *La deuxième barrière*

L'ASN considère qu'EDF doit progresser en matière de respect de l'intégrité des CPP et des CSP.

De nouvelles dégradations liées à un état de corrosion mal caractérisé ou de fissures de caractéristiques nouvelles ont été découvertes en 2009 sur certains générateurs de vapeur, tels que ceux des réacteurs 3 de Bugey et 2 de Fessenheim. Ces dégradations s'ajoutent aux défauts déjà détectés par le passé. L'ASN considère qu'EDF n'a pas fait preuve de suffisamment d'anticipation dans la programmation de certaines de ces activités de contrôle, de maintenance ou de remplacement de ses générateurs de vapeur.

La stratégie de nettoyage chimique des GV colmatés est un point positif. La mise en œuvre des nettoyages chimiques des générateurs de vapeurs colmatés sur les réacteurs de Cattenom 1 et 3 et Chinon B3 a été satisfaisante. Le décuivrage du GV2 de Chinon ne s'est pas révélé aussi efficace que prévu. Le procédé doit encore être amélioré car il a fait l'objet de nombreux aléas pendant sa mise en œuvre.

Le remplacement des GV de Blayais 1 est une opération qui s'est déroulée dans de bonnes conditions malgré les défauts rencontrés sur les faisceaux tubulaires des GV neufs.

S'agissant des anomalies de pose des bouchons mécaniques dans les GV et à la suite du nouvel événement détecté sur Paluel 3, EDF a engagé en 2009 des actions afin :

- de comprendre l'origine des anomalies rencontrées ;
- d'évaluer les risques de déplacement des bouchons ;
- de définir, a posteriori des critères de contrôle de pose des bouchons lorsque les courbes de pose ne sont pas disponibles.

### *La troisième barrière*

Ce paragraphe porte une appréciation sur le confinement du réacteur qui concerne la troisième barrière, son extension ainsi que le confinement des bâtiments périphériques.

L'état de la troisième barrière et de ses constituants est considéré comme perfectible. En effet, si son état n'est pas dégradé, les incidents déclarés cette année sont

révélateurs d'un manque de rigueur d'exploitation qui avait déjà été constaté en 2008 à moindre échelle.

Si les services centraux assurent aujourd'hui un suivi efficace des problématiques génériques relatives au confinement soulevées à l'occasion des dernières réunions du GPR, des actions à la fois nationales et locales sont nécessaires afin d'améliorer l'application du référentiel de confinement et la sensibilisation du personnel à ce sujet.

Concernant le point particulier relatif aux résultats des épreuves enceintes des paliers 1300 et 1450 MWe, EDF doit présenter à l'ASN des solutions techniques qui permettront de garantir l'étanchéité des enceintes malgré leur vieillissement.

## 5 | 1 | 2 Évaluer la radioprotection

Concernant les résultats dosimétriques sur le parc, après plusieurs années de diminution, une augmentation des doses, explicable par des aléas techniques et organisationnels, est observée. Même si les résultats dosimétriques demeurent à des niveaux satisfaisants, l'ASN considère qu'une vigilance doit être maintenue quant à l'optimisation des doses lors des arrêts de réacteurs et en ce qui concerne la gestion de la contamination à la source.

Les plans d'action définis et déployés par EDF au niveau national pour l'amélioration de la radioprotection sont cohérents avec le diagnostic de la situation. Au niveau local, la mise en œuvre de ces plans d'action est engagée avec méthode et porte ses fruits, en particulier en ce qui concerne la gestion des tirs radiographiques.

En 2009, l'ASN a mené des inspections spécifiques sur la maîtrise de la contamination dans les sites (Golfech, Civaux, Cattenom) ayant adopté la démarche EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées). Les inspections ont révélé quelques écarts qui nécessitent d'être pris en compte avant de généraliser cette démarche.

L'ASN a constaté des difficultés pour que la démarche de radioprotection soit partagée par tous les acteurs d'un site et relève l'absence d'amélioration dans le comportement des intervenants, ce qui a pu conduire à des incidents.

