

1	GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES	321
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	Les circuits de refroidissement	
1 1 5	L'enceinte de confinement	
1 1 6	Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde	
1 1 7	Les autres systèmes importants pour la sûreté	
1 2	L'exploitation d'une centrale nucléaire	
1 2 1	L'organisation d'EDF	
1 2 2	L'examen par l'ASN des documents d'exploitation	
1 2 3	Le contrôle par l'ASN des arrêts de réacteur	
2	LES GRANDS ENJEUX DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION	328
2 1	Les facteurs organisationnels et humains	
2 1 1	Les travailleurs	
2 1 2	La sûreté nucléaire du point de vue des facteurs organisationnels et humains	
2 1 3	La gestion des activités sous-traitées	
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	L'examen de la poursuite d'exploitation	
2 4	Les réacteurs EPR	
2 4 1	Les étapes jusqu'à la mise en service du réacteur de Flamanville 3	
2 4 2	Le contrôle de la construction en 2011	
2 4 3	Coopérer avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères	
2 5	Les réacteurs du futur : se préparer à prendre position sur la sûreté de la génération IV	
2 6	S'appuyer sur la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection	
3	LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE	342
3 1	L'exploitation et la conduite	
3 1 1	La conduite en fonctionnement normal : veiller au respect du référentiel et examiner les modifications documentaires	
3 1 2	Examiner les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident	
3 2	La maintenance et les essais	
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	Le combustible	
3 3 1	Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur	
3 3 2	Surveiller l'état du combustible en réacteur	

3 4	Exercer un contrôle approfondi sur les circuits primaire et secondaires	
3 4 1	S'assurer de la surveillance et du contrôle des 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	Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur	
3 5	Vérifier la conformité des enceintes de confinement	
3 6	Appliquer la réglementation relative aux équipements sous pression	
3 7	S'assurer de la protection contre les agressions	
3 7 1	Prévenir les risques liés au séisme	
3 7 2	Élaborer 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	
4	LA RADIOPROTECTION, LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS ET DE L'ENVIRONNEMENT	353
4 1	Contrôler la radioprotection des personnels	
4 1 1	Le contrôle de la radioprotection sur les centrales en fonctionnement	
4 1 2	Les exigences de radioprotection sur les centrales en construction	
4 2	Contrôler l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires	
4 3	Maîtriser l'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires	
4 3 1	Réviser les prescriptions relatives aux rejets	
4 3 2	Contrôler la gestion des déchets	
4 3 3	Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances	
5	L'ACTUALITÉ DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION	356
5 1	La campagne d'inspection des centrales nucléaires et les évaluations complémentaires de sûreté à la suite de l'accident de Fukushima	
5 2	Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3	
5 3	Instruction du décret d'autorisation de création de Penly 3	
5 4	L'examen des options de sûreté du projet de réacteur ATMEA 1	
5 5	Modification du décret d'autorisation de création de Blayais 3-4	
5 6	Poursuite d'exploitation des centrales nucléaires	
5 7	Faits marquants relatifs aux contrôles des équipements sous pression	
5 8	Faits marquants en matière d'inspection du travail	
5 9	Faits marquants concernant la radioprotection des personnels	
5 10	Faits marquants concernant l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets	
6	LES APPRÉCIATIONS	365
	Réacteurs en exploitation	
6 1	Évaluer les services centraux et les performances globales des centrales nucléaires	
6 1 1	Évaluer la sûreté nucléaire	
6 1 2	Évaluer les dispositions concernant les hommes et les organisations	
6 1 3	Évaluer et analyser la radioprotection	
6 1 4	Évaluer la santé et la sécurité, les relations professionnelles et la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires	
6 1 5	Évaluer et analyser les dispositions prises en matière de protection de l'environnement	
6 1 6	Analyser les statistiques sur les événements significatifs	
6 2	Évaluer chaque site	
	Nouveaux réacteurs	
6 3	Évaluer la construction du réacteur EPR Flamanville 3	
7	PERSPECTIVES	379

Le contrôle des centrales électronucléaires est une mission historique de l'ASN. 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), qui fait appel pour leur maintenance à environ 500 entreprises mobilisant près de 20 000 salariés. 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.

Forte de son expérience, l'ASN impose un haut niveau d'exigence dans le contrôle des centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard des nouvelles connaissances. Pour contrôler la sûreté des réacteurs en exploitation et des futurs projets de réacteurs, l'ASN mobilise quotidiennement près de 200 agents au sein de la Direction des centrales nucléaires, de la Direction des équipements sous pression nucléaires ou de ses divisions territoriales et s'appuie sur quelque 200 experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le collège de l'ASN entend régulièrement le président-directeur général d'EDF sur les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection. Pour une plus grande efficacité, l'ASN développe une vision intégrée du contrôle qui couvre non seulement la conception des nouvelles installations, les modifications, la prise en compte du retour d'expérience des événements ou les problématiques de maintenance complexes, mais aussi, grâce à l'expertise acquise par ses inspecteurs, les domaines des facteurs organisationnels et humains, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Enfin, l'ASN complète son jugement en examinant les liens entre sûreté et compétitivité. Cette vision intégrée permet à l'ASN d'affiner son appréciation et de prendre position chaque année sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans les centrales électronucléaires.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES

Implantation des réacteurs électronucléaires en France



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 1 300 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 1 450 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 construction des centrales nucléaires.

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 (CP0).

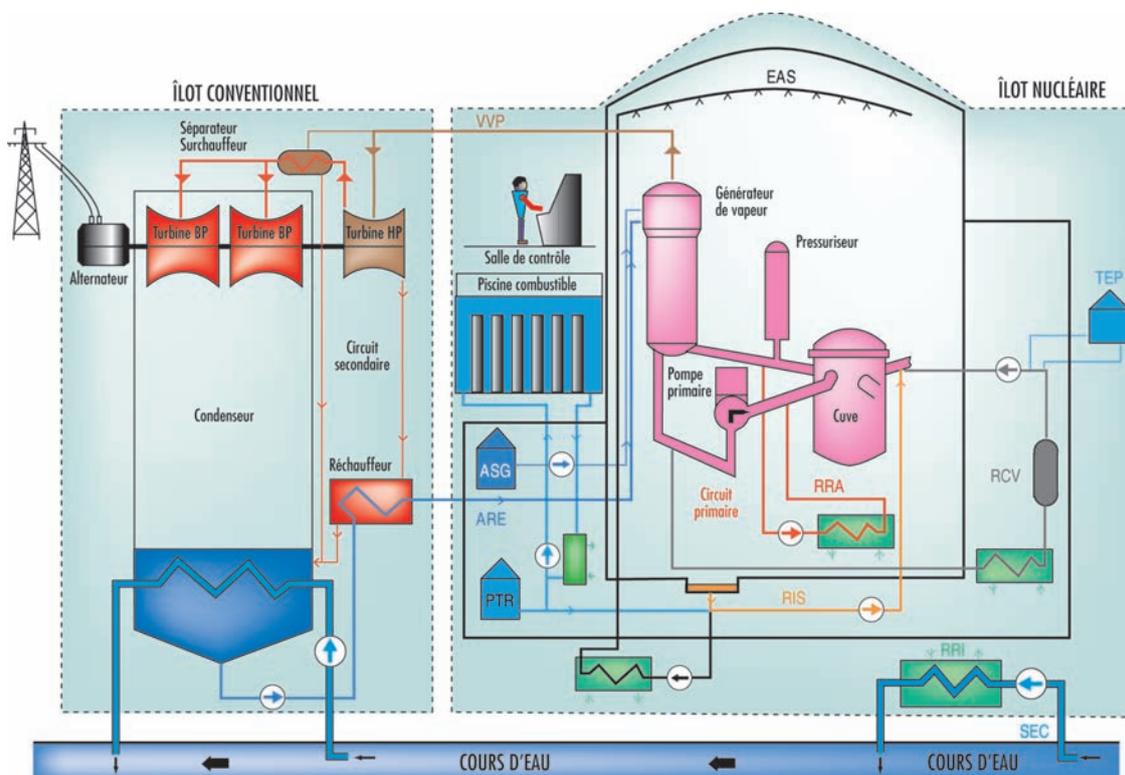
Des modifications importantes par rapport au palier CPY ont été apportées dans la conception des circuits et des systèmes de protection du cœur des réacteurs de 1 300 MWe et dans celle des bâtiments qui abritent l'installation. L'augmentation de puissance se traduit par un circuit primaire à quatre générateurs 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 P'4 présentent quelques différences avec ceux du palier P4, notamment en ce qui concerne le bâtiment du combustible et la conception de certains 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 salle de commande.

Par ailleurs, un réacteur à eau sous pression de type EPR d'une puissance de 1 600 MWe est en construction sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs d'une puissance de 1 300 MWe.

Schéma de principe d'un réacteur à eau sous pression



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.

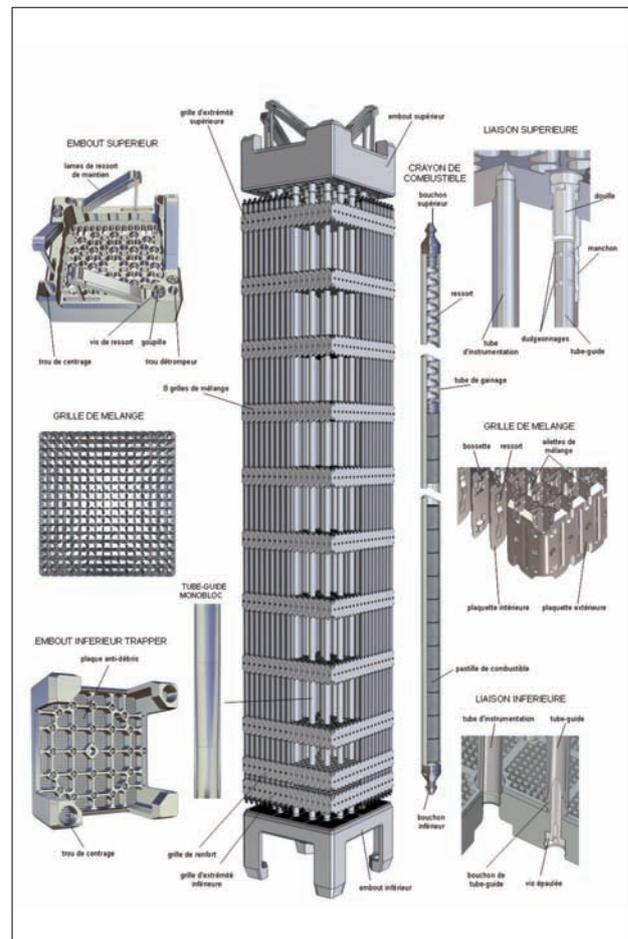
Chaque réacteur comprend un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la chaudière nucléaire constituée du circuit primaire et des circuits et 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 (VVP), ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage du combustible (BK). Ce bâtiment, collé au bâtiment réacteur, sert pour l'entreposage des assemblages combustibles avant et pendant les arrêts de tranche et pour le refroidissement du combustible déchargé (un tiers ou un quart du combustible est remplacé tous les 12 à 18 mois selon les modèles de réacteurs). Le combustible est maintenu immergé dans une piscine dont l'eau sert d'écran radiologique. L'eau de la piscine contient environ 2500 ppm d'acide borique, pour continuer à neutraliser les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles, mais qui sont trop peu nombreux pour entretenir une fission nucléaire. De plus, chaque élément combustible est disposé dans une alvéole métallique dont la conception et la distance qui la sépare des autres empêche l'obtention d'une masse critique. Le refroidissement de la piscine est assuré par le circuit de traitement et de réfrigération des eaux de piscines (PTR).

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 fondée sur le concept de défense en profondeur, est assurée par une série de barrières



Assemblage combustible pour un réacteur à eau sous pression

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, à l'image de l'ensemble 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 | 5) pour la troisième barrière.

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

Le cœur du réacteur est constitué de « crayons » composés de pastilles d'oxyde d'uranium ou d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (combustible dit MOX) contenues dans des tubes métalliques appelés « gaines » 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. 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 teneur en bore (absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire qui est ajustée pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en matériau fissile.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustibles 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'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX).

Le combustible MOX est produit par l'usine MÉLOX d'AREVA. 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 les réacteurs de 900 MWe dont les décrets d'autorisation de création (DAC) prévoient l'utilisation de combustible MOX, soit vingt-deux réacteurs.

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

- la nature du combustible 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 ;
- 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 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

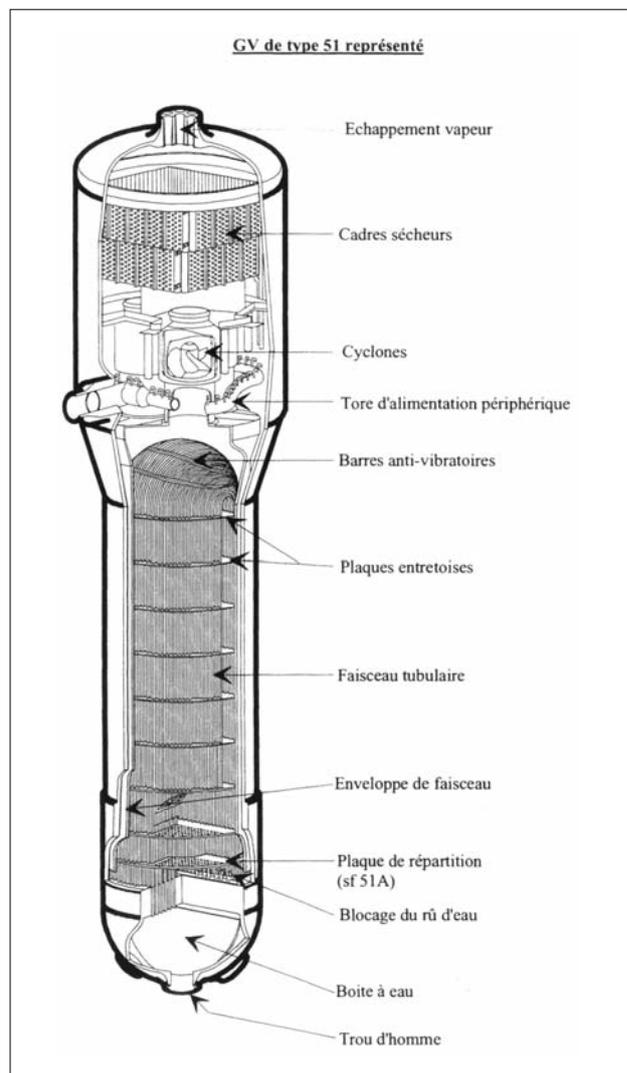
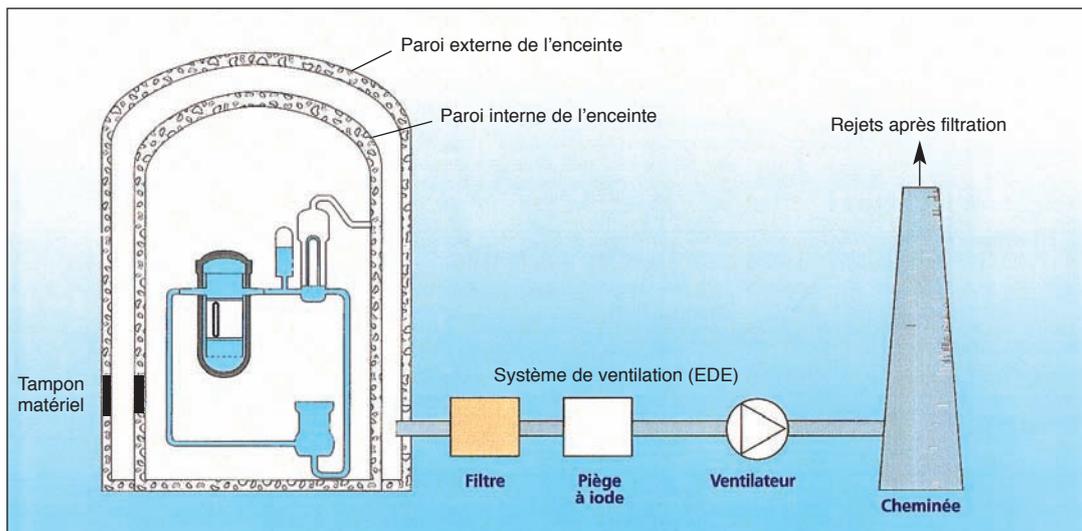


Schéma d'un générateur de vapeur

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 contenu 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 l'autre partie. La vapeur, produite dans les GV, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sécheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite réchauffée et renvoyée vers les GV par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires à travers des réchauffeurs.



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

1 | 1 | 4 Les circuits de refroidissement

Les circuits de refroidissement ont pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine du circuit secondaire. Ils comportent pour cela un condenseur, échangeur thermique composé de milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide pompée dans le milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les générateurs de vapeur (voir point 1 | 1 | 3).

Selon l'origine de l'eau froide circulant dans le condenseur, les condenseurs sont historiquement en laiton (rivière) ou en titane ou acier inoxydable (mer). Désormais lors des rénovations, les condenseurs en laiton sont remplacés par des condenseurs en acier inoxydable ou en titane et entraînent de ce fait moins de rejets de métaux par usure (le laiton étant à l'origine de rejets de cuivre et de zinc). Toutefois, à l'inverse des condenseurs en laiton, ces condenseurs rénovés ne présentent pas d'effet toxique envers les microorganismes, et sont donc le lieu de développements des amibes, micro-organismes qui peuvent être pathogènes. Le développement des amibes peut être enrayé par la mise en œuvre de traitements biocides, ou d'autres moyens de désinfection, par exemple les rayons ultraviolets.

L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Les tours aéroréfrigérantes des centrales nucléaires offrent des conditions favorables au développement des légionelles, des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, 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...).

1 | 1 | 5 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



Vue de la coque béton d'un bâtiment réacteur de la centrale nucléaire de Flamanville

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 1 300 MWe et de 1 450 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 | 6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en 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 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).

1 | 1 | 7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

Parmi les autres systèmes ou circuits nécessaires au fonctionnement du réacteur et importants pour la 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 ;
- 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. Ce rôle est assuré par la Division ingénierie nucléaire (DIN) et ses centres d'ingénierie (voir présentation détaillée sur www.edf.com).

L'exploitant, représenté par la Division production nucléaire (DPN), 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.

Les interlocuteurs de l'ASN

Dans le cadre de son action de contrôle, l'ASN a des relations principalement avec, d'une part la DPN pour ce qui concerne le parc en exploitation, d'autre part la DIN pour ce qui concerne les nouveaux réacteurs et les rejets. Plus précisément, les services centraux de la DPN sont les interlocuteurs de l'ASN pour le traitement des affaires génériques touchant les réacteurs du parc. Pour les questions spécifiques à la sûreté de chacun des réacteurs, l'ASN s'adresse directement à la direction de la



Examen de conformité documentaire par les inspecteurs de l'ASN, lors de l'inspection de revue de la centrale de Chooz – Juillet 2010

centrale nucléaire considérée. Concernant les dossiers relatifs à la conception des équipements et aux études qui s'y rapportent, l'interlocuteur de l'ASN est en premier lieu la DIN. La DIN est également l'interlocuteur privilégié de l'ASN pour les sujets relatifs aux réexamens de sûreté, à travers notamment ses services d'ingénierie spécialisés. Les dossiers traitant des combustibles et leur gestion font, en complément, l'objet d'échanges avec une troisième division chargée de ces questions : la Division combustibles nucléaires (DCN).

1|2|2 L'examen par l'ASN des 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 décrivent les conditions d'exploitation en traduisant les hypothèses initiales et les conclusions des études de sûreté issues du rapport 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 comprend les 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, 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 qui permettent d'assurer la surveillance du cœur pendant le redémarrage et 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, 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 Le contrôle par l'ASN des 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 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



Surveillance du chantier de remplacement des générateurs de vapeurs à l'occasion de la 3^e visite décennale de la centrale nucléaire de Fessenheim – Septembre 2011

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 du programme d'arrêt de réacteur au référentiel applicable ; 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 ou non 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

En dehors des enjeux mis en évidence par l'accident survenu sur la centrale de Fukushima Daiichi, les sujets suivants restent des thèmes majeurs pour la sûreté nucléaire.

2 | 1 Les facteurs organisationnels et humains

2 | 1 | 1 Les travailleurs

En fonction du nombre de réacteurs (2 à 6), l'effectif des hommes et femmes qui œuvrent chaque jour au fonctionnement d'une centrale nucléaire varie de 800 à 2 000 personnes. L'effectif se compose des personnels d'EDF et de prestataires permanents, qui se répartissent entre différentes fonctions :

- la conduite : 50 % ;
- la maintenance : 20 % ;
- les administratifs et supports : 30 %.



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

À ces personnels s'ajoute un nombre important de prestataires et de sous-traitants qui participent à la maintenance et aux opérations spécifiques prévues lors des arrêts de réacteurs. Selon le

type d'arrêt considéré, le nombre d'intervenants supplémentaires peut représenter de 300 à 2 700 personnes.

Ces travailleurs sont exposés, d'une part aux risques communs à toutes les industries (par ex., chute de hauteur, plain pied), d'autre part aux risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants.

L'exposition aux rayonnements ionisants dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement des produits d'activation, et dans de moindres proportions, des produits de fission présents dans le combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α , β et γ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90 % des doses proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ , dont l'origine sont les phénomènes d'érosion et de corrosion.

Les doses reçues par les travailleurs sont, pour 80 %, liées aux opérations de maintenance effectuées lors des arrêts de réacteurs. En 2011, ces doses étaient réparties sur un effectif d'environ 45 000 intervenants, comprenant les agents EDF, les prestataires et les sous-traitants, selon une distribution illustrée ci-après dans les graphiques 2, 3 et 4 (voir point 6 | 1 | 3).

Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires est abordé au point 4 | 2.

2 | 1 | 2 La sûreté nucléaire du point de vue des facteurs organisationnels et humains

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des centrales (conception, mise en service, fonctionnement, maintenance, surveillance, démantèlement). L'ASN s'intéresse donc aux conditions qui favorisent ou défavorisent la contribution positive des opérateurs et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. L'ensemble des éléments de la situation de travail et de l'organisation, ayant une influence sur l'activité des personnes travaillant dans une centrale nucléaire, intéressent l'ASN en tant que facteurs organisationnels et humains (FOH) influençant la sûreté.



Manipulation au centre de formation et d'exercices pour les opérateurs sur centrales nucléaires (CETIC) à Chalon-sur-Saône

Les éléments considérés relèvent de l'individu et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit, des dispositifs techniques, et plus largement de l'environnement de travail (par ex., l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail, les collectifs de travail), avec lesquels l'individu interagit. La variabilité des caractéristiques des travailleurs (par ex., la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (par ex., une panne imprévue, des tensions sociales) explique qu'ils aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour la réalisation de leur travail de manière performante. Cette performance doit être atteinte à un coût acceptable pour les opérateurs (par ex., en termes de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (par ex., le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). En effet, la performance ne reflète pas le coût humain et une situation d'exploitation obtenue au prix d'un coût très élevé pour les opérateurs est un gisement de risques : une petite variation du contexte de travail, du collectif ou de l'organisation du travail, peut suffire à diminuer la performance.

Les domaines d'intégration des FOH

L'ASN attend une intégration des FOH adaptée aux enjeux de sûreté identifiés par l'exploitant, dans les domaines d'activités suivants :

- les activités d'ingénierie, lors de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante ;
- les activités effectuées pour l'exploitation des centrales

- existantes, pendant toute la durée de leur exploitation ;
- les activités de constitution du retour d'expérience de la conception, de la construction et de l'exploitation des réacteurs, en particulier l'analyse des causes FOH des événements significatifs pour la sûreté, la radioprotection ou la protection de l'environnement et les enseignements à en tirer.

Les exigences 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 doit mettre en place pour assurer la maîtrise des activités concernées par la qualité.

L'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un système de management de la sûreté qui permette le maintien et l'amélioration continue de la sûreté, à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté. L'ASN considère que le management de la sûreté doit s'intégrer dans le système de management général de l'entreprise, afin de garantir la priorité donnée à la sûreté ainsi qu'aux autres intérêts protégés par la loi TSN, tels que la radioprotection et la protection de l'environnement.

En outre, la maîtrise de la sûreté repose sur la capacité de l'exploitant à s'assurer que des compétences appropriées et des ressources suffisantes sont disponibles. 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 à mettre en œuvre dans l'exercice du métier, à travers la formation et l'expérience professionnelle.

Le contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN en matière de FOH s'appuie principalement sur les inspections qui portent sur les actions entreprises par l'exploitant pour améliorer l'intégration des FOH dans toutes les phases du cycle de vie d'une centrale nucléaire. Les inspections effectuées par l'ASN s'intéressent à l'activité de travail des opérateurs, mais aussi aux conditions d'exercice et aux moyens mis à leur disposition pour l'effectuer. Plus précisément, la qualité et la mise en œuvre du système de gestion des emplois, des compétences, de la formation et des habilitations d'EDF sont contrôlées. Il en est de même pour les moyens, compétences et la méthodologie engagés pour la mise en œuvre de la démarche FOH. Enfin, l'ASN contrôle le système de management de la sûreté d'EDF, qui doit apporter un cadre et un support aux décisions et actions qui concernent, directement ou par effet induit, des enjeux de sûreté.

En plus des inspections, le contrôle de l'ASN s'appuie sur les évaluations faites à sa demande par l'IRSN et le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR). Par exemple, l'avis du GPR sera sollicité sur la thématique du management de la sûreté et de la radioprotection lors des arrêts de réacteur.



Échange entre les inspecteurs de l'ASN et le personnel de la centrale nucléaire de Fessenheim lors de la 3^e visite décennale – Septembre 2011

2|1|3 La gestion des activités sous-traitées

Les opérations de maintenance des réacteurs français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures, dont l'effectif global représente environ 20 000 personnes. Le recours à la sous-traitance est motivé par le besoin de compétences extérieures ou le souci d'abaisser les coûts.

Un système de qualification préalable des prestataires a été mis en place par EDF. Il repose sur une évaluation du savoir-faire technique et de l'organisation qualité des entreprises sous-traitantes et il est formalisé dans la « charte de progrès et de développement durable », signée entre EDF et ses principaux prestataires. En complément, dans le cadre de l'arrêté du 10 août 1984, l'exploitant 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. Enfin, l'exploitant doit veiller à la disponibilité d'un nombre suffisant de prestataires disposant de la compétence requise pour assurer les opérations de maintenance nécessaires à la sûreté.

Les attentes de l'ASN

L'ASN considère que le recours à la sous-traitance relève d'un choix industriel de l'exploitant mais que ce choix ne doit pas remettre en cause les compétences techniques que l'exploitant nucléaire doit conserver. L'ASN estime qu'une sous-traitance mal maîtrisée est susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants. De telles conséquences pourraient résulter de l'emploi de personnels insuffisamment compétents, d'une surveillance insuffisante des prestataires par l'exploitant, de conditions de travail dégradées, etc.

L'ASN a œuvré pour que, dans l'arrêté du 7 février 2012, les conditions de recours à la sous-traitance pour les activités liées à la sûreté soient renforcées.

Le contrôle de l'ASN

L'ASN réalise des inspections sur les conditions dans lesquelles se déroule la sous-traitance. L'ASN contrôle, en particulier, la mise en œuvre et le respect par EDF d'une démarche permettant d'assurer la qualité des activités sous-traitées : le choix des entreprises, la surveillance, la prise en compte du retour d'expérience et l'adaptation des ressources au volume de travail à réaliser. L'ASN veille aussi à la protection des travailleurs, notamment au respect des règles en matière de santé et sécurité, au respect de la durée des temps de travail et des repos, et vérifie la licéité des contrats de prestations de service en appréciant, en particulier, l'autonomie pour la réalisation des prestations par rapport aux donneurs d'ordre (absence de subordination et de fournitures d'outillages ou matériels). Les inspections sur cette thématique sont effectuées dans les centrales nucléaires en fonctionnement et également au sein des différents services d'ingénierie chargés des études de conception du réacteur de Flamanville 3 (voir point 2|4|2).

En plus des inspections, le contrôle de l'ASN s'appuie sur les évaluations faites à sa demande par l'IRSN et le GPR. Par exemple, l'avis du GPR a sollicité sur la thématique de la maîtrise de la sous-traitance.

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 doit cultiver 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 réalisées en continu par l'exploitant jouent un rôle important pour le 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.



Prestataires sur le chantier de remplacement du transformateur N4 à la centrale nucléaire de Civaux – Juillet 2009

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 ou conduit à la mise à l'arrêt du réacteur. 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 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 et de l'environnement. Ainsi, l'ASN impose à EDF de lui déclarer les événements significatifs qui surviennent dans les centrales nucléaires. Des critères de déclaration 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 ». 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 (le bilan pour l'année 2011 figure au point 6 | 1 | 5). 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

Examen du retour d'expérience d'exploitation de la période 2006-2008

Les 13 et 20 janvier 2011, le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) s'est réuni pour examiner les faits marquants de la période 2006-2008 concernant les événements significatifs pour la radioprotection, l'environnement, la sûreté des réacteurs et plus particulièrement les anomalies rencontrées sur les générateurs de vapeur (GV), la gestion des dispositifs et moyens particuliers (DMP) et des modifications temporaires des installations (MTI), la requalification des installations après interventions et les condamnations administratives.

A l'issue de cet examen, l'ASN estime :

- qu'en matière de sûreté des réacteurs en exploitation, les analyses effectuées ainsi que les actions engagées par EDF à la lumière du retour d'expérience sont satisfaisantes. Toutefois la sûreté des réacteurs en exploitation pourrait être sensiblement améliorée si EDF renforçait l'attention qu'elle porte à la préparation des interventions et à la fiabilisation du planning de l'intervention.
- qu'en matière de radioprotection, l'examen du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs du parc nucléaire pour la période 2006-2008 confirme la poursuite des progrès réalisés par EDF, notamment dans le domaine des tirs gammagraphiques.

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.

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 sont conformes au référentiel de sûreté applicable. Il a en outre pour objectif d'améliorer le niveau de sûreté des installations. Dans ce but, les exigences applicables aux installations actuelles sont comparées à celles auxquelles doivent répondre les installations les plus récentes et les améliorations qui peuvent être raisonnablement mises en place sont proposées par l'exploitant. 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) **L'examen de conformité** : il consiste à comparer l'état de l'installation au référentiel de sûreté et à la réglementation applicables, comprenant notamment son décret d'autorisation de création et les prescriptions de l'ASN. Cette étape permet de 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 se prononce, après consultation éventuelle du GPR, sur la liste des thèmes choisis pour faire l'objet d'études de réévaluation de sûreté, lors de la phase dite d'orientation du réexamen de sûreté. A l'issue de ces études, un lot de modifications permettant des améliorations de sûreté est défini. Elles seront déployées pendant la visite décennale du réacteur.

3) Le déploiement des améliorations issues du réexamen de sûreté

Les visites décennales sont des moments privilégiés pour mettre en œuvre les modifications issues du réexamen de sûreté, en particulier les modifications découlant des études de réévaluation de la 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.

4) **La remise par l'exploitant d'un rapport de conclusions de réexamen** : à l'issue de la visite décennale, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusions de réexamen. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation, ainsi que sur les modifications réalisées visant à remédier aux anomalies constatées ou à améliorer la sûreté de l'installation. Le rapport de réexamen est composé des éléments prévus à l'article 24 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié.

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

Dans le cadre de la préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF de présenter, pour chacun des réacteurs concernés, 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. EDF a élaboré un programme de travail relatif à la gestion du vieillissement des réacteurs de 900 MWe.

**Événement significatif pour la sûreté générique déclaré le 16 février 2011
concernant les groupes électrogènes de secours à moteur diesel du palier 900 MWe**

Le 22 octobre 2010, un essai périodique effectué à la centrale du Blayais a fait apparaître la défaillance d'un groupe électrogène de secours. L'analyse engagée par EDF et son fournisseur, et communiquée à l'ASN, a mis en évidence une dégradation plus rapide que prévue des coussinets de bielles, composants mécaniques destinés à limiter les frictions entre les pièces mobiles des moteurs diesel.

Sur les centrales nucléaires françaises, 27 groupes électrogènes sont équipés de coussinets du même type, susceptibles de présenter le même défaut.

Les groupes électrogènes de secours à moteur diesel permettent d'alimenter les systèmes de sûreté du réacteur en cas de perte de l'alimentation électrique par le réseau national. Chaque réacteur nucléaire est équipé de deux groupes électrogènes de secours. En outre, un groupe électrogène supplémentaire est disponible pour l'ensemble des réacteurs d'un même site. Chacun de ces groupes suffit à alimenter les systèmes nécessaires pour assurer la sûreté du réacteur à l'arrêt.

Le plan d'actions correctives présenté par EDF comporte l'installation de coussinets neufs, la mise en œuvre d'une nouvelle procédure d'exploitation des groupes électrogènes concernés et la mise en place d'une surveillance et d'une maintenance renforcées.

En se fondant sur l'analyse effectuée par son appui technique, l'ASN a notamment demandé à EDF de :

- procéder à des essais et des contrôles complémentaires ;
- maintenir une surveillance renforcée des groupes électrogènes de secours ;
- justifier certains choix retenus pour le traitement immédiat de cette défaillance ;
- vérifier l'état de coussinets de bielles prélevés sur des groupes électrogènes de secours.

L'ASN a également demandé à EDF de poursuivre la recherche des causes profondes de cette anomalie, en prenant en compte le retour d'expérience issu de l'expertise réalisée sur les groupes électrogènes de secours des sites de Bugey, de Tricastin et de Saint-Alban. Enfin, l'ASN a demandé des compléments de justification concernant le renforcement de la fiabilité des alimentations électriques engagé par EDF.

A plus long terme, EDF doit apporter une solution pérenne à cette anomalie, et engager dans ce cadre la conception de coussinets de bielles ne présentant plus de tels défauts et dont la qualification devra être établie.

Sur tous les sites d'EDF, autres que celui du Tricastin, où sont présents des coussinets de ce type (Blayais, Bugey, Chinon, Cruas, Dampierre, Gravelines et Saint-Laurent), chaque réacteur dispose d'au moins un groupe électrogène, en propre ou sur le site, équipé de coussinets d'une autre marque, ne présentant pas ce défaut. L'anomalie a donc été classée par l'ASN sur ces sites au niveau 1 de l'échelle INES.

En revanche, l'anomalie a été classée par l'ASN comme incident de niveau 2 de l'échelle INES sur les réacteurs 3 et 4 du site du Tricastin, car les deux groupes électrogènes, ainsi que le groupe électrogène supplémentaire commun à l'ensemble des réacteurs du site, sont équipés de coussinets sensibles.

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 dans cette période. L'ASN considère 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.

Toutefois, cette appréciation générique ne tient pas compte d'éventuelles spécificités de réacteurs. Aussi, l'ASN se prononce 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 (voir point 5 | 6 pour les prises de position de l'ASN en 2011).

Le réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe

L'ASN s'est prononcée favorablement en 2006 concernant la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 1 300 MWe jusqu'à leur troisième visite décennale, sous réserve de la réalisation effective des modifications décidées dans le cadre de ce réexamen. Les améliorations découlant de ce réexamen de sûreté seront intégrées d'ici 2014 à l'occasion des deuxièmes visites décennales (voir point 5 | 6).

Le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe

L'ASN a défini en 2010 les orientations du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe. Le réacteur 2 de Paluel sera le premier à effectuer sa troisième visite décennale, en 2015. L'ASN veille à ce que ce

réexamen de sûreté, qui est le premier dont la préparation est postérieure à la loi TSN, répond scrupuleusement aux exigences de la loi.

Le réexamen de sûreté des réacteurs de 1 450 MWe associé à leur première visite décennale

L'ASN s'est prononcée en 2008 sur les orientations du premier réexamen de sûreté pour les réacteurs de 1 450 MWe, qui concernent en particulier les études probabilistes de sûreté de niveau 1 et les études relatives aux agressions. Les premières visites décennales de ces réacteurs ont commencé en 2009, et se poursuivent actuellement (voir point 5 | 6).

Les enjeux de la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans

Dans les années à venir, les réacteurs actuels cohabiteront avec des réacteurs de type EPR ou équivalent, dont la conception vise un niveau de sûreté significativement plus élevé. La question de l'acceptation de la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, alors qu'il existe une technologie disponible plus sûre, se pose alors.

Deux objectifs s'imposent : tout d'abord, démontrer la conformité en tout point des réacteurs avec la réglementation applicable. Cette problématique inclut les enjeux de maîtrise du vieillissement et de gestion de l'obsolescence des équipements. D'autre part, réévaluer le niveau de sûreté au regard de celui exigé actuellement pour les réacteurs de type EPR ou équivalent, en proposant de mettre en œuvre sur les réacteurs des améliorations significatives et pertinentes. D'ores et déjà, les efforts de R&D en France comme à l'étranger dégagent des pistes de réponses, et des améliorations qui limiteraient significativement les rejets en cas d'accident grave sont à l'étude.