En conséquence, l'ASN considère que ces plans d'action doivent être poursuivis voire renforcés, en particulier lorsqu'ils sont relatifs au renforcement des compétences, spécialement celles des prestataires en charge de missions de radioprotection, ou au contrôle sur le terrain. La « culture de radioprotection » des intervenants doit encore être améliorée et des efforts sont à mener dans la définition des responsabilités des différents acteurs de la radioprotection. Enfin, des marges de progrès demeurent pour

maîtriser la contamination à la source, dans la qualité et la prise en compte des analyses de risque et d'optimisation, dans la surveillance de l'application des règles de radioprotection sur les chantiers, notamment dans la signalisation adéquate des zones et des points chauds.

## 5 | 1 | 3 Évaluer les dispositions en matière de protection de l'environnement

L'ASN considère qu'en 2009 la situation d'EDF dans le domaine de la protection de l'environnement, notamment pour ce qui concerne les rejets non radioactifs, a globalement régressé. La suspension et le refus par l'ASN fin 2008 des agréments des laboratoires internes d'EDF en charge des mesures de radioactivité dans l'environnement avait déjà montré une prise en compte insuffisante des préoccupations environnementales par EDF (voir chapitre 4, point 4|3|3).

L'ASN constate comme en 2008 que l'implication d'EDF et la dynamique des actions engagées sont, selon les thématiques, très hétérogènes. En ce qui concerne la maintenance des matériels, le contrôle des fluides frigorigènes mais aussi, plus largement, l'ensemble des problématiques liées à la protection de l'environnement (respect des dispositions réglementaires et autres prescriptions techniques des installations des centrales nucléaires, disponibilité des matériels de contrôle des rejets et de surveillance de l'environnement, rejets non maîtrisés), EDF devra mettre en œuvre, d'une part, à court terme, des actions permettant, a minima, un retour rapide à une situation satisfaisante d'autre part, à long terme, des actions visant à maintenir, voire améliorer le niveau obtenu après le retour à une situation satisfaisante.

Bien que l'organisation des sites en matière d'environnement soit bien définie, de nombreux sites présentent en 2009 un nombre croissant d'écarts. En effet, des écarts relatifs à la conformité des installations, à la maintenance, à la surveillance des prestataires ou liés à l'organisation ont été mis en exergue cette année. En outre, plusieurs écarts par rapport aux arrêtés de rejets ont été déclarés par EDF à l'ASN. Certains de ces écarts (notamment les rejets de cuivre et zinc pour Belleville et en azote total pour Chooz) persistent et font l'objet de dossiers de modification des autorisations de rejets en cours d'instruction.

## 5 | 1 | 4 Analyser les dispositions concernant les hommes et les organisations

L'ASN estime que l'organisation définie par EDF pour traiter de façon appropriée des questions de sûreté et de radioprotection doit être appliquée avec plus de rigueur par les

centrales nucléaires. De manière générale, l'ASN constate régulièrement des écarts importants dans l'application par les sites des organisations prescrites au niveau national, par exemple dans la maintenance ou dans la surveillance des prestataires.

Les sites se fixent des objectifs d'amélioration dans les différents domaines de la sûreté, de la radioprotection, de l'environnement et de la sécurité des travailleurs.

Toutefois, dans le domaine de la sûreté, ces objectifs doivent être définis de façon plus réaliste.

Dans le domaine de la radioprotection, la dynamique engagée sur la propreté radiologique permet aux sites de mettre en œuvre la démarche EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées) et de se donner des objectifs plus ambitieux sur cette thématique.

Les rôles et responsabilités exercés au sein des services sont définis dans des notes d'organisation mais sont parfois difficiles à appliquer dans le déroulement des activités. L'ASN ne perçoit aucune évolution par rapport aux années précédentes dans la préparation des activités, qui est jugée trop fréquemment insuffisante. La hiérarchie est de manière générale plus présente sur le terrain mais le contrôle qui doit être exercé au cours des activités est parfois insuffisant.

L'ASN estime que le système de gestion des compétences et des habilitations des personnels d'exploitation des centrales nucléaires est mis en œuvre de façon satisfaisante et la mise en place des chantiers écoles et des académies de métiers pour les nouveaux embauchés constituent des points positifs à souligner. Toutefois, comme en 2008, l'ASN estime que la formation des intervenants, notamment les prestataires, mériterait d'être encore améliorée dans les domaines de la radioprotection et de l'environnement. La hiérarchie éprouve toujours des difficultés pour réaliser les observations d'activités sur le terrain nécessaires pour apprécier les compétences mises en œuvre par les agents.

Les effectifs sont globalement bien dimensionnés. Toutefois l'ASN relève à nouveau des cas de charge de travail excessive sur les personnels. Comme en 2008, la surveillance des activités réalisées par les prestataires reste une activité pour laquelle les effectifs restent parfois insuffisants.

Comme en 2007 et 2008, l'ASN estime que les conditions de réalisation des activités d'exploitation et de maintenance ne sont pas toujours satisfaisantes. Dans le domaine de la maintenance, l'utilisation de moyens matériels, tels que des échafaudages, des outils ou des équipements de protection, en mauvais état est jugée préoccupante et le

manque ou la mauvaise gestion des pièces de rechange sont à mentionner. La mise à disposition par les centrales de matériels au bénéfice des prestataires est jugée très insuffisante.

De même qu'en 2008, l'ASN relève encore de nombreux défauts d'ergonomie qui concernent les documents, les équipements, les matériels et l'aménagement des locaux. De manière générale, les analyses d'événements significatifs font insuffisamment apparaître des causes liées à l'ergonomie des lieux de travail ou n'en tirent pas suffisamment les conséquences en termes d'analyse et d'actions correctives.

De manière générale, l'ASN constate que la préparation, la réalisation ou le contrôle des activités sont parfois pénalisés par des conditions peu favorables, en particulier durant les arrêts de réacteur.

Enfin, l'ASN note qu'un grand nombre de projets et de plans d'action nationaux s'ajoutent aux plans d'action locaux. Ces projets et plans d'action répondent tous à des objectifs d'amélioration importants et sont élaborés avec soin par des entités différentes d'EDF, tant au niveau national que local. Mais ce sont souvent les mêmes personnes qui, sur le terrain sont concernées par leur mise en œuvre. Indépendamment de la charge que cela occasionne, EDF devrait porter une plus grande attention aux conséquences des interactions entre ces projets.

## 5 | 1 | 5 Analyser le retour d'expérience

De manière générale, l'organisation mise en place par l'exploitant dans les centrales nucléaires pour traiter le retour d'expérience est satisfaisante. Le retour d'expérience est bien formalisé et exploité. Le partage des informations entre les niveaux local et national d'EDF est efficace. Les actions mises en œuvre en 2008 et 2009 ont par exemple permis de réduire le nombre d'arrêts automatiques de réacteur de manière visible.

Cependant, l'ASN estime qu'EDF doit améliorer la qualité et la profondeur des analyses qui sont réalisées. Celles-ci sont souvent insuffisantes. L'occurrence en 2009 à la centrale du Tricastin d'un incident identique de blocage d'assemblage combustible survenu l'année précédente illustre ce point. De ce fait, la mise en œuvre des conclusions de ces analyses et la réalisation des actions correctives qui sont prises à la suite des événements sont perfectibles.

L'ASN note en outre que la communication entre l'ASN et les sites peut être améliorée. Les délais de transmission des déclarations formelles dépassent fréquemment deux jours et l'ASN est parfois conduite à modifier le classement des événements proposé par les exploitants.

## 5 | 2 Évaluer chaque site

### *Belleville-sur-Loire*

L'ASN considère que les performances en matière de protection de l'environnement du site de Belleville-sur-Loire sont en retrait et que les performances du site en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN relève une amélioration sensible du site en matière de rigueur d'exploitation. En même temps que l'évolution favorable constatée en 2008 au niveau de la détection des écarts est confirmée, leur analyse et leur traitement ont progressé. Cependant, et bien que le nombre global des événements significatifs ait sensiblement baissé en 2009, la maintenance des installations et leur redémarrage restent perfectibles et ces activités sont à l'origine de la majorité des écarts au cours de l'année.

Enfin, l'ASN souligne l'absence de progrès du site en 2009 dans le domaine de la protection de l'environnement. Les nombreux écarts relevés lors des inspections programmées ou réactives relatives à l'environnement amènent l'ASN à s'interroger sur l'efficacité des engagements du site en matière de remise à niveau et d'exploitation des installations susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement.

### *Blayais*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site du Blayais rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN souligne la bonne gestion des aléas techniques rencontrés en 2009, liés aux épisodes de tempêtes hivernales et aux arrêts fortuits des réacteurs. Par ailleurs, elle estime que le site a fait preuve de rigueur dans le domaine de la radioprotection, notamment la gestion des zones contrôlées et l'optimisation de la dosimétrie.