L'ASN considère que la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de quarante ans n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux d'améliorations au plan de la sûreté, en cohérence avec les objectifs de sûreté retenus pour les nouveaux réacteurs et les meilleures pratiques sur le plan international.

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 sont 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 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 2011, 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.

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 sont présentées aux points 3 | 1 | 1, 3 | 1 | 2 et 3 | 2 | 4.

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. L'ASN s'assure 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 d'exploitation 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 2011, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence des réacteurs, se répartit comme suit :

- 29 ans pour les trente-quatre réacteurs de 900 MWe ;
- 23 ans pour les vingt réacteurs de 1 300 MWe ;
- 13 ans pour les quatre réacteurs de 1 450 MWe.

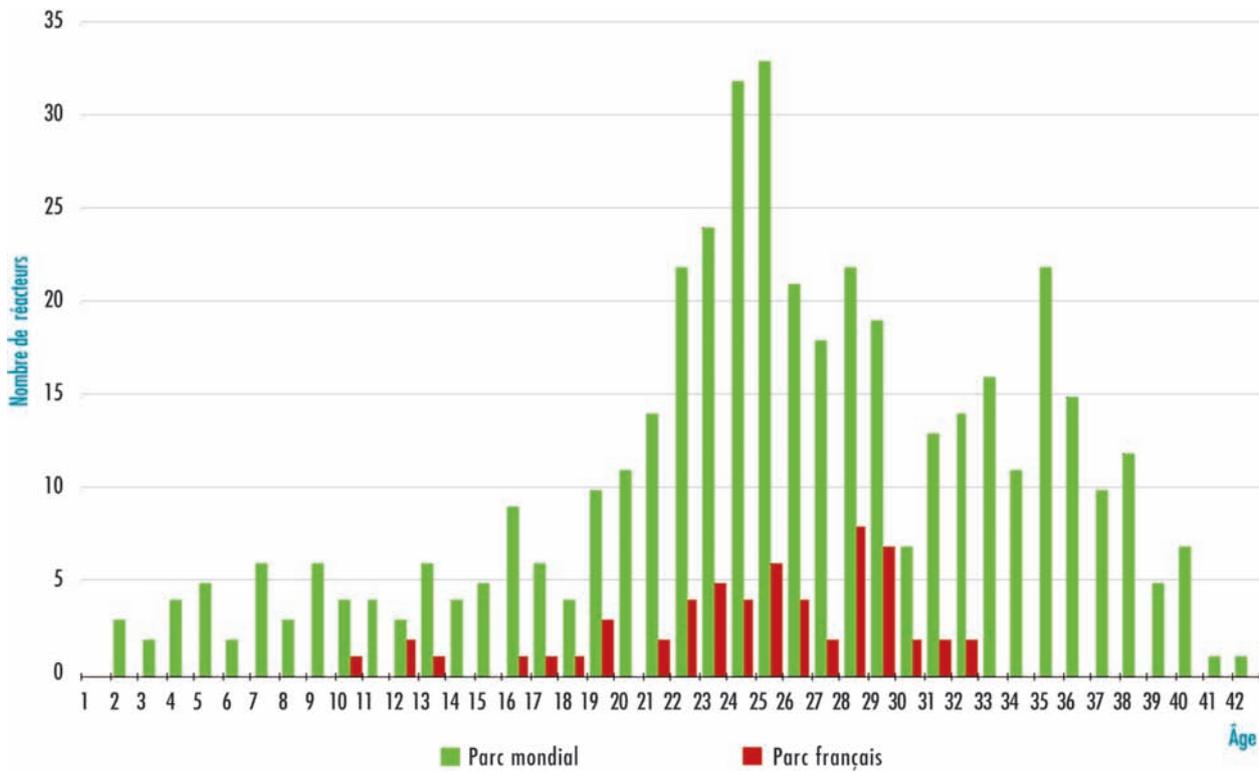
2 | 3 | 2 Les principaux facteurs de vieillissement

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 de certains 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 accidentel 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).

Graphique 1 : distribution par âge des réacteurs en exploitation dans le monde en 2009 (Source AIEA, mars 2009 et CEA, Elecnucl édition 2008)



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 de leur remplacement éventuel.

L'obsolescence des matériels ou de leurs composants

Certains équipements, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'une « qualification » ; il s'agit d'un processus visant à s'assurer que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions dans toutes les situations pendant lesquelles ils sont requis, notamment en conditions accidentelles. 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 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.

- 1) 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.
- 2) 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.

3) 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 L'examen de la poursuite d'exploitation

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. En contrepartie, l'article 29 de la loi TSN dispose que l'exploitant procède à un réexamen de sûreté de son installation tous les dix ans (voir point 2|2|3). Le réexamen de sûreté est l'occasion de réaliser un examen approfondi des effets du vieillissement sur les matériels.

Ainsi, pour les réacteurs passant leurs troisièmes visites décennales, une analyse du vieillissement doit être réalisée pour l'ensemble des mécanismes de dégradations pouvant affecter des composants importants pour la sûreté. La démonstration de la maîtrise du vieillissement doit être apportée en s'appuyant sur le retour d'expérience d'exploitation, les dispositions de maintenance et la possibilité de réparer ou de remplacer les composants. Cette analyse débouche sur l'élaboration, à l'occasion de la troisième visite décennale de chaque réacteur, d'un dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation.

En outre, dans la perspective d'une poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, la maîtrise du vieillissement et la

gestion de l'obsolescence des équipements constituent des enjeux majeurs. Des propositions ambitieuses sont par conséquent attendues d'EDF. Ces propositions seront soumises au GPR début 2012 à l'occasion d'une réunion concernant le programme d'études à lancer par EDF dans la perspective d'une poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà des 40 ans (voir point 2|2|3).

2|4 Les réacteurs EPR

Le réacteur EPR 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.

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 1 650 MWe sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs d'une puissance de 1 300 MWe. Il s'agit du projet dénommé Flamanville 3 par la suite.

En décembre 2010, EDF a déposé auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire une autre demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR pour le site de Penly, également déjà équipé de deux réacteurs de 1 300 MWe. Le travail engagé par l'ASN dans le cadre de cette demande d'autorisation de création est précisé au point 5|3. Il s'agit du projet dénommé Penly 3 par la suite.



Vue générale du chantier EPR Flamanville 3 – Août 2011

Instruction des méthodes d'études d'accident : cas de la méthode MTC 3D

En vue de l'instruction de la demande de mise en service du réacteur de Flamanville 3, l'ASN examine les méthodes utilisées pour réaliser les études de plusieurs transitoires accidentels susceptibles de survenir sur le réacteur. Plusieurs de ces méthodes sont largement différentes de celles utilisées jusqu'alors pour les réacteurs en exploitation.

Ainsi, une nouvelle méthode, dénommée MTC 3D, a été développée par EDF pour l'étude des transitoires de rupture de tuyauterie vapeur (RTV). Cette nouvelle méthode reconduit les principales étapes de la méthode actuelle du parc en exploitation, mais en utilisant des modèles tridimensionnels du cœur.

En avril 2010, après une instruction poussée de l'IRSN, l'ASN a estimé que :

- la méthode MTC 3D pouvait être utilisée pour l'étude du transitoire de RTV avec fonctionnement des pompes primaires, sous réserve de la prise en compte de demandes portant notamment sur la validation des logiciels de calcul appelés par la méthode et l'inter-comparaison de résultats des différents logiciels ;
- l'application de cette méthode aux transitoires de RTV avec arrêt des pompes primaires ne pouvait être acceptée en l'état, jugeant que les choix de modélisation retenus par EDF dans ces situations n'étaient pas suffisamment représentatifs des phénomènes physiques mis en jeu.

EDF a alors transmis des éléments complémentaires à son dossier, qui ont fait l'objet d'un examen par l'ASN et son appui technique.

Le 7 juillet 2011, considérant que les éléments complémentaires restaient insuffisants pour accepter l'application de la méthode aux transitoires de RTV avec arrêt des pompes primaires, l'ASN a demandé à EDF d'approfondir son dossier ou de rechercher d'autres voies pour réaliser l'étude des transitoires de RTV.

Concernant Flamanville 3, 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 réalisée avec ses appuis techniques.

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. Les premiers travaux de coulage du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil (gros œuvre) se poursuivent et, pour certains bâtiments tels que la station de pompage ou les locaux abritant les générateurs diesel de secours, sont désormais achevés. La mise en place des premiers composants (réservoirs, canalisations, câbles et armoires électriques...) se poursuit. Parallèlement aux activités du chantier sur le site de Flamanville,



Panneaux de coffrage de la piscine de désactivation du bâtiment combustible de l'EPR – Novembre 2010

la fabrication des systèmes, des composants et des équipements sous pression, notamment ceux constitutifs des circuits primaire (cuve, pressuriseur, pompes, robinetterie, tuyauteries...) et secondaires (générateurs de vapeur, robinetterie, tuyauteries...) est en cours dans les ateliers des fabricants. Au cours de l'été 2011, EDF a annoncé qu'il prévoyait désormais la mise en service de Flamanville 3 en 2016.

2|4|1 Les étapes jusqu'à la mise en service du réacteur de Flamanville 3

En application du décret 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, et 6 mois avant l'introduction du combustible dans le périmètre INB de Flamanville 3, 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 pour préparer l'instruction du dossier de demande de mise en service :

- des référentiels techniques nécessaires à la démonstration de sûreté et à la finalisation de la conception détaillée du réacteur ;
- de la conception détaillée de certains systèmes importants pour la sûreté présentée dans le rapport de sûreté ;
- de certains éléments constitutifs ou guidant la constitution du dossier de demande de mise en service.

En parallèle à cette instruction technique anticipée, l'ASN assure également le contrôle de la construction de l'installation.

L'examen anticipé des documents réglementaires

En 2011, l'ASN et l'IRSN ont poursuivi, (études d'accidents (voir encadré)...) et parfois conclu (référentiels relatifs aux risques d'incendie ou d'explosion interne par exemple), les instructions engagées depuis 2007.

L'ASN a rappelé à EDF que certains sujets, tels que les études d'accident ou l'architecture du contrôle-commande, conditionnaient la conception détaillée des systèmes et équipements implantés sur Flamanville 3. Ainsi, le groupe permanent pour les réacteurs nucléaires a été consulté sur l'architecture du contrôle-commande (voir encadré au point 5 | 2).

Enfin, les caractéristiques du réacteur Flamanville 3 ont été examinées dans le cadre plus général des évaluations complémentaires de sûreté engagées dans les suites de l'accident intervenu dans la centrale de Fukushima Daiichi au Japon (voir point 5 | 1).

2 | 4 | 2 Le contrôle de la construction en 2011

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

- d'inscrire le contrôle de la construction dans le nouveau cadre réglementaire fixé par 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 afin de pouvoir se prononcer sur la qualité de la réalisation de l'installation et son aptitude à répondre aux exigences définies ;
- de capitaliser l'expérience acquise par chacun des acteurs au cours de la construction de ce nouveau réacteur.

Pour cela, outre ses moyens habituels de contrôle (inspections...), l'ASN a fixé 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 de Flamanville 3 couvrent les étapes suivantes :
– la conception détaillée dont les études définissent les données nécessaires à la réalisation ;



Début des travaux de toiture finalisant les activités de génie civil de la station de pompage – Avril 2011

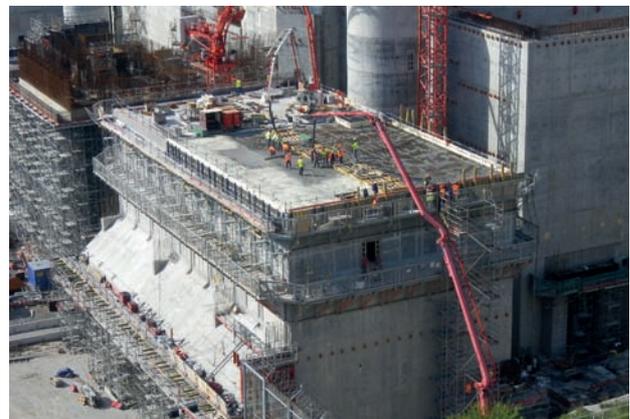
- les activités de réalisation qui englobent la préparation du site après la délivrance de l'autorisation de création, la fabrication, la construction, la qualification, le montage et les essais des structures, systèmes et composants, sur le chantier ou chez les fabricants.

Ce contrôle porte en outre sur la maîtrise des risques liés aux activités de construction sur les INB voisines (réacteurs de Flamanville 1 et 2) et sur l'environnement. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN a également en charge l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure 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 2011 sont décrites au point 5 | 2.

Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Les équipements sous pression nucléaires (ESPN) sont avant tout des équipements sous pression qui ont été spécialement conçus pour le fonctionnement des installations nucléaires. Ce sont par exemple la cuve d'un réacteur, un générateur de vapeur, ou encore des tuyauteries. Ces équipements jouent un rôle important dans la sûreté des installations nucléaires car ils présentent un triple risque en cas de défaillance : celui lié à l'énergie libérée du fait de la pression qu'ils contiennent, le risque de rejet radioactif et le risque que leur défaillance génère un accident nucléaire ou empêche de le maîtriser. La réglementation qui s'applique aux ESPN est par conséquent à la convergence de celle qui s'applique aux équipements sous pression du domaine conventionnel et de celle de la sûreté des installations nucléaires. Elle fait partie intégrante des règles de sûreté nucléaire. L'ASN considère que les fabricants d'ESPN doivent garantir un très haut niveau de qualité pour ces équipements. 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.

Dans ce cadre, l'ASN ou des organismes de contrôle agréés par l'ASN évaluent la conformité aux exigences de la réglementation de chacun des ESPN du réacteur EPR.



Vue du bâtiment diesel sud – Août 2011

Le contrôle de l'ASN et des organismes agréés s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. Quatre organismes sont actuellement agréés par l'ASN pour l'évaluation de conformité des ESPN, dont un est étranger : l'APAVE Groupe, l'ASAP, Bureau Veritas et AIB Vinçotte International.

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

De manière à partager l'expérience avec d'autres Autorités de sûreté nucléaire, l'ASN multiplie les échanges techniques autour du contrôle de l'exploitation, de la conception et de la construction des nouveaux réacteurs avec ses homologues étrangers.

Les 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 2011, l'ASN et l'IRSN ont ainsi participé à des réunions bilatérales sur ces sujets avec de nombreuses Autorités de sûreté nucléaire étrangères : Finlande, Inde, Royaume-Uni et Chine.

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 2011, cette coopération renforcée s'est concrétisée par la tenue de plusieurs réunions techniques en janvier et mai et de visites des chantiers d'Olkiluoto 3 et Flamanville 3, sur le thème du génie civil et des montages mécaniques.

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

Vers une coopération multinationale

Certaines structures internationales, telles que l'AEN ou l'association WENRA des responsables d'Autorités de sûreté de l'Europe de l'Ouest, offrent également l'occasion d'échanger sur les pratiques et les enseignements du contrôle de la construction d'un réacteur.

L'ASN est également membre du *Multinational Design Evaluation Programme* (MDEP) de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN, voir point 2 | 4 du chapitre 7) dédié à l'évaluation de la conception des nouveaux réacteurs. Dans ce cadre, l'ASN a ainsi participé en 2011 aux travaux suivants :

- des réunions thématiques et conférences téléphoniques du groupe de travail dédié à la conception détaillée de l'EPR. Avec l'appui de l'IRSN, l'ASN a plus particulièrement participé aux travaux relatifs aux accidents graves, au contrôle-commande,

- aux études probabilistes de sûreté, à la modélisation des accidents et des transitoires, aux spécifications techniques et aux agressions internes. Le groupe plénier s'est également réuni une fois, en mai. Une partie de cette réunion était ouverte aux concepteurs et futurs exploitants (AREVA, EDF et autres industriels) afin de discuter des dispositions mises en œuvre entre ces acteurs pour partager leur expérience, des principales différences dans les conceptions proposées, ainsi que des actions lancées dans le cadre de la prise en compte de l'accident de Fukushima. La prochaine réunion de ce groupe plénier est prévue en Finlande en janvier 2012 ;

- deux réunions du groupe dédié aux codes techniques et standards. L'une des réunions de ce groupe de travail a été ouverte aux différentes organisations en charge du développement des codes et standards et impliquées dans les travaux de comparaison lancés par ce groupe de travail ;

- deux réunions du groupe dédié aux pratiques d'inspection des fournisseurs.

Par ailleurs, au-delà de l'EPR, une base de données enregistrant les anomalies et écarts observés au cours des dernières constructions ou des constructions en cours a également été créée dans le cadre de l'AEN. L'ASN contribue, sur la base des écarts relevés sur Flamanville 3, à étayer cette base de données. 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 : se préparer à prendre position sur la sûreté de la génération IV

Le CEA mène depuis 2000, en partenariat avec EDF et AREVA, des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération¹ (« GEN IV ») notamment dans le cadre de coopérations internationales au sein du GIF « Generation IV International Forum ». Ce forum est né en 2000 d'une initiative du *Department of Energy* des États-Unis et regroupe treize membres parmi lesquels sont représentés les organismes de recherche et les industriels des pays les plus nucléarisés du monde. Ce forum a pour objectif de mutualiser les efforts de R&D et de maintenir ouvert le choix des possibilités de développement industriel parmi les six filières sélectionnées suivantes :

- RNR-Na ou SFR : réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium ;
- RNR-G ou GFR : réacteurs à neutrons rapides refroidis au gaz ;
- HTR/VHTR : réacteurs à neutrons thermiques, à haute (850 °C) ou très haute (1 000 °C) température, refroidis au gaz ;
- LFR : réacteurs à neutrons rapides refroidis au plomb ;
- MSR : réacteurs à neutrons thermiques à sels fondus ;
- SCWR : réacteurs à neutrons thermiques à eau supercritique.

Pour leurs promoteurs, le principal enjeu des réacteurs de quatrième génération est d'assurer un développement durable de l'énergie nucléaire en utilisant mieux les ressources, en minimisant les déchets (capacité d'incinérer du plutonium et d'en produire à partir de l'uranium 238, capacité à transmuter les

1. La « 4^e génération » de réacteurs est identifiée par opposition aux réacteurs immédiatement disponibles pour un renouvellement du parc, dits de 3^e génération (cette appellation faisant elle-même référence au fait que le parc installé constitue la 2^{ème} génération, par exemple en France les réacteurs à eau sous pression, ou REP, qui ont succédé aux réacteurs uranium naturel – graphite – gaz, ou UNGG, qui constituaient la 1^{ère} génération).

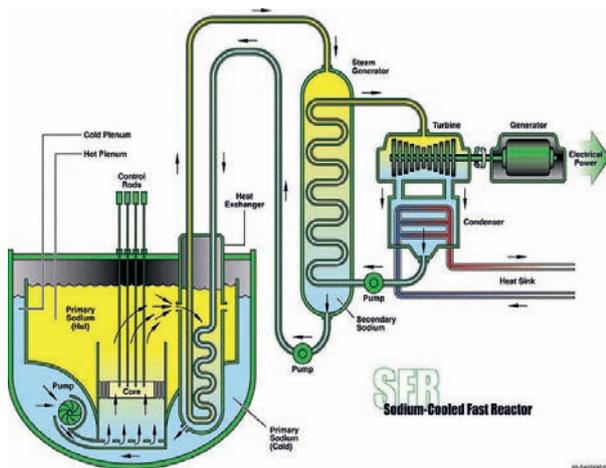


Schéma de principe d'un réacteur rapide à caloporteur sodium

actinides mineurs tels que l'américium et le curium) et en offrant une meilleure résistance face aux risques en matière de sécurité, de prolifération ou de terrorisme. Ces objectifs ont fait l'objet d'un large consensus au sein des membres du GIF. Le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé en France au plus tôt au milieu du siècle. Il nécessite en préalable la réalisation d'un prototype dont l'échéance de mise en exploitation est fixée à 2020 par la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

Dans cette perspective à la fois de moyen et de long terme, l'ASN souhaite suivre, à un stade très en amont de la procédure réglementaire, le développement de la quatrième génération de réacteurs par les industriels français et les perspectives de sûreté associées, à l'instar de ce qui a été réalisé pour le développement d'EPR, afin de se mettre en position de définir, le moment venu, les objectifs de sûreté à atteindre pour ces futurs réacteurs.

L'ASN souligne l'importance qu'elle accorde à la justification du point de vue de la sûreté du choix d'une filière par rapport aux autres retenues par le GIF. Dans ce contexte et sur la base des documents transmis par le CEA, AREVA et EDF en 2009 et 2010 à sa demande, l'ASN a sollicité en 2011 le groupe permanent d'experts en charge des réacteurs nucléaires (GPR), ainsi que ceux en charge des usines (GPU) et des déchets (GPD), afin d'obtenir leur avis sur :

- le panorama des différentes technologies de réacteurs envisagées pour la quatrième génération de réacteurs, notamment vis-à-vis des perspectives de renforcement de la protection des intérêts mentionnés au I de l'article 28 de la loi TSN, par rapport aux réacteurs de troisième génération de type EPR, et des possibilités de séparation et de transmutation des éléments radioactifs à vie longue mentionnées par la loi de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs du 28 juin 2006. Cette étape vise à présenter les avantages et inconvénients de chacune des technologies précitées compte tenu de leur état actuel de développement ;

- le retour d'expérience des RNR-Na (notamment Phénix et Superphénix) et du cycle du combustible associé à cette filière, ainsi que les orientations des actions de R&D de cette filière si des réacteurs RNR-Na devaient à nouveau être exploités en France.

En parallèle, le CEA s'est engagé en 2010 dans les études d'un prototype de réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na) : le projet ASTRID². Ce projet s'inscrit, pour le CEA, dans le cadre de la préparation des réacteurs de quatrième génération. Des réunions techniques entre l'ASN, l'IRSN et le CEA se sont tenues en 2011. Ces réunions interviennent en amont de l'envoi d'un dossier d'orientations de sûreté, qui devrait selon le CEA être transmis en 2012, et du dossier d'options de sûreté (DOS), qui sera selon le CEA rédigé en 2014 au moment de la pré-conception de l'installation, soit bien en amont du dépôt de la demande d'autorisation de création de l'INB. Elles ont notamment vocation à vérifier, dès le début du projet, que les enjeux de sûreté sont correctement pris en compte.

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 l'interaction corium-béton, les phénomènes d'explosion de vapeur ou d'hydrogène 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.

2. Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration

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.

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 sujets :

- 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 installations : 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.

3 LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

3|1 L'exploitation et la conduite

3|1|1 La conduite en fonctionnement normal : veiller au respect du référentiel et examiner les modifications documentaires

Les évolutions des spécifications techniques d'exploitation (STE)

Le chapitre III des RGE représente les spécifications techniques d'exploitation (STE) du réacteur (voir point 1 | 2 | 2).

EDF peut être amenée à modifier de manière pérenne 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. Dans des circonstances exceptionnelles, lorsqu'EDF est amenée à 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 ces modifications, avec le soutien technique de l'IRSN, et peut délivrer un accord, sous réserve éventuellement de la mise en œuvre de mesures complémentaires si elle estime que celles proposées par l'exploitant sont insuffisantes.

L'ASN s'assure également 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.



Inspection de l'ASN de la salle de commande lors de la visite décennale de la centrale nucléaire du Tricastin – Mai 2009

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'en appliquer une 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.

L'ASN examine les modifications de ces règles de conduite et donne notamment son accord à la mise en application des dossiers liés aux réexamens de sûreté des réacteurs. Certaines modifications des procédures APE découlent de modifications matérielles qui seront intégrées lors des visites décennales, d'autres sont issues du retour d'expérience d'exploitation ou répondent à des demandes de l'ASN pour améliorer la sûreté.

Afin de préparer l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville, les principes de conduite en cas d'incident ou d'accident, qui seront déclinés dans les règles générales d'exploitation relatives à la conduite dans le cas d'un incident ou d'un accident de sûreté, sont instruites de manière anticipée.

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, la gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle, ainsi que la formation des agents de conduite.

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 sauvegarder le confinement 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).

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 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.

L'ASN considère que les méthodes d'optimisation des programmes de maintenance des matériels importants pour la sûreté sont acceptables. Privilégiant la surveillance des matériels, elles permettent de réduire les risques liés aux interventions sur les matériels et de limiter la dose reçue par les intervenants. L'ASN a toutefois rappelé à EDF que ces méthodes peuvent conduire à ne pas détecter un défaut nouveau ou invisible, et a donc demandé à EDF d'accompagner leur déploiement par le maintien de visites périodiques systématiques pour certains équipements. L'ASN a également rappelé à EDF la nécessité de s'interroger sur la validité de la démarche par appareil témoins en cas de découverte d'une dégradation ou en cas d'opérations de réparations qui conduiraient à remettre en cause l'homogénéité des familles d'équipements.

L'ASN a rappelé à EDF que la mise en œuvre des méthodes d'optimisation de la 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 et donc ne concerner que des zones où aucune dégradation connue n'est redoutée. L'ASN a 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.

En 2010, EDF a annoncé à l'ASN son intention d'évoluer dans le futur proche vers une nouvelle doctrine de maintenance, l'AP913. Cette méthodologie a été définie par l'*Institute of nuclear power operations* (INPO) avec les exploitants américains en 2001. L'ASN a prévu d'analyser les conditions de mise en œuvre de cette démarche sur le parc de réacteurs nucléaires d'EDF.

3|2|2 Instruire la qualification des applications scientifiques

Les logiciels de calcul qui sont utilisés pour les démonstrations de sûreté sont soumis aux exigences de l'arrêté du 10 août

1984. Parmi ces exigences figure notamment la qualification, qui consiste à s'assurer que chaque logiciel considéré peut être utilisé en toute confiance dans un domaine donné.

En 2011, l'ASN a poursuivi l'instruction de la qualification des logiciels qui seront utilisés pour les études de sûreté du réacteur EPR. En outre, l'ASN a décidé d'engager la rédaction d'un guide visant à définir les principes et les modalités à retenir en vue de l'examen de la qualification des logiciels de calcul employés dans les démonstrations de sûreté.

3|2|3 Garantir l'emploi de méthodes de contrôle performantes

L'arrêté du 10 novembre 1999 spécifie 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 première utilisation, d'une qualification prononcée par une entité dont la compétence et l'indépendance doivent être démontrées.

Cette entité, appelée la Commission de qualification (accréditée par le COFRAC depuis 2001), a pour rôle d'évaluer la représentativité tant des maquettes utilisées pour la démonstration que 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



Contrôle par ultrasons d'un joint soudé

détecter une dégradation décrite dans un cahier des charges, soit d'expliciter 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 concernés. Les exploitants bénéficient par ailleurs de périodes transitoires plus ou moins importantes pour la mise en œuvre de leurs programmes respectifs.

À ce jour, plus de 90 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, notamment concernant le réacteur de Flamanville 3 pour lequel quarante et une applications doivent être qualifiées pour la visite complète initiale.

En raison des risques radiologiques associés à la gammagraphie, 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. Ces contrôles périodiques permettent de statuer sur l'aptitude d'un matériel ou d'un système à remplir son rôle vis-à-vis des objectifs de sûreté qui lui sont assignés à la conception.

L'ASN est régulièrement amenée à se prononcer sur les déclarations de modification des programmes d'essais périodiques et procède à l'instruction de la conception des essais périodiques pour le projet EPR.

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 » (sur cette notion, voir le point 1|1|2).

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 basée 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, lorsque des évolutions importantes sont apportées au mode de gestion du combustible, leur mise en œuvre est encadrée par une décision de l'ASN comportant des prescriptions techniques

3|3|2 Surveiller l'état du combustible en réacteur

Le comportement du combustible est un élément essentiel de la démonstration de sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel et sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons combustibles présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal l'étanchéité est suivie par EDF à l'aide d'une mesure permanente de l'activité des radioéléments présents dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est

Examen du retour d'expérience d'exploitation du combustible

Le 23 juin 2011, le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires s'est réuni à la demande de l'ASN pour examiner le retour d'expérience du combustible, y compris les grappes de commande, durant la période comprise entre 2003 et 2009.

Le Groupe permanent a plus particulièrement examiné les questions relatives :

- aux incidents en exploitation liés au combustible et aux grappes,*
- à la démonstration de sûreté pour les cœurs mixtes, c'est-à-dire les cœurs chargés d'assemblages de types différents,*
- à la réévaluation du modèle de corrosion du Zircaloy 4 et l'impact de l'épaisseur de corrosion réévaluée sur la démonstration de sûreté,*
- à la démonstration de sûreté apportée pour les recharges de combustible.*

La période 2003-2009 a été marquée par une diversification accrue des types d'assemblages combustibles utilisés dans les réacteurs d'EDF se traduisant par une plus grande utilisation des assemblages combustibles Westinghouse en complément des assemblages combustibles AREVA, par l'utilisation de nouveaux matériaux de gainage et par une forte présence de cœurs mixtes dans les réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe.

L'ASN estime qu'EDF a convenablement tenu compte du retour d'expérience concernant le comportement en réacteur des assemblages combustibles et des grappes au cours de la période 2003-2009. Cependant, l'ASN estime que la démonstration de sûreté préalable à la mise en œuvre des assemblages combustibles dans les cœurs doit être complétée, notamment pour les cœurs mixtes.



Piscine du bâtiment combustible de la centrale nucléaire du Bugey

le signe d'une perte d'étanchéité des assemblages. Si cette activité devient trop élevée, l'application des RGE conduit à l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal. Lors de l'arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons inétanches, dont le rechargement n'est pas permis. Ces assemblages doivent faire l'objet d'une réparation par remplacement des crayons inétanches avant de pouvoir éventuellement être réutilisés.

L'ASN s'assure qu'EDF analyse les causes des pertes d'étanchéité observées et met notamment en œuvre des moyens d'examen des crayons inétanches afin de déterminer l'origine des défaillances et d'y remédier au plus tôt. Les défaillances peuvent provenir soit d'inadéquation entre la conception ou la fabrication des assemblages et les sollicitations subies, soit de la présence dans le circuit primaire de corps étrangers pouvant causer des dommages aux gaines. Les actions préventives et correctives peuvent donc concerner la conception des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation en réacteur. Par ailleurs, les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines, font également l'objet de dispositions d'exploitation dont certaines participent à la démonstration de sûreté et dont le respect par EDF est vérifié par l'ASN. L'ASN effectue en outre des inspections afin de s'assurer qu'EDF assure une surveillance adéquate sur ses fournisseurs d'assemblages combustible pour garantir que leur conception et leur fabrication sont réalisées dans le respect des règles fixées. Enfin, l'ASN sollicite périodiquement le GPR sur les enseignements tirés du retour d'expérience d'exploitation du combustible.

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'arrêté du 10 novembre 1999, cité au point 3 | 6 du chapitre 3.

3|4|1 S'assurer de la surveillance et du contrôle des circuits

L'ASN s'assure que l'exploitant exerce une surveillance et un entretien appropriés des circuits primaire et secondaire 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 avec 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. Au cours de l'année 2011, neuf circuits primaires principaux ont fait l'objet d'une requalification périodique. Il s'agit des réacteurs de Cattenom 3, Bugey 4 et 5, Dampierre 1, Penly 1, Civaux 1, Tricastin 2, Gravelines 1 et Fessenheim 2.



Vue sur la PMC (Piscine Manutention Combustible) de la tranche 2 de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire lors de la visite décennale – Juin 2009

3|4|2 Surveiller les zones en alliages 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, drains GV 1300 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



Contrôle de la soudure par l'ASN d'un joint sur un générateur vapeur lors de l'épreuve hydraulique du circuit primaire de la centrale nucléaire de Cattenom

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 concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, doit répondre à des exigences portant sur les objectifs et la périodicité des contrôles. En outre, les GV 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.

Les contrôles réalisés en 2011 sur les cloisons GV n'ont pas mis en évidence de nouvelles indications de fissuration par corrosion sous contrainte. Fin 2011, 10 cloisons GV sont affectées par la corrosion sous contrainte et font l'objet d'un suivi particulier.

A ce jour, ces contrôles de suivi n'ont montré aucune variation significative des indications de corrosion sous contrainte.

En septembre 2011, des fissures attribuées au phénomène de corrosion sous contrainte ont été découvertes sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de Gravelines. C'est la première fois qu'une dégradation de ce type est observée sur un réacteur français. (voir point 5 | 7).

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 mètres et d'un diamètre de 4 mètres pour une épaisseur de 20 cm (pour les réacteurs de 900 MWe), contient le cœur du réacteur ainsi que son instrumentation. Entièrement remplie d'eau en fonctionnement normal, la cuve, d'une masse de 300 tonnes, supporte une pression de 155 bar à une température de 300 °C.

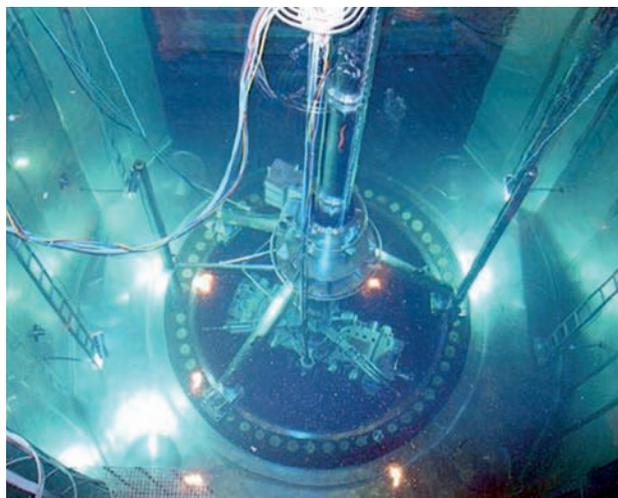
Le contrôle régulier et précis de l'état de la cuve est essentiel pour les deux raisons suivantes :

- 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 cet équipement n'est pas prise en compte dans les études de sûreté. C'est une des raisons pour lesquelles toutes les dispositions doivent être prises dès sa conception afin de garantir sa tenue pendant toute la durée d'exploitation du réacteur.

En fonctionnement normal, le métal de la cuve se fragilise lentement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts, ce qui est le cas pour quelques cuves des réacteurs de 900 MWe qui présentent des défauts 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 éprouvettes réalisées dans le même métal que la cuve ont été placées à



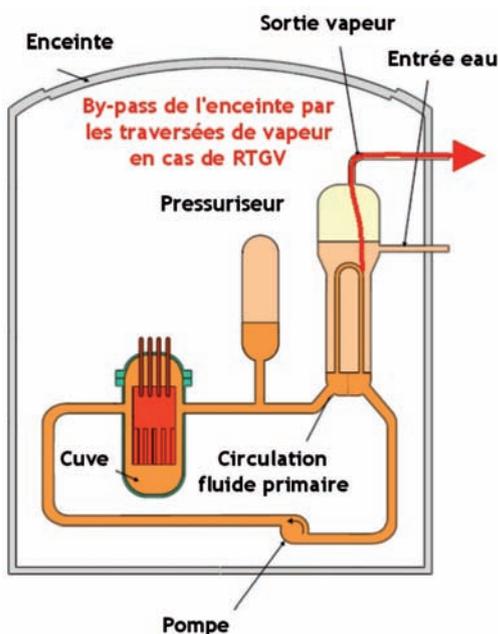
Machine d'inspection en service de la cuve en situation de contrôle

l'intérieur de celle-ci. EDF retire régulièrement certaines d'entre elles 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 éprouvettes, situées près du cœur, reçoivent davantage de neutrons que le métal de la cuve ;
– des contrôles périodiques 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.

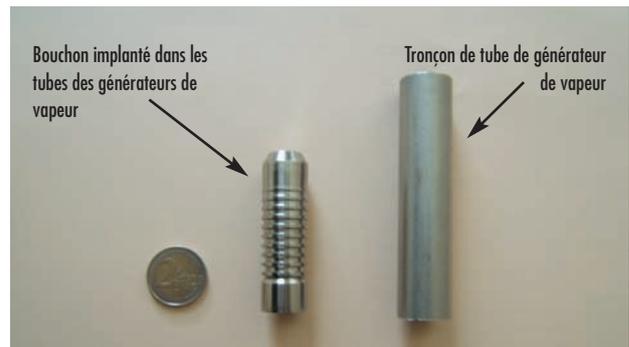
L'ASN examine régulièrement les dossiers relatifs à la tenue en service des cuves transmis par EDF afin de s'assurer que la démonstration de tenue en service des cuves est suffisamment conservatrice et respecte la réglementation. Ainsi le dossier relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant les dix ans suivant leurs troisièmes visites décennales a été présenté au Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires en juin 2010. L'ASN a pris position en faveur de l'exploitation de ces cuves pendant la durée considérée, sous réserve qu'EDF réponde à certaines demandes et fournisse des éléments complémentaires. L'ASN instruit à présent les premières réponses apportées par EDF dans ce dossier et se prépare à l'instruction du dossier relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe au-delà de leurs troisièmes visites décennales.

3 | 4 | 4 Surveiller la maintenance et le remplacement 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 3 500 à 5 600 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.



By-pass de l'enceinte en béton en cas d'accident de rupture de tube de GV (RTGV)



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

L'intégrité du faisceau tubulaire des GV est un enjeu important pour la sûreté. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire peut générer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. De plus, la rupture d'un des tubes du faisceau (RTGV) 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 les usures.