Toutefois, dans le domaine de l'environnement, l'ASN constate plusieurs écarts à l'arrêté d'autorisation de rejets, liés notamment à des dysfonctionnements récurrents de matériels.

Enfin, l'ASN considère que la qualité des opérations de maintenance et leur surveillance est en retrait par rapport aux années précédentes et que des progrès doivent être réalisés dans ce domaine.

### *Bugey*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site du Bugey se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale des performances

que l'ASN porte sur EDF, même si l'ASN note en 2009 une légère dégradation en matière de maintenance et d'exploitation. Le site a fortement amélioré la prévention des arrêts automatiques de réacteur. Il doit néanmoins encore progresser dans le respect des spécifications techniques d'exploitation.

Dans le domaine de la radioprotection et de la propreté radiologique, l'ASN considère que les performances du site du Bugey rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN n'a pas relevé de progrès notables et attend des résultats lors des arrêts programmés en 2010.

En matière d'environnement, l'ASN considère que les performances du site du Bugey rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. La culture environnementale n'est pas suffisamment imprégnée dans les différents services, même si l'ASN a noté l'implication du service environnement.

Enfin, l'ASN a observé un climat social tendu sur le site en 2009, rendant compliquée la gestion des arrêts, et attend des résultats au vu du programme d'arrêts chargé prévu en 2010.

### *Cattenom*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement et de radioprotection du site de Cattenom rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En 2009, l'ASN a constaté que le site avait progressé dans la préparation et la réalisation des interventions. En revanche, l'ASN estime cette année encore que la surveillance des prestataires est perfectible.

En matière de protection de l'environnement, le site a mis en place plusieurs plans d'action visant à mieux anticiper ses rejets non radioactifs dans le milieu naturel et à les réduire. Ainsi, des essais de traitement d'eau sont en cours pour diminuer les légionnelles dans les tours aéroréfrigérantes.

Toutefois, en 2009, l'ASN a constaté un relâchement dans le domaine de la radioprotection, alors que le site paraissait moteur dans ce domaine l'année dernière. Même si aucune contamination de travailleurs n'est à déplorer, l'ASN a constaté de nombreux écarts. L'ASN estime que l'exploitant doit établir un retour d'expérience précis dans ce domaine et prendre les mesures adaptées.

### *Chinon*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Chinon sont en retrait et que les performances du site en matière de radioprotection et

d'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN a constaté, en 2009, une dégradation de la rigueur d'exploitation des réacteurs, caractérisée par un nombre important d'événements significatifs dans le domaine de l'exploitation, en particulier les arrêts automatiques de réacteur, les sorties du domaine autorisé, les condamnations administratives et les erreurs de lignage de circuit. L'ASN estime que le site doit progresser en matière de respect des règles générales d'exploitation.

L'ASN considère que le site de Chinon traite correctement les dossiers relatifs à la protection de l'environnement. Toutefois, l'ASN a constaté, sur le terrain, de nombreux écarts concernant le respect des prescriptions relatives aux installations susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement.

#### *Chooz*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de maintenance et d'environnement du site de Chooz B rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

Toutefois, ces performances se sont dégradées par rapport aux années antérieures et l'ASN estime que des progrès sont à faire en matière de rigueur d'exploitation, notamment en développant encore l'intégration des facteurs organisationnels et humains dans la préparation et la réalisation des activités de conduite.

Le site de Chooz se distingue par la qualité de l'intégrité de sa seconde barrière, notamment par l'état de ses générateurs de vapeur encore récents et peu bouchés.

En matière d'environnement le site de Chooz a progressé en 2009 notamment en réagissant aux écarts constatés en 2008 sur la disponibilité des stations multiparamètres et du système de traitement des effluents solides, mais d'autres dysfonctionnements demeurent.

#### *Civaux*

L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection du site de Civaux se distinguent de manière positive et que les résultats en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN constate que le site rencontre toujours des difficultés lors de certaines activités d'exploitation, telles que les essais périodiques, du fait d'un manque de surveillance des interventions. Par ailleurs, elle considère que l'analyse des pertes d'intégrité des assemblages combustibles

détectées aux cours des deux arrêts de réacteur doit être poursuivie.