Les GV font l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À l'issue des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

Les nettoyages chimiques des générateurs de vapeur

Le fer contenu dans le circuit d'eau alimentaire du secondaire des centrales nucléaires s'accumule dans les GV et forme des couches de magnétite sur les tubes et sur les surfaces des internes. La couche de dépôts qui se forme sur les tubes



Installation des équipements lors du nettoyage chimique des générateurs de vapeur



Contrôle de la soudure d'un joint sur un GV à l'occasion de la 3^e visite décennale de la centrale nucléaire de Fessenheim – Septembre 2011

diminue l'échange thermique. Les dépôts, en rétrécissant ou en bouchant les passages d'eau, affectent également l'écoulement au niveau des plaques entretoises et empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur, ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des internes du GV (efforts sur les internes lors de certains transitoires, mise en situation vibratoire des tubes, etc.) et peut dégrader le fonctionnement du GV (inventaire en eau, fluctuations, etc...). Pour empêcher ou minimiser de tels effets, une partie des dépôts accumulés peut être éliminée par un procédé de nettoyage chimique curatif ou préventif. Un conditionnement du circuit secondaire à un pH plus élevé, permet également de limiter les dépôts métalliques.

Après avoir mis en œuvre des procédés curatifs qui visent à restaurer le fonctionnement des GV dégradés par ces dépôts et dont les deux dernières opérations ont eu lieu en 2011, EDF déploie désormais une stratégie de mise en œuvre régulière des procédés préventifs. Cette stratégie doit contribuer à maintenir un niveau satisfaisant de l'état de propreté des GV.

Le remplacement des générateurs de vapeur

Depuis le début des années 1990, EDF mène un programme de remplacement des GV (RGV) dont les faisceaux tubulaires sont les plus dégradés notamment ceux en inconel 600 non traité thermiquement (600 MA). La campagne des RGV du palier 900 MWe dont le faisceau tubulaire est en 600 MA s'achèvera en 2014 avec le RGV de Blayais 3. Ainsi les 34 réacteurs de 900 MWe équipés initialement de ce type de GV auront vu leurs GV remplacés.

Au delà de ces remplacements programmés au plus tard lors de la troisième visite décennale, EDF se prépare dès à présent pour le remplacement des GV des paliers 900 et 1300 dont le faisceau tubulaire est en alliage à base de nickel traité thermiquement (600 TT) en raison d'un taux de fissuration élevé en zone de transition de ductilité. Le premier RGV du palier 900 MWe est celui de Cruas 4 en 2014, suivront Cruas 1 en 2015 et Gravelines 5 et 6 en 2016. Pour le palier 1300, le premier planifié est celui de Paluel 2 en 2015, suivront Flamanville 1 et Paluel 3 en 2017 et Flamanville 2 en 2018, les autres étant programmé entre la VD3 et la VD4.

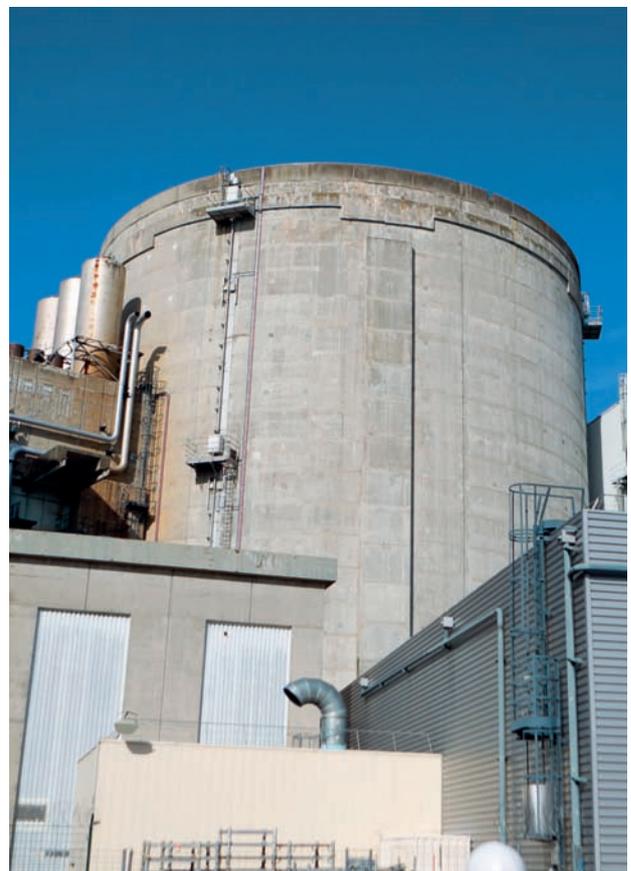
Dans ce cadre, une inspection est systématiquement réalisée par l'ASN sur chacun des remplacements des générateurs de vapeur.

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 doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne.

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 associé à la troisième visite décennale 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



Enceinte de confinement d'un bâtiment réacteur sur la centrale nucléaire de Fessenheim

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 avec une peau d'étanchéité en résine, afin de restaurer l'étanchéité des zones les plus affectées. Des travaux ont ainsi été réalisés sur l'ensemble des vingt-quatre réacteurs concernés.

Enfin, une réunion du GPR est prévue fin 2012 concernant les enjeux liés au confinement des réacteurs de 1 300 MWe et de 1 450 MWe, en particulier dans la perspective des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe.

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 pour le suivi en service, qui sont rentrées en application le 22 janvier 2011. L'ASN a poursuivi en 2011 l'analyse des dossiers et des guides établis par les exploitants définissant leurs modalités de surveillance et de réparation des équipements sous pression nucléaires. Ce travail a impliqué également les organismes agréés par l'ASN qui réalisent, pour son compte, les contrôles réglementaires sur ces équipements. Ces dispositions vont permettre de renforcer le suivi en service des équipements sous pression nucléaires implantés dans les centrales nucléaires.

La mise en application du titre relatif au suivi en service s'accompagne également d'un travail de concertation avec l'ensemble des parties prenantes afin d'élaborer un guide d'application de cet arrêté, dont la parution est envisagée en 2012.

L'ASN est également chargée du 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



Vue d'un équipement de surveillance sismique (accéléromètre) en place dans une centrale

en 2011 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, EDF a choisi que ces services ne traitent dans un premier temps 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. Parmi les audits de 2011, celui réalisé à Saint-Alban a conduit au retrait de la reconnaissance de ce service compte tenu à la fois de son grément insuffisant pour accomplir les missions réglementaires et du déficit d'autorité persistant constaté depuis le précédent audit. La perte de la reconnaissance du service d'inspection a conduit à ce que celui-ci perde la possibilité de définir la nature et la périodicité des inspections périodiques des équipements. En conséquence, EDF a dû procéder à des contrôles anticipés de ses équipements.

3|7 S'assurer de la protection contre les agressions

L'ASN s'attache à renforcer en continu le référentiel de protection des centrales nucléaires contre les agressions. En complément de cette démarche, l'ASN a imposé, dans le cadre des ECS, à EDF d'évaluer la résistance des centrales nucléaires au-delà du référentiel (voir point 5|1).

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 survenus dans la région du site selon les connaissances historiques et scientifiques. 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 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 (guide n° 2/01 du 26 mai 2006) relatif à la prise en compte du risque sismique à la conception des ouvrages de génie civil des INB de surface (à l'exception des stockages à long terme des déchets radioactifs). Il est le fruit de plusieurs années de travail d'experts 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.

Par ailleurs, l'ASN participe 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 (BRGM). 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.

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. Lors du 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 CP0, 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 1 300 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 l'absence d'agression par la salle des machines du bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde des réacteurs du palier P4.

Pour 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), un groupe de travail a réuni EDF, l'IRSN et l'ASN afin d'étudier les séismes de référence à prendre en compte. Pour les réacteurs de 1 300 MWe, EDF a 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. L'ASN a demandé à EDF d'explicitier les éléments pris en compte dans l'application de la RFS 2001-01 vis-à-vis des incertitudes liées à la méthodologie. EDF doit proposer et engager un programme de travail à cette fin. Par ailleurs, EDF doit rendre compte chaque semestre des avancées du programme de R&D engagé avec d'autres partenaires.

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

À la suite de l'inondation du site du Blayais en décembre 1999, EDF a engagé une démarche de réévaluation du risque d'inondation externe et de protection de ses centrales nucléaires contre ce risque. Cette réévaluation a porté 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 internes au site 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 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. En se fondant sur cet avis, l'ASN 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 nécessite de lancer des actions selon un processus de décision 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.

Depuis, pour les centrales nucléaires de Cruas-Meysses et du Tricastin, une convention a été signée en 2011 entre EDF et la Compagnie nationale du Rhône (CNR) concernant les parades à mettre en œuvre.

Parallèlement, un groupe de travail rassemblant des experts (en particulier de l'IRSN), des représentants des exploitants et de l'ASN a lancé la révision de la RFS I.2.e relative à la prise en



Vue aérienne de la centrale nucléaire du Blayais, en rive droite de l'estuaire de la Gironde

compte du risque d'inondation. 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, sur les méthodes de caractérisation de l'ensemble de ces aléas, et sur les principes de conception et de protection vis-à-vis du risque d'inondation. Ce projet de guide élaboré par le groupe de travail a fait l'objet d'une consultation en 2010. Les remarques reçues ont fait l'objet de réunions d'instruction en 2011 en vue d'une réunion des GPR et GPU en 2012. L'ASN devrait diffuser ce nouveau guide en 2012.

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

La canicule observée durant l'été 2003 a eu des conséquences notables sur l'environnement des centrales nucléaires : certains cours d'eau ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatif. Or, cette eau constitue la source froide de certaines centrales nucléaires, nécessaire à leur bon refroidissement. Par ailleurs, la canicule a également entraîné des températures élevées dans l'air, provoquant une augmentation de température des locaux des centrales nucléaires. L'augmentation de la température de l'air pose la question du bon fonctionnement à court ou moyen terme de certains équipements sensibles à la chaleur. Au cours de cet épisode de canicule et de sécheresse, certaines limites physiques jusqu'alors retenues pour le dimensionnement des centrales nucléaires ou imposées par leurs RGE ont été atteintes.

EDF a donc proposé d'établir un référentiel « grands chauds » qui examine et réévalue le fonctionnement des installations dans des conditions plus sévères que celles retenues à la conception, en prenant des hypothèses de température d'eau et d'air plus élevées. EDF a proposé une déclinaison de ce référentiel pour les réacteurs de 900 MWe, et une autre pour les réacteurs de 1450 MWe. Le référentiel des réacteurs de 1300 MWe sera pour sa part transmis dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales de ces réacteurs. L'ASN a pris une première position en 2009 concernant le référentiel

pour les réacteurs de 900 MWe. L'ASN instruit actuellement avec l'aide de son appui technique les réponses d'EDF aux remarques et demandes de compléments émises en 2009, ainsi que les modifications matérielles qui renforcent de manière pérenne la robustesse des réacteurs aux grands chauds. L'ASN se prononcera sur ces nouveaux éléments d'ici début 2012.

En parallèle, le déploiement de certaines améliorations et la mise en œuvre de pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et augmentent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées ont commencé dès 2004 sur les sites les plus sensibles et se généralisent selon un calendrier optimisé.

L'ASN participe au processus national de veille relatif à la canicule et EDF a engagé en interne un suivi climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses retenues dans les référentiels « grands chauds ». Lors du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN se prononcera sur le caractère suffisant de l'organisation mise en place par EDF pour observer les tendances climatiques et s'assurer de la validité des hypothèses retenues dans ses référentiels.

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

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur, fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et 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 circonscrire 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 dans les locaux - que ce soient les matières présentes en permanence ou de façon provisoire - 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 d'initier un incendie, un permis de feu doit être établi 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.

L'ASN contrôle la prise en compte du risque incendie dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, le suivi des événements significatifs déclarés par l'exploitant et les inspections réalisées sur les sites.

En 2011, l'ASN et son appui technique l'IRSN ont ainsi conclu l'examen du référentiel des exigences de sûreté de protection



Exercice d'entraînement pour les sapeurs pompiers à la centrale nucléaire de Givaux

contre le risque d'incendie d'origine interne pour l'EPR de Flamanville 3.

L'ASN s'est également intéressée aux actions mises en œuvre par EDF à la suite d'écart survenus sur le parc en 2011, en particulier pour ce qui concerne la problématique des ruptures de sectorisation incendie.

Enfin, l'ASN a réalisé des inspections relatives à la maîtrise du risque d'incendie, notamment liés aux transformateurs électriques de puissance connectant la centrale au réseau électrique national.

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 important.

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 des INB contre l'explosion.

L'ASN contrôle les mesures de prévention et de surveillance mises en œuvre par rapport au risque d'explosion. Elle veille particulièrement à la prise en compte de ce risque dans le référentiel et l'organisation d'EDF.

L'ASN suit attentivement la mise en œuvre par EDF des dispositions issues des prescriptions relatives à la maîtrise du risque d'explosion édictées dans la décision n° 2008-DC-0118 du 13 novembre 2008. Ces dispositions peuvent être organisationnelles (mise en place d'une organisation permettant de garantir le respect de la réglementation relative au risque d'explosion, examen de la conformité de l'ensemble des canalisations de fluides explosifs et revue approfondie de la prise en compte des risques d'explosion) ou matérielles (remplacement des tuyauteries véhiculant de l'hydrogène, etc.).

En 2011, l'ASN et son appui technique l'IRSN ont aussi examiné le référentiel des exigences de sûreté de protection contre le risque d'explosion d'origine interne pour l'EPR dans le cadre de l'instruction anticipée du dossier de demande de mise en service du réacteur 3 de Flamanville.

Enfin, l'ASN s'assure du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX) vis-à-vis de la protection des travailleurs. Les inspecteurs de l'ASN vérifient notamment l'efficacité et la pertinence de l'organisation d'EDF relative à la gestion du risque ATEX lors de leurs inspections sur site.

4 LA RADIOPROTECTION, LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS ET DE L'ENVIRONNEMENT

4|1 Contrôler la radioprotection des personnels

Dans le cadre des attributions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) concernant le contrôle des installations nucléaires de base prévue à l'article 4 de la loi TSN³, l'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. A ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel EDF que les prestataires et ce, durant tout le cycle de vie de l'installation.

4|1|1 Le contrôle de la radioprotection sur les centrales en fonctionnement

La radioprotection dans les installations en production fait l'objet d'un contrôle par l'ASN selon deux axes majeurs :

- la réalisation d'inspections. Il peut s'agir d'inspections réalisées :
 - spécifiquement sur le thème de la radioprotection, programmées une à deux fois par an et par site ;
 - lors des arrêts des réacteurs ;
 - à la suite d'incidents d'exposition aux rayonnements ionisants ;
 - dans les services centraux en charge de la doctrine en matière de radioprotection.
- l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs. Cette instruction, peut être effectuée avec l'IRSN. Elle peut concerner :
 - des événements significatifs en matière de radioprotection déclarés par EDF ;
 - de dossiers de maintenance ou de modification de portée nationale établis sous la responsabilité d'EDF ;
 - de documents élaborés par EDF relatifs à la mise en œuvre de la réglementation relative à la radioprotection.

De plus, l'ASN expose annuellement à EDF l'évaluation qu'elle réalise sur l'état de la radioprotection dans les centrales nucléaires en exploitation. Ce bilan annuel permet de confronter l'analyse de l'ASN à celle de l'exploitant et d'identifier des voies de progrès possibles.

Enfin, des réunions périodiques sont réalisées afin de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels à l'étude ou à déployer sur l'ensemble du parc.

4|1|2 Les exigences de radioprotection sur les centrales en construction

Dans le cadre de l'instruction des dossiers relatifs aux nouveaux réacteurs, en particulier le réacteur EPR, l'ASN a demandé à EDF de tirer les enseignements du parc nucléaire en exploitation et des réacteurs de technologies similaires à l'étranger, en vue de réduire aussi bas que raisonnablement possible la dose collective.

A ce titre, l'ASN instruit, avec l'IRSN, les modalités de conception et de construction prises pour réduire la dose collective mais aussi les doses individuelles des travailleurs les plus exposés.

De plus, l'ASN procède à des inspections sur les sites en construction en matière de radioprotection des travailleurs, notamment lors des contrôles non destructifs réalisés à l'aide de sources radioactives (voir point 6 | 1 | 3).

4|2 Contrôler l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN est en charge 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 ainsi d'un contrôle coordonné, exercé par l'ASN. Ce contrôle s'effectue lors de la construction, l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires.

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 hygiène,



Vue d'ensemble de la centrale nucléaire de Bugey

3. Loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.



Ouvrages de prise d'eau et de rejets en Loire de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

- sécurité et conditions de travail (CHSCT);
- informer l'ASN des déficiences et abus constatés 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 salariés de prestataires permanents ou sur chantiers ponctuels (lors des arrêts pour maintenance des réacteurs par exemple) qui relèvent, pour les 19 centrales nucléaires en exploitation, les 9 réacteurs en démantèlement et pour la centrale en construction à Flamanville, de l'inspection du travail de l'ASN.

Au 31 décembre 2011, l'ASN dispose pour les missions d'inspection du travail de 12 inspecteurs du travail dont 3 à temps plein, affectés dans ses divisions territoriales, au plus près des sites et d'un directeur du travail placé au niveau central afin d'animer le réseau des inspecteurs du travail et assurer l'interface avec le ministère en charge du travail. Ainsi, la coordination avec la Direction générale du travail du ministère en charge du travail a fait l'objet d'une convention de coopération signée le 1^{er} mars 2011. Cette convention se décline en région par des conventions régionales signées entre les divisions de l'ASN et les Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE).

Enfin, depuis 2009, les liens entre les actions menées au titre de l'inspection du travail et les autres activités de contrôle des centrales nucléaires se consolident pour contribuer à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN.

4|3 Maîtriser l'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires

4|3|1 Réviser les prescriptions relatives aux rejets

La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006, et en particulier son article 29, donne compétence à l'ASN pour définir les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets des installations nucléaires de base (voir point 3 | 1 | 3 du chapitre 3).

En ce qui concerne les centrales nucléaires de production d'électricité, l'objectif de l'ASN est que la majorité des prescriptions existantes relatives aux rejets soit revue afin d'obtenir une plus grande harmonisation entre les différents sites. Les nouvelles prescriptions relatives aux rejets prennent désormais la forme de deux décisions :

- la première décision, à homologuer par les ministres chargés de la sûreté nucléaire, fixe les limites de rejets;
- la seconde définit les prescriptions relatives aux rejets, aux prélèvements et à la consommation d'eau.