L'ASN considère que le site se distingue par ses bons résultats en matière de radioprotection, notamment par la mise en œuvre de la démarche EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées). Néanmoins, les efforts doivent être poursuivis pour pérenniser cette démarche.

Enfin, l'ASN estime que le site doit améliorer le suivi des matériels participant à la protection de l'environnement.

#### *Cruas-Meysse*

L'ASN considère que les résultats en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Cruas-Meysse rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN note que le site a poursuivi en 2009 ses efforts pour déployer un plan d'amélioration de la sûreté nucléaire, dont les résultats, encore récents et fragiles, traduisent une évolution favorable.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN estime que la propreté radiologique doit être nettement améliorée, de même que l'affichage des conditions d'accès aux chantiers.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN constate que le site manque de rigueur dans l'application des prescriptions applicables aux installations présentant des enjeux environnementaux.

Enfin, l'ASN note que le site a déclaré au mois de décembre 2009 un incident classé au niveau 2 de l'échelle INES à la suite de la perte totale de la source froide du réacteur 4 par l'arrivée massive de débris végétaux en provenance du Rhône.

#### *Dampierre-en-Burly*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Dampierre-en-Burly rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

Cependant, des inétanchités de gaine ont été régulièrement constatées ces trois dernières années sur quelques crayons de combustible, sans que l'origine de ces phénomènes ait été pour le moment clairement établie. Concernant la surveillance des prestataires de maintenance, de nombreux écarts ont été mis en évidence en 2009, tant par l'ASN que par l'exploitant. L'ASN estime donc que ces deux thématiques doivent constituer pour le site des priorités pour 2010.

Concernant la radioprotection des travailleurs, l'ASN note l'absence d'amélioration de la prise en compte de ce risque au niveau des pratiques des intervenants. Enfin, des lacunes d'exploitation et de maintenance de matériels ont à nouveau été à l'origine de fuites de fluides frigorigènes.

### *Fessenheim*

L'ASN considère que le site de Fessenheim a progressé dans de nombreux domaines et que ses performances en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement et de radioprotection sont globalement satisfaisantes et rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. En particulier, en matière de rigueur d'exploitation, les performances du site de Fessenheim sont revenues dans la moyenne du parc.

L'ASN observe que les actions engagées par le site dans le cadre de son plan d'action commencent à se concrétiser sur le terrain. En particulier, les agents d'exploitation maîtrisent mieux la documentation opérationnelle qui a été remise à niveau. L'ASN estime que ces efforts doivent être poursuivis.

Toutefois, l'ASN considère que le site doit rester vigilant sur la maintenance de ses installations, la surveillance de ses prestataires et la radioprotection des travailleurs.

### *Flamanville*

L'ASN considère que les performances en matière de protection de l'environnement et de radioprotection du site de Flamanville rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Flamanville restent, comme en 2008 et malgré quelques progrès, en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

Le plan de rigueur pour l'exploitation et la maintenance mis en place a permis de faire progresser le site sur certains points. Cependant, cette démarche d'amélioration reste tributaire des aléas d'exploitation ou de maintenance que rencontre la centrale et qui ont encore été nombreux en 2009, que ce soit en termes d'événements significatifs, d'arrêts fortuits ou de prolongation des arrêts. Le site doit donc persévérer dans cette dynamique.

L'ASN note une nette amélioration de la gestion des déchets au cours des arrêts de réacteur, notamment un traitement en flux tendu des déchets produits et une meilleure maîtrise du potentiel calorifique.

### *Golfech*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'environnement du site

de Golfech se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN a constaté en 2009 une maîtrise satisfaisante des opérations d'exploitation et de maintenance, qui devra être confirmée en 2010, notamment lors des deux arrêts pour rechargement.

En matière de radioprotection, le site de Golfech se distingue en particulier par la mise en œuvre de la démarche EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées), qui a confirmé ses bons résultats et qui induit une dynamique de progrès.

En ce qui concerne l'environnement, l'ASN note le dynamisme du site pour la maîtrise de ses rejets chimiques. Il devra cependant poursuivre ses efforts pour respecter les prescriptions techniques applicables aux installations non nucléaires.

### *Gravelines*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté du site de Gravelines se distinguent de manière positive, à la suite du plan d'action sur la rigueur d'exploitation mis en place depuis le second semestre 2007 et toujours en vigueur. Les performances du site en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN estime que le site a progressé dans la surveillance des prestataires et qu'il a renforcé la présence de la hiérarchie sur le terrain.