A l'occasion des demandes de renouvellement ou de modification des prescriptions de rejets, l'ASN applique les principes suivants :

- en ce qui concerne les rejets radioactifs, l'ASN tend à abaisser les limites réglementaires. L'ASN fixe de nouvelles limites en se fondant sur le retour d'expérience des rejets réels, tout en tenant compte des aléas pouvant résulter du fonctionnement courant des réacteurs;
- pour les substances non radioactives, l'ASN a décidé de fixer des prescriptions de rejets pour des substances non réglementées par le passé, afin d'encadrer la quasi totalité des rejets et s'inscrire dans une démarche d'amélioration de la prise en compte des enjeux environnementaux.

L'ASN fixe ces limites de rejet au niveau le plus bas possible, compte tenu des connaissances techniques et économiques du moment, en veillant à ce qu'elles n'entraînent pas d'impact significatif sur l'homme et sur l'environnement tout en permettant un fonctionnement normal de l'installation.

Enfin, il faut noter que les avancées technologiques ont permis de faire évoluer les limites de détection et les seuils de décision, garantissant une meilleure détermination des rejets effectifs (voir point 6 | 1 | 5).

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 reste toujours très en deçà de la limite dosimétrique admissible pour le public (1 mSv/an).

La dose efficace annuelle délivrée au groupe de référence de la population (groupe soumis à l'impact radiologique maximal) figurant dans les demandes d'autorisations de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau d'EDF est ainsi estimée de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an, selon le site considéré.

À titre d'exemple, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, correspondant aux valeurs limites demandées par EDF pour le renouvellement des autorisations du site nucléaire de Dampierre, a été évaluée à 2 microsieverts par an.

4|3|2 Contrôler la gestion des déchets

La gestion des déchets radioactifs produits par les centrales nucléaires exploitées par EDF s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets par toute INB, présenté dans le chapitre 16 du présent rapport. L'ASN s'assure de la cohérence entre la gestion des déchets des centrales nucléaires et celle des autres INB. Pour ce type de déchets ainsi que pour les déchets non radioactifs, l'ASN dispose du référentiel de l'étude déchets de l'exploitant, tel que demandé par la réglementation, comme décrit au chapitre 3, point 3|5|1.

Ce référentiel comprend les thèmes suivants :

- un point sur la situation existante, récapitulant les différents déchets produits et leurs quantités ;
- les modalités de gestion des déchets ;
- l'organisation relative au transport des déchets ;
- le zonage déchet ;
- l'état des solutions d'élimination existantes.

Chaque site envoie annuellement à l'ASN les détails de sa production de déchets avec les filières d'élimination choisies, une analyse des tendances en comparaison des années précédentes, un bilan traitant des écarts constatés et du fonctionnement de l'organisation du site en matière de gestion des déchets et les faits marquants survenus. Les perspectives futures sont également abordées. EDF classe actuellement ses déchets en déchets de procédés, déchets de maintenance et déchets autres, en distinguant par ailleurs les déchets issus de zones nucléaires des autres. Des réunions régulières sont tenues entre l'exploitant et l'ASN en vue d'échanger sur les affaires liées aux déchets et sur la gestion de ceux-ci, notamment au travers de bilans annuels.

Ces éléments et la réglementation constituent la base utilisée par l'ASN pour contrôler la gestion des déchets d'EDF. Lors des inspections, les inspecteurs passent en revue l'organisation du site en matière de gestion des déchets, divers points comme le traitement associé aux anomalies et se rendent sur les zones d'entreposage et de traitement des déchets.

4|3|3 Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances

La maîtrise du risque microbiologique

Les tours aéroréfrigérantes (voir point 1|1|4), fonctionnant sur la base d'une circulation d'eau avec refroidissement dans un flux d'air, s'avèrent particulièrement favorables au développement des légionelles.

Pour renforcer la prévention du risque de légionellose lié au fonctionnement des tours aéroréfrigérantes (voir point 1|1|4), 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.

En 2008, l'ASN a saisi l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) pour mieux apprécier les risques sanitaires et environnementaux liés à cette problématique. Sur la base des avis rendus par l'AFSSET, l'ASN a demandé à EDF de définir et mettre en œuvre des dispositions préventives ou curatives pour réduire le risque lié aux micro-organismes, tout en cherchant à minimiser les rejets chimiques induits par les traitements biocides. Puisque certains réacteurs connaissent toujours des concentrations en légionelles au-delà du seuil d'arrêt en vigueur pour les ICPE mis en place à la suite de l'épidémie de légionellose survenue à Harnes fin 2003 (10^5 unités formant colonies par litre d'eau), l'ASN suit avec attention l'état d'avancement du plan d'actions en exigeant d'EDF qu'elle explore toutes les solutions alternatives aux traitements chimiques réguliers et toutes les méthodes et techniques permettant le cas échéant d'atténuer l'impact de ces traitements. Au travers des dossiers instruits et de ses contrôles sur le terrain, l'ASN vérifie l'avancement et les résultats associés à ces actions de lutte anti-légionelles.

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 unités formant colonies par litre d'eau (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.

5 L'ACTUALITÉ DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION

5|1 La campagne d'inspection des centrales nucléaires et les évaluations complémentaires de sûreté à la suite de l'accident de Fukushima

À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) des installations nucléaires civiles françaises vis-à-vis du type d'événements qui ont entraîné l'accident de Fukushima devait être engagée. Les ECS répondent aux demandes exprimées par le premier ministre le 23 mars 2011 et le conseil européen les 24 et 25 mars 2011. En complément, l'ASN a procédé à une série d'inspections ciblées sur les problématiques issues du retour d'expérience de l'accident de Fukushima.

Les inspections ciblées

Ces inspections, menées sur l'ensemble des installations nucléaires jugées prioritaires, ont visé à contrôler sur le terrain la conformité des matériels et de l'organisation de l'exploitant au regard du référentiel de sûreté existant.

Les thèmes abordés lors de ces inspections ont été les suivants :

- la protection contre les agressions externes, en particulier la résistance au séisme et la protection contre les inondations,
- la perte des sources de refroidissement,
- la perte des alimentations électriques,
- la gestion opérationnelle des situations d'urgence radiologiques.

19 inspections ont été réalisées entre juin et octobre 2011 par des équipes comprenant plusieurs inspecteurs de l'ASN accompagnés de l'IRSN. Cette campagne d'inspections a représenté 74 journées d'inspection. Elles se sont déroulées, pour chaque site, sous la forme d'inspections renforcées de plusieurs jours, permettant de couvrir, par sondage, l'ensemble des thèmes évoqués ci-dessus.

Les inspections ont montré que les cinq sujets visés par le programme n'étaient pas toujours correctement pris en compte vis-à-vis du référentiel existant. Les principales actions qu'EDF devra mettre en œuvre sont résumées ci-dessous.

1. Concernant le thème du séisme, l'ASN considère que les inspections ont montré des lacunes sur plusieurs sites et que des progrès doivent être globalement réalisés sur l'ensemble des sites. Il importe de réaliser des exercices simulant un séisme conduisant à mettre en œuvre les procédures prévues et préparer le personnel à ce type de situation. De plus, l'ASN considère que la problématique « séisme événement » doit être mieux prise en compte dans les procédures et dans l'exploitation quotidienne des tranches. Enfin, EDF devra veiller au respect de la RFS I.3.b relative à l'instrumentation sismique, notamment pour ce qui concerne la connaissance du matériel par les agents, son entretien et son étalonnage. Globalement, l'ASN considère que ce sujet doit faire l'objet d'une vigilance permanente d'EDF afin d'éviter que les enjeux associés à cette agression soient perdus de vue dans l'exploitation quotidienne des réacteurs.

2. Concernant le thème de l'inondation, les conclusions issues des inspections sont mitigées et variées suivant les sites. L'ASN considère que l'organisation mise en place pour gérer le risque

d'inondation répond de manière satisfaisante à ses attentes. Cependant, l'ASN considère que la gestion de la protection volumétrique doit être améliorée sur plusieurs sites. En outre, l'ASN considère qu'EDF devra définir et mettre en œuvre des exercices permettant de tester les matériels et les équipes pour ce type de situation et prendre en compte le retour d'expérience de ces exercices. Enfin, l'ASN considère que des progrès devront être faits sur les thèmes suivants :

- la rigueur dans la déclinaison sur les sites des règles particulières de conduite en cas d'inondation ;
- le suivi des paramètres météorologiques, de crue et de marée ;
- le planning de réalisation des travaux décidés dans le cadre du retour d'expérience de l'inondation partielle du site du Blayais en 1999 ;
- la gestion des moyens mobiles de pompage.

3. L'ASN considère que la source froide, nécessite une vigilance particulière. Les événements récents de colmatage ou de perte partielle de la source froide, à Cruas et à Fessenheim en décembre 2009 notamment, ont montré sa vulnérabilité et ont conduit EDF à engager un plan d'actions pour en renforcer la robustesse. L'ASN a demandé à EDF d'engager une revue de conception de l'ensemble des sources froides. L'ASN demandera à EDF les conclusions détaillées de cette revue de conception site par site, et le plan d'action associé assorti d'échéances.

Les inspections conduites par l'ASN en 2011 ont montré que l'état général des installations était correct mais qu'un certain nombre d'écarts subsistent sur certains sites. La rigueur d'exploitation et de maintenance, la surveillance de l'état des matériels et des ouvrages, et la déclinaison exhaustive des directives nationales sont en règle générale des axes d'amélioration pour de nombreux sites. Dans de nombreux sites, la maintenance du circuit SEC doit être améliorée.

4. En matière d'alimentations électriques, les inspecteurs ont jugé les sites d'EDF globalement satisfaisants mais perfectibles, notamment sur les points suivants :

- rigueur apportée aux documents d'exploitation et de maintenance (remplissage des documents opérationnels, mise à jour des programmes de maintenance) ;



Inspection de l'ASN de la station de pompage à la centrale nucléaire de Cruas

- état physique de certains matériels liés à l'entreposage de fioul (corrosion de tuyauteries, infiltrations d'eau);
- gestion des fluides nécessaires aux groupes électrogènes (analyses périodiques);
- contrôles périodiques associés aux TAC sur certains sites.

5. La conduite en situation accidentelle peut être améliorée. L'organisation mise en œuvre par les sites dans le cadre du PUI est satisfaisante. L'ASN considère qu'EDF devra améliorer la gestion des locaux de repli et certaines conventions passées avec des organismes extérieurs.

Évaluations complémentaires de sûreté

Le 5 mai 2011, l'ASN a prescrit à EDF la réalisation d'évaluations complémentaires de sûreté, portant sur la robustesse des installations face à des situations exceptionnelles du type de celles qui ont conduit à l'accident de Fukushima. Elles sont complémentaires de la démarche de sûreté menée de manière permanente sur les installations.

Le 15 septembre 2011, EDF a remis un dossier par centrale, en déclinaison de la méthodologie approuvée par l'ASN. Ces dossiers ont fait l'objet d'une réunion des Groupes permanents réacteurs, laboratoires et usines les 8, 9 et 10 novembre 2011.

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté des réacteurs électronucléaires, l'ASN considère que ces réacteurs présentent un niveau de sûreté suffisant pour qu'elle ne demande l'arrêt immédiat d'aucun d'entre eux. Dans le même temps, l'ASN considère que la poursuite de leur exploitation nécessite d'augmenter dans les meilleurs délais, au-delà des marges de sûreté dont ils disposent déjà, leur robustesse face à des situations extrêmes.

Ainsi :

- **L'ASN va imposer la mise en place d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles** permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, pour toutes les installations concernées par le

rapport ECS. Les exploitants devront proposer à l'ASN avant le 30 juin 2012 le contenu et les spécifications du « noyau dur » propre à chaque installation.

- **L'ASN va imposer la mise en place progressive, à partir de cette année, de la « force d'action rapide nucléaire (FARN) »** proposée par EDF, dispositif national d'urgence rassemblant des équipes spécialisées et des équipements permettant d'intervenir en moins de 24 heures sur un site accidenté.
- **L'ASN va imposer la mise en place de dispositions renforcées visant à réduire les risques de « dénoyage » du combustible** dans les piscines d'entreposage des différentes installations.
- **L'ASN va imposer la réalisation d'études de faisabilité de dispositifs supplémentaires de protection des eaux souterraines et superficielles en cas d'accident grave** dans les centrales nucléaires ou les installations de La Hague.

Pour ce faire, l'ASN va notamment prendre une série de prescriptions pour imposer à EDF la mise en place de ces mesures.

L'ASN considère que les facteurs sociaux, organisationnels et humains sont un élément essentiel de la sûreté. L'ASN **restera donc attentive au renouvellement des effectifs et des compétences des exploitants**. En particulier, l'ASN considère que la surveillance des sous-traitants intervenant dans les installations nucléaires ne doit pas être déléguée par l'exploitant quand elle concerne des interventions importantes pour la sûreté.

En outre, l'arrêté fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, préparé par l'ASN en relation avec les ministères chargés de la sûreté nucléaire, a été signé le 7 février 2012. L'ASN considère qu'il apportera une contribution importante à l'amélioration de la sûreté.

Enfin, sur la base du retour d'expérience approfondi de l'accident de Fukushima, l'ASN **renforcera les référentiels de sûreté des installations nucléaires**, en particulier sur les aspects « séisme », « inondation » et « risques liés aux autres activités industrielles ».

Évaluations complémentaires de sûreté

Les étapes clés du processus sont les suivantes :

- 3 mai 2011 : avis favorable du HCTISN sur le projet de cahier des charges des ECS.
- 5 mai 2011 : 12 décisions du collège de l'ASN prescrivent aux différents exploitants d'installations nucléaires la réalisation d'un rapport dit « d'évaluation complémentaire de sûreté » (ECS) répondant à un cahier des charges précis.
- 1^{er} juin 2011 : chaque exploitant remet à l'ASN une note présentant la méthodologie retenue pour mener l'évaluation complémentaire de sûreté de ses installations ainsi que l'organisation mise en place pour respecter les échéances fixées.
- 19 juillet 2011 : l'ASN prend position sur les notes méthodologiques présentées par les exploitants.
- 15 septembre 2011 : pour les installations prioritaires, les exploitants transmettent à l'ASN leurs rapports d'évaluation complémentaire de sûreté.
- 4 novembre 2011 : l'IRSN remet à l'ASN son analyse relative aux rapports d'évaluation complémentaire de sûreté transmis par les exploitants.
- 8 au 10 novembre 2011 : réunion des Groupes permanents d'experts puis remise à l'ASN de leur avis sur les rapports des exploitants.
- 3 janvier 2012 : l'ASN remet son rapport et son avis sur les ECS au Premier ministre, qui le transmet à la Commission européenne.
- Janvier à avril 2012 : revues croisées (« peer review ») des rapports nationaux au niveau européen.
- Fin avril 2012 : examen et approbation par l'ENSREG du rapport des conclusions des revues croisées européennes.
- 28-29 juin 2012 : présentation par la Commission européenne de son rapport sur les tests de résistance au Conseil européen.

5|2 Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3

L'examen de la conception détaillée de Flamanville 3

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 2011, l'ASN et l'IRSN ont essentiellement poursuivi l'instruction de la conception du système de contrôle-commande (voir encadré), du génie civil de l'installation et l'examen de la conception détaillée de certains systèmes importants pour la sûreté du réacteur en se focalisant sur les systèmes novateurs et les systèmes intervenant dans la protection et la sauvegarde du réacteur ou dans le maintien des trois fonctions de sûreté.

En complément de l'examen technique d'études de conception détaillée réalisé avec l'appui de l'IRSN, l'ASN a mené en 2011 cinq 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. Ces contrôles ont porté en particulier sur 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 et à la gestion du retour d'expérience. Une de ces inspections a consisté en une inspection de revue sur la conformité des activités d'étude et de construction de Flamanville 3 sous-traitées par EDF à AREVA. (voir encadré p. 354). Par ailleurs, une partie des inspections sur la gestion des prestataires a été réalisée dans les ateliers des fabricants.

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

Sur le chantier de la construction, l'ASN a réalisé, avec l'appui de l'IRSN, vingt-cinq inspections en 2011. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

- le génie civil dont les activités relatives à la construction de l'enceinte interne, des piscines des bâtiments réacteur et combustible, du récupérateur de corium et de la coque avion ;
- les activités de montage mécanique, y compris les premières activités de soudage des tuyauteries (voir encadré p. 354) et les activités de fabrication des bâches ;
- les activités de montage des systèmes électriques ;
- les contrôles non destructifs et la radioprotection des travailleurs ;
- l'organisation et le management de la sûreté au sein du chantier et au sein de l'équipe d'exploitation du futur réacteur nucléaire Flamanville 3 ;
- l'impact du chantier sur la sûreté des réacteurs de Flamanville 1 et 2 ;
- l'impact environnemental du chantier de construction.

De manière plus précise, l'ASN a porté en 2011 une attention particulière sur les sujets suivants :

- mise en place du système de précontrainte de l'enceinte interne du bâtiment réacteur. Depuis 2008, l'ASN a été informée de plusieurs non-conformités de positionnement de portions de gaines de précontrainte. En juin 2011, l'ASN

a considéré que la répétition de ces anomalies sur ce système mettait en lumière un manque de préparation, de compétences et de culture de sûreté des intervenants et des lacunes dans la surveillance exercée par EDF sur ses sous-traitants. De ce fait, l'ASN a demandé à EDF, le 23 juin 2011, de suspendre le bétonnage de l'enceinte interne et de présenter un plan d'actions permettant d'éviter tout nouvel écart de pose des gaines de précontrainte. Dans les jours suivants, EDF a présenté son plan d'actions et, en particulier, les dispositions prises pour améliorer les compétences des équipes chargées de la pose des gaines de précontrainte et la surveillance de ces équipes.

Le 1^{er} juillet 2011, considérant que les actions retenues par EDF étaient de nature à permettre le bon déroulement des activités de pose des gaines de précontrainte, l'ASN a autorisé EDF à reprendre les activités de bétonnage de l'enceinte interne. La mise en œuvre du plan d'actions d'EDF a fait l'objet d'une inspection inopinée de la part de l'ASN qui a constaté que les dispositions techniques et organisationnelles étaient satisfaisantes.

- bétonnage de structures présentant de grandes hauteurs et une forte densité de ferrailage. En juillet 2011, EDF a informé l'ASN de la découverte de nids de cailloux sur certains voiles des piscines des bâtiments réacteur et combustible. Les voiles de béton présentent ainsi localement une concentration d'agglomérats et un manque de ciment qui nécessite une réparation. Au-delà du traitement de ces écarts ponctuels, pour lesquels des réparations étaient déjà programmées, et à la demande de l'ASN, EDF a mis en œuvre des formations complémentaires, renforcé la préparation des activités par des analyses de risques plus détaillées, et renforcé les contrôles. L'ASN procédera à de prochaines inspections sur ce thème afin de vérifier le respect de ces dispositions complémentaires.