Toutefois, l'ASN estime qu'à la suite de l'événement significatif de blocage de l'assemblage de combustible survenu sur le réacteur 1 en août 2009, le site doit améliorer la prise en compte des actions correctives issues du retour d'expérience.

Compte tenu de la taille du site de Gravelines et de son implantation dans un environnement industriel dense, l'ASN considère que le site doit renforcer les moyens nécessaires pour le traitement des problématiques liées à la protection de l'environnement.

### *Nogent-sur-Seine*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté, de radioprotection du site de Nogent-sur-Seine rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN considère que les résultats du site sont satisfaisants dans le domaine des équipements sous pression et de l'environnement.

Néanmoins, l'ASN attend des améliorations importantes dans le domaine du confinement et dans la qualité des

contrôles périodiques associés. De même, le suivi des actions correctives n'est pas assez rigoureux, notamment dans le domaine du génie civil. Les échéances des actions correctives définies à la suite des événements significatifs ou des inspections de l'ASN sont souvent dépassées.

Les inspections de chantiers ont révélé des lacunes en matière de propreté radiologique, de sécurisation des chantiers, d'évacuation des déchets et de la lutte contre l'incendie dans le Bâtiment de Traitement des Effluents.

### *Paluel*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Paluel rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN a suivi la mise en œuvre d'un plan de rigueur pour l'exploitation sur le site de Paluel afin de répondre aux exigences de qualité des interventions de maintenance, de requalification des matériels et de rigueur de conduite de l'installation. Les axes majeurs de ce plan recouvrent bien les axes de progrès identifiés par l'ASN depuis plusieurs années. Des actions importantes ont été réalisées et des résultats encourageants apparaissent malgré un nombre d'événements significatifs pour la sûreté toujours relativement important. L'ASN estime que la direction du site doit continuer dans cette dynamique afin d'améliorer encore les résultats du site en terme de sûreté.

L'ASN considère que les investissements importants réalisés sur les installations se sont traduits par un impact positif sur la protection de l'environnement, la radioprotection et la sûreté.

### *Penly*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté du site de Penly se distinguent de manière positive et que les performances du site en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN estime que le site a progressé dans la phase de préparation des interventions de maintenance et d'exploitation.

L'ASN considère que le site doit faire des progrès dans le domaine de la protection de l'environnement et rester vigilant dans le domaine de la radioprotection, notamment lors des arrêts de réacteur.

Enfin, si la qualité du traitement des dossiers en lien avec la surveillance des équipements sous pression est satisfaisante, l'ASN juge que l'organisation du service d'inspection

reconnu doit être consolidée afin qu'il conserve toutes ses compétences.

### *Saint-Alban*

L'ASN considère que les performances globales du site de Saint-Alban sont en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, le site n'a pas corrigé de manière convaincante en 2009 les écarts constatés par l'ASN et a montré des faiblesses récurrentes concernant le contrôle des activités de conduite du réacteur.

Dans le domaine de la radioprotection, les résultats se sont dégradés, le site ayant notamment obtenu des performances médiocres lors de l'arrêt pour maintenance et rechargement en combustible du réacteur 1.

L'ASN relève une faiblesse persistante en matière de protection de l'environnement. Si l'ASN note que les rejets liquides et gazeux générés demeurent globalement conformes aux valeurs limites réglementaires, elle estime que des progrès notables doivent être réalisés sur certaines installations du site présentant des enjeux environnementaux.

Enfin, l'ASN observe que le site a amélioré sa gestion du transport des matières radioactives, sujet sur lequel elle pointait régulièrement des faiblesses depuis plusieurs années.

### *Saint-Laurent-des-Eaux*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Saint-Laurent-des-Eaux rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

Toutefois, l'ASN a noté en 2009 que plusieurs événements significatifs ont mis en évidence un manque de rigueur dans la surveillance en salle de commande ainsi que des faiblesses dans la préparation d'interventions impliquant la conduite, en particulier lors des phases transitoires d'arrêt et de redémarrage, hors arrêts pour rechargement en combustible.

En matière de radioprotection, le site doit confirmer en 2010 sa progression en termes de gestion de la propreté radiologique des chantiers, constatée sur le deuxième arrêt de réacteur de 2009. Au vu des inspections réalisées sur le site en 2009, l'ASN a constaté un nombre important de situations de travail montrant un manque de culture de radioprotection de la part des intervenants.