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

L'inspection du travail est assurée par l'ASN depuis la signature du décret d'autorisation de création. En 2011, le chantier de construction de Flamanville 3 a été marqué par deux accidents mortels, le 24 janvier et le 11 juin 2011. Les circonstances exactes de ces accidents de chute de hauteur, sans liens l'un avec l'autre, ont fait l'objet d'une enquête approfondie par les inspecteurs du travail de l'ASN. Ils ont remis leurs conclusions au procureur de la République.

Les autres actions menées en 2011 ont consisté à :

- réaliser des contrôles de sécurité sur le chantier ;
- mener des enquêtes sur les accidents survenus sur le chantier ;
- participer à des réunions du collège interentreprises de sécurité, de santé et des conditions de travail (CISSCT) et du comité opérationnel départemental anti-fraude (CODAF) ;
- répondre aux sollicitations directes des salariés.

En 2011, les inspecteurs du travail de l'ASN ont en particulier contrôlé le respect des dispositions du code du travail, par les entreprises intervenant sur le chantier, relatives aux conditions de détachement des travailleurs étrangers, à la déclaration des accidents du travail, et aux risques liés à la co-activité.

Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Au cours de l'année 2011, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité des équipements des circuits primaire et secondaires



Vue de la piscine IRWST du système RIS de Flamanville 3 avant entôlage – Septembre 2011

du réacteur EPR (cuve, pompes primaires, mécanismes de commande de grappe, pressuriseur, générateurs de vapeur, ainsi qu'une partie des tuyauteries, vannes et robinets), en s'appuyant notamment sur des organismes agréés qu'elle a spécialement mandatés pour la réalisation de contrôles. Les fabrications sont engagées pour l'ensemble des gros équipements et la plupart des robinets, vannes et clapets. Outre l'examen de la documentation technique relative à la conception et à la fabrication des ESPN, l'ASN et les organismes agréés ont réalisé plus de 400 inspections pour surveiller la fabrication de ces équipements, ce qui correspond à plus de 700 jours de présence dans les usines du fabricant AREVA NP, ainsi que de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants. Au début de l'année 2012, débiteront sur le site de Flamanville les premières opérations d'assemblage des ESPN qui constitueront la chaudière nucléaire.

5|3 Instruction du décret d'autorisation de création de Penly 3

En fin d'année 2010, EDF a déposé auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire une demande d'autorisation de création pour un réacteur de type EPR sur le site de Penly en application de l'article 29 de loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 modifiée relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire. Ces ministres ont sollicité l'avis de l'ASN sur la recevabilité des différentes pièces constitutives du dossier, détaillées dans l'article 8 du décret n° 2077-1557 du 2 novembre 2007.

L'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a examiné le dossier déposé par EDF. Il en ressort que des compléments sont nécessaires pour qu'une instruction technique détaillée puisse être menée. Ces demandes de compléments portent majoritairement sur le rapport préliminaire de sûreté, l'étude de maîtrise des risques et l'étude d'impact.

Validation par l'ASN de l'architecture du contrôle-commande

Le contrôle-commande du réacteur EPR de Flamanville 3 comprend notamment deux plateformes :

- la plateforme Téléperm XS, spécifiquement développée pour l'industrie nucléaire, est dédiée aux fonctions de protection du réacteur en situations d'incidents ou d'accidents ;
- la plateforme SPPA T2000, d'origine « industrielle classique », est utilisée pour le fonctionnement normal du réacteur et pour certaines fonctions de protection du réacteur en situations d'incidents ou d'accidents.

Comme suite à la demande de l'ASN dans son courrier en date du 9 juillet 2010, EDF a présenté des dispositions de conception alternatives à celles initialement envisagées. Ces dispositions consistent notamment à regrouper au sein d'un système dénommé « noyau dur » certaines fonctions de sûreté jusqu'alors non implantées sur la plateforme Téléperm XS. Ces dispositions permettent de faire face à la situation de perte totale de la plateforme SPPA T2000 cumulée à certaines situations accidentelles.

En parallèle, EDF, en lien avec les concepteurs et fabricants concernés, a réalisé d'importants efforts pour apporter la démonstration que certaines fonctions de sûreté pouvaient être implantées sur la plateforme SPPA T2000.

A la demande de l'ASN et sur la base d'une analyse réalisée par l'IRSN, le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) a examiné ces éléments au cours de sa séance du 16 juin 2011. Le GPR a considéré que les éléments de réponse apportés par EDF étaient globalement satisfaisants. L'ASN prendra prochainement position sur ce sujet. L'avis du GPR et la position de l'ASN, à l'instar de toutes les positions prises par l'ASN à la suite d'une consultation du GPR, seront rendus publics sur le site www.asn.fr.

Inspection de revue sur la conformité des activités d'étude et de construction de Flamanville 3 sous-traitées par EDF à AREVA

Une équipe constituée de dix inspecteurs de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), quatre agents de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et d'un observateur de l'Autorité de sûreté britannique (ONR) a effectué le 1^{er} mars et les 9 et 10 mai 2011 une inspection approfondie dite « de revue » sur les activités d'étude et de réalisation du réacteur EPR de la centrale de Flamanville.

Cette inspection a été menée pour vérifier l'application des mesures de l'arrêté du 10 août 1984 (dit « arrêté qualité ») sur ces activités, confiées par EDF à AREVA. EDF, exploitant du réacteur EPR de la centrale de Flamanville, est responsable de la sûreté de ses installations. EDF doit en conséquence définir et mettre en œuvre les mesures nécessaires pour répondre aux exigences fixées par l'arrêté.

Ces inspections se sont déroulées sous forme d'examen de documents, de visites dans les ateliers des sous-traitants ou encore d'entretiens avec des employés d'EDF et de ses sous-traitants. Des inspections ont notamment eu lieu dans les locaux d'AREVA et dans ceux de certains de ses sous-traitants. Elles ont porté sur :

- la réalisation des études menées pour démontrer la sûreté de l'installation (études d'accident) ;
- la fabrication de composants particulièrement sensibles pour la sûreté, comme les accumulateurs du système d'injection de sécurité (RIS) ou de composants spécifiques au réacteur EPR, comme les filtres, implantés dans l'IRWST (piscine du système RIS), des systèmes RIS et EVU (système d'évacuation ultime de la chaleur du bâtiment réacteur en situation d'accident grave) ou les internes de cuve ;
- la fabrication d'éléments considérés comme « classiques » par rapport au parc en exploitation (limiteurs de débit, diaphragmes ou câbles électriques).

Au terme de cette inspection de revue, les inspecteurs ont conclu à l'existence de mesures adaptées, qui répondent aux exigences fixées par « l'arrêté qualité ». Ils ont observé par ailleurs que ces mesures étaient déclinées dans toute la chaîne de sous-traitance. Toutefois, plusieurs faiblesses ont été identifiées ; elles ont conduit les inspecteurs à demander à EDF qu'aucune action irréversible ne soit engagée pour les venturis DN500 du système d'alimentation normale des générateurs de vapeur (ARE), les filtres de l'IRWST et les accumulateurs RIS avant que la qualité de la fabrication de ces matériels, requise pour la sûreté des installations, n'ait été démontrée. D'autres écarts ont en outre été relevés : ils concernent notamment l'identification des activités importantes pour la sûreté des installations, la définition des exigences et des conditions préalables pour engager ces activités, ainsi que leur surveillance par EDF.

Contrôle par l'ASN de la mise en conformité par AREVA NP du couvercle destiné à la cuve du réacteur EPR de Flamanville

AREVA NP a informé l'ASN de la détection de deux écarts de qualité importants lors de la fabrication du couvercle de la cuve destinée au réacteur EPR de Flamanville 3. Le traitement de ces écarts a conduit AREVA NP à proposer à l'ASN, en juillet 2011, une solution de remise en conformité de grande ampleur qui implique la reprise complète de plusieurs étapes de la fabrication du couvercle.

Les écarts concernaient :

- dans un premier temps, la détection, à l'automne 2010, de très nombreux défauts au niveau de soudures situées sur le couvercle, au niveau des adaptateurs. Cet écart a fait l'objet d'une information sur www.asn.fr en avril 2011 ;
- dans un second temps, la mise en évidence, en juin 2011, lors des opérations de remise en conformité destinées à corriger l'écart précédent, d'une épaisseur insuffisante de la couche de métal appelée beurrage située sous ces soudures.

La majorité des défauts observés dans les soudures au niveau des adaptateurs ne présentaient pas, de par leur faible taille, de nocivité particulière mais leur nombre important traduit une dérive du procédé de soudage, ce qui justifie de refaire les soudures avec des précautions particulières. En revanche, des soudures pouvaient avoir été réalisées sur un beurrage d'épaisseur insuffisante, ce qui a pu générer des fissures dans le couvercle de la cuve, sous le beurrage. Un contrôle approfondi de l'état du métal de base sous les beurrages concernés puis leur réparation étaient donc nécessaires.

L'ASN a demandé à AREVA NP d'analyser de manière détaillée les risques que pouvaient présenter ces opérations de remise en conformité de grande ampleur et de proposer des mesures particulières pour garantir la qualité finale du couvercle. Après avoir examiné ces éléments et reçu l'avis du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires placé auprès d'elle, l'ASN a accepté qu'AREVA NP procède, sous la surveillance renforcée de l'ASN et d'APAVE GROUPE, à la remise en conformité du couvercle.

En préalable à la réalisation de chaque étape de la réparation, AREVA NP devra démontrer la mise en place de toutes les mesures nécessaires pour maîtriser les risques et garantir que tout écart ou dérive sera détecté. En tout état de cause, ce couvercle de cuve ne pourra être installé sur le réacteur EPR de Flamanville 3 que si l'ASN le déclare expressément conforme aux exigences techniques de la réglementation. L'ASN se prononcera sur l'acceptabilité du couvercle à l'issue de l'ensemble des opérations de fabrication.

Dans son champ de compétence, l'Autorité environnementale a également rendu un avis le 13 avril 2011. Ce dernier est disponible sous la référence n° 2011-06, à l'adresse Internet suivante : www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr.

Bien qu'ayant déjà remis une première mise à jour de son dossier à l'été 2011, EDF a indiqué en octobre 2011 que son dossier nécessitait encore des amendements complémentaires, en particulier avant d'être soumis à enquête publique. Cette position est cohérente avec l'appréciation de l'ASN sur la version du dossier qu'elle a examiné à l'été 2011.

L'ASN reprendra l'instruction de la demande d'EDF à réception des compléments annoncés, en vue d'émettre un avis sur l'autorisation de création de ce réacteur.

5|4 L'examen des options de sûreté du projet de réacteur ATMEA 1

La société ATMEA, coentreprise formée par l'industriel français AREVA et l'industriel japonais Mitsubishi Heavy Industries (MHI), a sollicité l'ASN afin de réaliser une revue des options de sûreté⁴ d'un nouveau réacteur à eau sous pression dénommé ATMEA 1. Ce réacteur de moyenne puissance (1100 MWe) est, selon ATMEA, destiné principalement à l'exportation.

L'ASN a répondu favorablement à la demande d'ATMEA et a signé en 2010 une convention qui encadre cette revue.

Cette revue des options de sûreté, réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), visait à évaluer si les options de sûreté sont conformes à la réglementation aux textes para-réglementaires (RFS...) français en vigueur. Elle a été conduite dans des conditions similaires à celles qui seraient mises en œuvre si le réacteur ATMEA 1 devait être construit en France. Entamée en 2010, cette revue s'est poursuivie en 2011 par les consultations du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) et du Groupe permanent d'experts « équipements sous pression nucléaires » (GPESPN) placés auprès d'elle. Ainsi, cinq séances du GPR et une séance du GPESPN ont été dédiées à l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA 1.

L'ASN a rendu publiques les conclusions de cet examen début 2012. L'ASN a considéré que les options de sûreté du réacteur ATMEA 1 sont globalement satisfaisantes au regard des exigences françaises.

Au stade de la conception détaillée, la société ATMEA devra être particulièrement vigilante sur l'optimisation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, sur les dispositions nécessaires à l'« élimination pratique » de certains accidents ou à l'exclusion de la rupture de certaines tuyauteries et, bien évidemment, sur la poursuite de la prise en compte des enseigne-

ments tirés de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (Japon).

Cette revue des options de sûreté permettra également à l'ASN d'assister, le cas échéant, les Autorités de sûreté des pays où serait construit ce réacteur.

5|5 Modification du décret d'autorisation de création de Blayais 3-4

Demande d'autorisation d'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs 3 et 4 de la centrale nucléaire du Blayais

Le combustible MOX (pour *mixed oxyde*) est un combustible contenant de l'oxyde de plutonium et de l'oxyde d'uranium appauvri. Son utilisation dans les réacteurs permet de recycler une partie du combustible usé issu des centrales nucléaires. Il peut ainsi remplacer le combustible à base d'uranium enrichi dans les centrales de 900 MWe ; ceci nécessite d'apporter quelques modifications techniques aux réacteurs (notamment l'ajout de grappes de commande supplémentaires).

Dans le cadre de la démarche visant à recycler le combustible usé, EDF a demandé le 29 avril 2010 l'autorisation de pouvoir utiliser du combustible MOX dans les réacteurs 3 et 4 du Blayais. A l'heure actuelle, 22 réacteurs de 900 MWe en France (y compris les réacteurs 1 et 2 du Blayais) disposent déjà de cette autorisation.

Comme le décret d'autorisation de création (DAC) des réacteurs 3 et 4 du Blayais ne prévoyait pas l'utilisation de combustible contenant du plutonium, une modification de ce décret est nécessaire.

Conformément à l'article 31 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, la procédure de modification d'un DAC est similaire à celle suivie lors de la création d'une nouvelle installation nucléaire de base. Dans ce cadre, l'ASN examine



Vue de la centrale nucléaire du Blayais

4. Le dossier d'options de sûreté, élaboré par un industriel, permet de présenter à l'ASN les principales caractéristiques et choix de conception générale retenus en termes de sûreté. Ce dossier, établi au stade des études d'avant-projet du réacteur, présente notamment :

- les objectifs de sûreté du réacteur ;
- l'approche de sûreté utilisée pour sa conception ;
- la description générale du réacteur, des procédés et systèmes mis en œuvre ;
- les conditions de fonctionnement envisagées ainsi que des paramètres clés de l'installation ;
- les accidents et agressions pris en compte à la conception et les méthodes de traitement de ces situations.

Cette étape est prévue par l'article 6 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007.

dans son champ de compétences la demande sur la forme et sur le fond pour le compte des ministres chargés de la sûreté nucléaire.

Après que l'ASN a fait compléter et corriger le dossier, l'Autorité environnementale a émis son avis le 20 juillet 2011. Ce dernier est disponible, sous la référence n° 2011-31, à l'adresse Internet suivante : www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr. L'enquête publique s'est déroulée du 14 novembre au 14 décembre 2011.

5|6 Poursuite d'exploitation des centrales nucléaires

L'exploitant d'une installation nucléaire doit procéder à un réexamen de sûreté de son installation tous les dix ans (voir point 2|3|4).

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

Le 4 novembre 2010, l'ASN s'est prononcée, à l'issue de la troisième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin, sur la conformité du réacteur aux exigences de sûreté applicables et sur les conditions pour sa poursuite d'exploitation pour une période allant jusqu'à 40 ans. En complément, le 27 mai 2011, une décision de l'ASN a fixé au réacteur de nouvelles prescriptions techniques afin d'intégrer les exigences de sûreté les plus récentes et de prendre en compte les dernières avancées techniques.

Le 4 juillet 2011, l'ASN s'est prononcée sur la poursuite d'exploitation du réacteur 1 de Fessenheim à l'issue de sa troisième visite décennale. L'ASN a considéré que, sous réserve des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) engagées à la suite de l'accident de Fukushima et au vu du bilan du troisième réexamen de sûreté, ce réacteur était apte à être exploité pour une durée de dix années supplémentaires après ce troisième réexamen à condition de respecter une liste de prescriptions, notamment les deux prescriptions majeures suivantes :

- renforcer le radier du réacteur avant le 30 juin 2013, afin d'augmenter sa résistance au corium en cas d'accident grave avec percement de la cuve ;
- installer avant le 31 décembre 2012 des dispositions techniques de secours permettant d'évacuer durablement la puissance résiduelle en cas de perte de la source froide.



Les deux unités de production de la centrale nucléaire de Fessenheim

En 2012, l'ASN se prononcera sur les conditions de poursuite d'exploitation des prochains réacteurs de 900 MWe ayant passé leur troisième visite décennale.

Le réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe

Après les réacteurs de Belleville 1 et de Nogent 2 en 2010, les réacteurs de Penly 1 et Cattenom 3 ont intégré en 2011 les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de leur deuxième visite décennale.

Le réexamen de sûreté des réacteurs de 1 450 MWe associé à leur première visite décennale

Après les réacteurs de Chooz en 2009 et 2010, le réacteur 1 de Civaux a intégré en 2011 les modifications issues du réexamen de sûreté réalisé à l'occasion de sa première visite décennale. Comme pour les réacteurs de 900 et de 1300 MWe, l'ASN se prononcera auprès des Ministres en charge de la sûreté nucléaire sur la poursuite d'exploitation de chacun des réacteurs après examen du rapport de conclusions remis par EDF.

5|7 Faits marquants relatifs aux contrôles des équipements sous pression

Fissures détectées dans la pénétration de fond de la cuve de Gravelines 1

Les pénétrations de fond de cuve (PFC) servent au passage de conduits d'instrumentation du cœur. L'examen des PFC du réacteur 1 de Gravelines réalisé lors de la 3^e visite décennale du réacteur a révélé des fissures au niveau d'une traversée (voir aussi point 3|4|2). Ces fissures longitudinales ramifiées ont été détectées par un procédé de contrôle ultra sonore. Elles sont apparentes en peau interne, de longueur 40 mm et parcourent la presque totalité de l'épaisseur. Elles se seraient propagées à partir de défauts de fabrication détectés lors des contrôles de 2001.

EDF a mis en œuvre une solution de réparation consistant au bouchage de la PFC par l'intermédiaire d'un bouchon démontable. Cette solution doit permettre l'isolement de la PFC de tout contact avec le fluide primaire et ainsi prévenir une évolution ultérieure du défaut. À la demande de l'ASN, EDF a également installé un système de détection d'humidité au niveau de la pénétration concernée.

L'ASN a jugé que ces dispositions permettaient un fonctionnement sûr du réacteur au cours du prochain cycle mais a toutefois indiqué à EDF que le traitement de ce sujet au-delà de cette échéance nécessitera un examen approfondi, notamment des moyens de remplacement et de contrôle de la pénétration. L'ASN a également demandé à EDF de renforcer le contrôle des pénétrations de ses autres réacteurs.