### *Tricastin*

L'ASN estime que les résultats en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de

l'environnement du site du Tricastin rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN note cependant que quatre des huit événements de niveau 1 déclarés par le site mettent en évidence des lacunes en matière de rigueur d'exploitation. Ces incidents traduisent, dans un contexte où le site essaie d'améliorer la compétitivité de sa production, une implication insuffisante du management en matière de gestion des essais périodiques et de strict respect des règles générales d'exploitation.

## 6 PERSPECTIVES

Pour ce qui relève des centrales nucléaires, les axes de travail et les actions de contrôle de l'ASN en 2010 seront guidés par les principaux éléments suivants :

### *Le contrôle du réacteur EPR*

Le contrôle de la construction du réacteur de Flamanville 3, réalisé par échantillonnage et proportionné aux enjeux de sûreté, se poursuivra jusqu'à l'autorisation de mise en service de l'installation. Au plus fort des activités de génie civil et de montage des systèmes, l'ASN compte poursuivre son action de contrôle sur la prévention des risques d'accident du travail, sur la surveillance par EDF de la qualité des réalisations, notamment via les essais d'équipements.

En parallèle, l'ASN poursuivra l'examen anticipé de certains éléments du dossier réglementaire de demande de mise en service, notamment les méthodes d'études d'accidents ainsi que les principes de conduite de l'installation. Les principes de l'organisation proposée par EDF pour l'équipe de conduite du nouveau réacteur ont été considérés par l'ASN comme acceptables mais l'organisation de l'équipe devra être validée durant les essais prévus sur simulateur en 2010 ; l'ASN sollicitera sur ce sujet l'avis du GPR.

L'ASN sera également attentive aux réponses apportées par EDF à la lettre adressée en octobre 2009 relative au contrôle-commande, demandant notamment d'apporter des modifications à la conception du système ainsi que des justifications de sûreté complémentaires.

Par ailleurs, l'ASN commencera l'examen des conditions de création d'un réacteur EPR à Penly annoncé par le Gouvernement, une fois la demande déposée par le futur exploitant.

En particulier, l'ASN estime qu'à la suite du renouvellement de l'événement de blocage des assemblages de combustible survenu sur le réacteur 2, le site doit mettre en place un contrôle rigoureux et efficace de la position des assemblages lors des opérations de rechargement.

L'ASN note cependant que le programme de maintenance de la troisième visite décennale du réacteur 1 s'est correctement déroulé.

Enfin, en matière d'environnement, l'ASN considère que le site doit maintenir ses efforts pour limiter son impact environnemental.

### *Le développement d'une réglementation technique cohérente avec les meilleures pratiques européennes*

L'ASN poursuivra en 2010 son investissement dans des coopérations internationales, bilatérales et multilatérales, afin, d'une part, de confronter ses pratiques à celles de ses homologues étrangers et, d'autre part, de favoriser le partage entre experts, notamment sur le retour d'expérience sur la conception et sur la construction des nouveaux réacteurs.

En particulier, après l'adoption en janvier 2008 par les dix-sept pays membres de WENRA d'une version finalisée de niveaux de référence portant sur la sûreté des réacteurs en exploitation en Europe, l'ASN poursuivra son investissement sur les nouveaux travaux d'harmonisation engagés par WENRA sur les objectifs de sûreté pour les nouveaux réacteurs.

Concernant les niveaux de référence adoptés en 2008 par les pays européens de WENRA, l'ASN s'attache à proposer en 2010 au Gouvernement leur transcription dans un ensemble cohérent de textes réglementaires (arrêtés ministériels, décisions de l'ASN) et para réglementaires (guides de l'ASN).

Cet effort de développement d'une réglementation et de formalisation de la doctrine de sûreté française concernant les réacteurs nucléaires de puissance répond également à l'objectif de l'ASN de se préparer à l'arrivée éventuelle en France d'un nouvel exploitant de centrales nucléaires, autre que l'opérateur public historique EDF.

### *Le contrôle des centrales nucléaires en exploitation*

L'ASN considère que le maintien de l'état des réacteurs nécessitera de la part d'EDF la poursuite de ses efforts en matière de maintenance. En effet, la maîtrise du vieillissement des installations nécessite des opérations de

remplacement ou de maintenance lourde qui doivent, en raison de leur ampleur, être largement anticipées. Le prolongement significatif des durées des arrêts de réacteurs en 2009 traduit à la fois l'ampleur de la mise en œuvre de ces opérations mais également l'importance des volumes de maintenance nécessaires pour garantir l'état satisfaisant des installations lorsque ces opérations n'ont pas été suffisamment anticipées. L'ASN estime également nécessaire qu'EDF poursuive ses efforts relatifs à l'amélioration de la rigueur d'exploitation, s'agissant en particulier de la préparation des interventions, de la qualité de la réalisation des interventions par EDF ou ses prestataires et de la surveillance des prestataires.

#### *Les opérations de contrôle et de maintenance menées par EDF sur les générateurs de vapeur*

L'ASN vérifiera que les opérations de contrôle et de maintenance menées par EDF sur les générateurs de vapeur des centrales nucléaires assurent un niveau de sûreté satisfaisant. En effet, des mécanismes de dégradations présentant des caractéristiques nouvelles peuvent apparaître. L'identification de ces nouveaux mécanismes de dégradations nécessite une adaptation des dispositions de maintenance que l'ASN examinera. L'ASN maintient donc sa vigilance et sera attentive aux résultats des programmes de contrôle et d'expertise très importants, indispensables pour pouvoir statuer sur l'état de ces équipements avant leur remise en service.

#### *La protection de l'environnement*

En matière de protection de l'environnement, l'ASN attend de la part d'EDF des actions permettant un retour rapide à une situation satisfaisante, notamment en ce qui concerne la maintenance des appareils participant à la protection de l'environnement, le respect des arrêtés encadrant les rejets ou le contrôle des fluides frigorigènes. L'ASN examinera également les résultats des expérimentations menées par EDF dans le cadre de son plan de lutte contre les légionelles et les enseignements qui en seront tirés pour l'ensemble du parc.

#### *Les réexamens de sûreté*

À travers les examens de conformité, la recherche permanente d'anomalies par ses services d'ingénierie et les essais et contrôles menés lors des visites décennales, EDF tient compte du risque d'apparition de défauts génériques,

propre à un parc de réacteurs électronucléaires standardisé. EDF tire correctement bénéfice de cette standardisation pour rendre plus efficace le retour d'expérience entre les réacteurs. Il importe qu'EDF poursuive des démarches visant à faire encore progresser la sûreté. Pour cela, les réexamens de sûreté constituent un point de rendez-vous essentiel avec l'ASN.

En 2010 le GPR examinera les orientations envisagées pour le réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe associé à leurs troisièmes visites décennales. Par ailleurs, EDF a engagé un réexamen de sûreté des réacteurs du palier N4 et en a présenté les conclusions à l'ASN en 2009. En 2010, l'ASN se prononcera sur le caractère suffisant de ce réexamen pour les dix prochaines années.

#### *La durée d'exploitation*

Les troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe ont commencé en 2009, en particulier sur les réacteurs 1 des centrales nucléaires de Fessenheim et du Tricastin. L'ASN considère cette étape comme fondamentale dans la connaissance précise de l'état des réacteurs et dans l'analyse de la capacité d'EDF à poursuivre le cas échéant leur exploitation. L'ASN fera connaître, un an après la fin de chaque troisième visite décennale des réacteurs de 900 MWe, son avis sur la conformité de chaque installation aux exigences de sûreté applicables et les conditions de la poursuite de son exploitation.

Concernant l'objectif d'EDF d'étendre la durée d'exploitation de son parc nucléaire au-delà de 40 ans, l'ASN considère que cette prolongation n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux au plan de la sûreté. Ce programme devra permettre d'améliorer la sûreté des installations dans une mesure allant encore au-delà des améliorations continues issues des réexamens de sûreté et en cohérence avec les objectifs de sûreté retenus pour les nouveaux réacteurs. L'ASN lancera en 2010 avec l'appui de l'IRSN et du GPR les travaux permettant d'évaluer la méthodologie qui sera proposée par EDF pour justifier l'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans. L'ASN poursuivra sa réflexion sur les conditions d'une poursuite d'exploitation des réacteurs actuellement en service au-delà de quarante ans, en plaçant cette réflexion dans un cadre international.