5|8 Faits marquants en matière d'inspection du travail

Le contrôle de la réglementation santé/sécurité

Le contrôle de l'application de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail a constitué, en 2011, la principale

activité de l'ASN en matière d'inspection du travail. Les centrales nucléaires présentent non seulement des risques pour les travailleurs qui sont liés au caractère nucléaire de l'activité mais aussi des risques dits « conventionnels », comme par exemple ceux liés aux installations électriques, aux équipements sous pression, aux produits chimiques utilisés, aux circuits d'hydrogène pour le risque d'explosion, aux circuits d'azote pour celui d'asphyxie, aux travaux en hauteur ou encore à la manutention de charges lourdes.

En 2011, les activités de contrôle de l'inspection du travail ont couvert notamment les champs suivants :

- les enquêtes systématiques en cas d'accidents du travail graves, notamment les trois accidents mortels survenus en 2011. Dans ces derniers cas, les inspecteurs du travail ont relevé des écarts à la réglementation sur les équipements de travail ;
- un suivi particulier des activités de chantiers avec une attention sur les activités de levage très accidentogènes, ainsi que les risques liés à la co-activité ;
- les activités impliquant l'utilisation de produits chimiques cancérigènes, mutagènes ou ayant un impact sur la reproduction (CMR), le désamiantage, ou encore le plomb. EDF et ses prestataires ont été incités à prendre des mesures respectant les principes de prévention : supprimer en premier lieu le risque ou limiter l'exposition des travailleurs à ces produits, trouver des substituts moins dangereux ;
- la réalisation de travaux dans l'enceinte de confinement du réacteur alors que celui-ci est en fonctionnement en puissance, tant sur le plan de l'exposition aux rayonnements ionisants et à la chaleur, qu'en termes de risque psychosocial ;
- la participation à la campagne du ministère du travail relative au risque routier, en particulier pour les salariés de sous-traitants assurant la maintenance et se déplaçant sur l'ensemble du territoire national.

Par leur présence régulière aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), les inspecteurs du travail suivent l'activité de ces instances et se tiennent régulièrement informés des sujets, notamment en matière d'accidents du travail et de risques psychosociaux.

Le contrôle du temps de travail

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont effectué des contrôles sur le respect de la réglementation relative aux temps de travail ainsi qu'aux repos journaliers et hebdomadaires spécifiquement lors des périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance. Ils ont encore constaté en 2011, dans de moindres mesures que lors des années passées, des écarts concernant le respect des durées maximales de travail quotidiennes et hebdomadaires et des temps de repos. Les infractions constatées concernent les périodes de fortes activités (maintenance en arrêt de réacteur). Une politique d'anticipation de l'organisation du travail lors des arrêts de réacteurs a été encouragée, en lien avec le ministère du travail et en concertation avec les représentants du personnel, afin qu'EDF anticipe et sollicite les dérogations nécessaires dans le cadre strict des dispositions du code du travail.

Le tribunal de police de Montélimar a, le 9 juin 2011, condamné le directeur de la centrale nucléaire du Tricastin à 8 peines

d'amendes de 500 € chacune pour « emploi de salariés sans respect de la durée minimale de repos quotidien », faits commis entre le 01/03/2009 et le 30/09/2009 et relevés par procès-verbal par l'inspecteur du travail de l'ASN. Cette décision rappelle à EDF ses obligations en matière de respect de la durée du travail dans une centrale nucléaire, tant pour des raisons de sécurité des travailleurs que pour des motifs de sûreté nucléaire.

La sous-traitance

Le recours à des prestations de service, notamment dans le domaine tertiaire, ont fait l'objet d'enquêtes approfondies. Des enquêtes ont également été effectuées sur le site de Flamanville 3 concernant les prestations de service effectuées par des entreprises étrangères. Il s'agissait de veiller à l'application des règles en matière de salaires minimum des conventions collectives applicables en France, ainsi qu'à l'application des règles en matière d'emploi.

Enfin les inspecteurs du travail ont participé à 12 inspections en collaboration avec les inspecteurs de la sûreté nucléaire sur le thème de la qualité des interventions des prestataires.

Autres thèmes

Les inspecteurs du travail ont été amenés à examiner des sujets soulevés par les instances représentatives du personnel, principalement lors des arbitrages concernant les mises en œuvre du droit d'alerte pour danger grave et imminent par les CHSCT.

Les inspecteurs du travail participent également à des travaux conjoints dans le cadre des comités opérationnels départementaux anti-fraude (CODAF) animés par le procureur de la République, notamment sur le chantier de l'EPR.

Les procédures pénales engagées :

L'inspection du travail de l'ASN a adressé six procès-verbaux (PV) relevés sur des centrales nucléaires aux différents parquets concernés. Trois de ces PV sont relatifs à des infractions à l'origine d'accidents du travail mortels.

5|9 Faits marquants concernant la radioprotection des personnels

L'inspection de revue sur le thème de la radioprotection

L'ASN a mené, du 6 au 14 juin 2011, une inspection de revue qui portait sur la prise en compte de la réglementation relative à la radioprotection par les quatre centrales nucléaires du Val de Loire et, dans ce domaine, sur l'interface entre ces centrales nucléaires et les services centraux d'EDF. Sept inspecteurs de la radioprotection de l'ASN ont mené cette inspection avec l'appui de deux experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Répartis en trois équipes, ils ont examiné en parallèle plusieurs thèmes relatifs à la radioprotection (l'organisation et le management de la radioprotection, l'application de la démarche ALARA⁵, la propreté radiologique, le suivi des travailleurs, la gestion des sources radioactives, etc.).

5. La démarche ALARA, pour « *As Low As Reasonably Achievable* » décline un des principes de radioprotection inscrit dans le code de la santé publique, le principe d'optimisation, selon lequel toute exposition justifiée doit être réalisée au plus faible coût dosimétrique possible.

Les inspecteurs ont constaté que l'organisation définie et mise en œuvre sur les quatre centrales nucléaires en matière de radioprotection est globalement satisfaisante. Toutefois, il est apparu que des efforts sont encore à mener sur le partage et la mise en œuvre de l'organisation retenue par EDF à l'échelle du parc nucléaire, notamment en matière d'impact sur les moyens que génère celle-ci, ainsi que sur le déploiement, jusque sur le terrain, du retour d'expérience et des bonnes pratiques de radioprotection.

Le bilan périodique des actions menées par EDF en termes de radioprotection

En 2004, à la suite de la consultation du groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) sur l'état de la radioprotection des travailleurs dans les centrales nucléaires françaises, l'ASN a demandé à EDF d'améliorer son organisation, en suivant les axes de progrès identifiés par le GPR. Depuis, l'ASN procède périodiquement à une évaluation globale des résultats et des pratiques en matière de radioprotection sur les centrales nucléaires. Les demandes qu'elle peut alors exprimer sont issues de l'analyse des événements significatifs en radioprotection, des instructions techniques de dossiers établis par EDF (dossiers de modification...) et des actions de contrôle réalisées sur la période considérée.

A ce titre, l'ASN a émis en 2007 un courrier auquel les réponses fournies par EDF ont été considérées comme globalement satisfaisantes. En 2011, l'ASN a de nouveau formalisé son évaluation et a formulé des demandes concernant notamment la relance de la démarche ALARA chez EDF ainsi que la « culture de radioprotection » et la maîtrise de la contamination à la source.

L'instruction du dossier EPR de Flamanville 3

Par ailleurs, en matière de radioprotection l'ASN poursuit l'instruction menée en vue de la mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3, portant notamment sur les activités à fort enjeu radiologique ainsi que sur le concept « two room » – nouvel espace dans le bâtiment réacteur permettant d'effectuer un certain nombre d'actions de maintenance alors que le réacteur est en fonctionnement. L'instruction générale liée au réacteur EPR est présentée dans le point 2 | 4 de ce chapitre.

5 | 10 **Faits marquants concernant l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets**

La révision des prescriptions de rejets

En 2011, l'ASN a achevé l'instruction de dossiers de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau concernant les centrales nucléaires de Dampierre, Civaux et Cruas-Meysses :

- Dampierre : les rejets d'effluents et les prélèvements d'eau du site sont désormais réglementés par les décisions en date du 3 mars 2011 n° 2011-DC-0210 et n° 2011-DC-0211 de l'ASN et publiées au bulletin officiel de l'ASN sur son site Internet. La décision n° 2011-DC-0210 fixant les limites de rejets dans l'environnement a été homologuée par l'arrêté du 6 mai 2011 par les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ;
- Civaux : les décisions réglementant les rejets d'effluents et les prélèvements d'eau ont été mises à jour par les décisions modificatives n° 2011-DC-0233 et n° 2011-DC-0234 prises par l'ASN le 5 juillet 2011 et publiées au Bulletin officiel de l'ASN sur son site Internet. La décision n° 2011-DC-0233 fixant les limites de rejets dans l'environnement a été homologuée par l'arrêté du 2 août 2011 par les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.
- Cruas-Meysses : l'arrêté du 7 novembre 2003 réglementant les rejets d'effluents et les prélèvements d'eau a été modifié temporairement en raison des conditions climatiques du printemps et de l'été 2011 par la décision de l'ASN n° 2011-DC-0237 du 28 juillet 2011. Cette décision fixait de manière temporaire de nouvelles modalités de rejet d'effluents.

Le retour d'expérience de l'événement de SOCATRI

À la suite des événements survenus en juillet 2008 dans les INB exploitées respectivement par 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 ultimes pouvant contenir des fluides toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs (fluides dits « TRICE ») 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 mis en œuvre dès 2009.

L'ASN a analysé les conclusions de ce programme et la synthèse nationale présentée par EDF, ainsi que les événements relatifs à l'environnement survenus sur les centrales depuis 2008 et les conclusions de ses inspections portant sur la protection de l'environnement, afin de déterminer les axes d'amélioration encore possibles pour EDF.

L'ASN a émis un ensemble de demandes par courrier du 1^{er} mars 2011, portant notamment sur la nécessité de considérer tous les produits susceptibles de causer une pollution des eaux et du sol au même titre que les produits classés « TRICE », l'intérêt de reconsidérer les moyens de surveillance des nappes phréatiques et l'importance de la prise en compte de ce retour d'expérience lors de la construction de nouveaux réacteurs.

EDF a répondu aux demandes de l'ASN par un courrier qui est en cours d'analyse.

6 LES APPRÉCIATIONS

Réacteurs en exploitation

6|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, de radioprotection et d'environnement.

Cette évaluation est elle-même construite sur les résultats des contrôles réalisés par l'ASN en 2011, 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 2011, l'ASN a réalisé 493 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 2011 et contribue à orienter les actions de contrôle de l'ASN en 2012.

6|1|1 Évaluer la sûreté nucléaire

L'exploitation des réacteurs

Les documents nécessaires à l'exploitation sont, dans leur ensemble, correctement gérés. Ils couvrent les différentes phases d'exploitation et représentent bien l'état réel de l'installation. Les écarts de déclinaison des règles d'essais périodiques sont moins nombreux que les années précédentes.

La gestion des formations et habilitations du personnel d'exploitation est globalement satisfaisante. Toutefois, des améliorations, relatives à la formation des équipes de conduite, sont attendues.

L'amélioration de la rigueur de l'exploitation reste une priorité forte pour EDF. Toutefois, l'ASN a noté une légère détérioration dans ce domaine en 2011. L'ASN considère que les efforts faits sur ce point depuis quelques années doivent être poursuivis.

Des efforts ont été perpétués par EDF en 2011 sur l'identification, la gestion et la résorption des « dispositifs et moyens particuliers » et des modifications temporaires présents depuis plusieurs années sur les réacteurs. Ces efforts doivent être poursuivis.

En revanche, cette année encore, la préparation des interventions d'exploitation reste un point faible. Même si l'ASN note les effets bénéfiques de la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation, celles-ci restent encore insuffisamment utilisées, et l'encadrement des équipes de conduite ne dispose pas du temps nécessaire pour assurer correctement ses missions, notamment lors des arrêts de réacteur. De même qu'en 2010, la supervision des opérateurs en salle de commande doit être améliorée afin de pouvoir détecter dans les plus brefs délais tout dysfonctionnement.

Les interfaces entre l'exploitation et les métiers de maintenance ou d'essai sont souvent à l'origine d'écarts, à la suite d'un défaut de communication ou d'une mauvaise compréhension. Des actions d'amélioration doivent être identifiées et mises en œuvre sur ce sujet.

Tout comme en 2010, l'ASN a noté quelques progrès dans la gestion des consignations de matériel, mais de nombreux écarts subsistent en 2011 dans ce domaine, ainsi qu'en matière de lignage de circuits. La rigueur et le contrôle apportés à ces opérations ne sont pas suffisants.

Enfin, l'application rigoureuse des référentiels d'exploitation et la gestion des consignes temporaires d'exploitation se dégradent et doivent donc faire l'objet d'améliorations.

Les situations d'urgence et l'incendie

L'ASN considère qu'EDF traite de manière satisfaisante la gestion des situations d'urgence. Les relations entre l'ASN et le niveau national d'EDF ont été renforcées ces dernières années, notamment par des réunions et des échanges sur le nouveau référentiel relatif aux plans d'urgence interne (PUI) d'EDF. Ces nouveaux PUI sont en cours de déploiement sur les sites avec pour objectif de les mettre en œuvre sur tous les sites le 15 novembre 2012.

Au cours de l'année 2011, les inspections menées sur le thème de la gestion de crise ont montré que l'organisation mise en œuvre par les sites dans le cadre du PUI est satisfaisante. Toutefois, les sites doivent améliorer un certain nombre de points dont la gestion des locaux de repli et certaines conventions passées avec des organismes extérieurs.

Même si quelques améliorations ont pu être constatées en 2011, l'ASN considère que l'organisation de crise en cas de relâchement d'ammoniac, mise en place sur les sites disposant d'une installation de traitement à la monochloramine, n'est toujours pas satisfaisante et n'est pas opérationnelle pour la plupart des sites concernés.

Au travers des inspections de l'année 2011, l'ASN a noté globalement des progrès dans le domaine de la lutte contre l'incendie, même si des hétérogénéités subsistent d'un site à l'autre. En revanche, la situation ne s'est pas améliorée en ce qui concerne la gestion des charges calorifiques et la conformité de la sectorisation incendie. À ce titre, l'ASN considère que les anomalies affectant la disponibilité de certains clapets coupe-feu (dispositifs d'isolement participant au compartimentage des bâtiments en cas d'incendie) doivent être corrigées. Des efforts restent par ailleurs à poursuivre concernant l'élaboration et la mise en œuvre des permis de feu. Enfin, l'ASN reste attentive au déploiement sur les sites des actions correctives ou d'améliorations consécutives au retour d'expérience des feux de transformateurs de 2010 et 2011.

Les activités de maintenance

En matière de maintenance, l'ASN constate qu'EDF n'a, par le passé, pas suffisamment anticipé certaines problématiques ni pris suffisamment en compte le retour d'expérience

international, ce qui a conduit EDF à revoir sa stratégie orientée désormais vers des actions préventives, par exemple sur les générateurs de vapeur avec les opérations de nettoyage chimique préventif et la politique de remplacement des générateurs de vapeur. Toutefois, l'ASN constate que cette anticipation n'est pas déployée sur l'ensemble des problématiques.

L'ASN note en effet que les zones en alliage de type Inconel 600 sont sensibles à certains phénomènes de corrosion (voir point 3 | 4 | 2), ces dégradations étant observées depuis plusieurs années. Pourtant, EDF n'a pas réellement anticipé l'apparition de tels défauts sur les pénétrations de fond de cuve constituées du même matériau. À ce jour, EDF ne dispose donc toujours pas d'un procédé permettant la réparation ou le remplacement de ces pénétrations qui soit qualifié et accepté par l'ASN (voir point 5 | 7).

En ce qui concerne la mise en œuvre de la politique de maintenance sur les sites, l'ASN considère qu'EDF doit veiller à disposer des moyens humains et matériels suffisants.

En ce qui concerne la mise en œuvre des méthodes de maintenance par les sites, l'ASN considère que la situation d'EDF est perfectible, et des constats récurrents demeurent :

- le référentiel de maintenance est en évolution permanente sous diverses formes. Cette complexité renforce les retards persistants 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 reste insatisfaisante. Elle doit être significativement améliorée par la quasi totalité des sites. La gestion des pièces de rechange doit également être améliorée ;
- enfin, la qualité de réalisation des interventions de maintenance passe également par une meilleure appréhension du facteur humain lors de la préparation de ces interventions.

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.

Cependant, l'ASN estime qu'EDF doit traiter la problématique d'obsolescence qui se pose sur certains matériels. De plus, EDF doit renforcer sa gestion du maintien de la qualification aux conditions accidentelles des matériels, que ce soit lors des opérations de maintenance préventive ou lors des remplacements de matériel. L'ASN note qu'EDF a lancé en 2011 un plan d'actions concernant la maîtrise des exigences de qualification aux conditions accidentelles des matériels et pièces de rechange ; l'ASN en suivra avec attention la mise en œuvre effective. Globalement, l'ASN considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts dans le domaine de la qualification des matériels et de la gestion de l'obsolescence.

La première barrière

L'ASN considère qu'en 2011, la situation dans le domaine de la première barrière est globalement satisfaisante mais reste perfectible. Les actions de long terme engagées par EDF ne permettent toujours pas de retrouver un niveau optimal de l'état de la première barrière et l'ASN constate encore en 2011 des défauts d'étanchéité d'assemblage de combustible, des

détériorations de grilles d'assemblages et la présence de nombreux corps étrangers dans le circuit primaire.

Ainsi, en 2011, des défauts d'étanchéité affectant des assemblages de combustible RFA de certains réacteurs de 900 MWe ont été associés au phénomène d'usure vibratoire de ces assemblages de conception ancienne sans grille de maintien. Les modifications de conception apportées à ces assemblages permettent d'envisager une disparition progressive de cette source de perte d'étanchéité. Le nombre de ces assemblages présents dans les réacteurs sera plus faible en 2012 et sera insignifiant d'ici quelques années.

L'ASN considère également qu'EDF doit renforcer ses efforts pour éviter la présence de corps étrangers dans les circuits. Les actions engagées depuis 2008 par EDF se sont poursuivies en 2011, mais leurs applications restent perfectibles.

Enfin, EDF doit continuer de progresser dans l'application des programmes de maintenance des matériels de manutention du combustible, qui peuvent être à l'origine de dégradations d'assemblages de combustible.

Les équipements sous pression et la deuxième barrière

L'ASN considère que la situation du parc dans le domaine des équipements sous pression est en dégradation. Les principales causes de cette régression sont, d'une part, une appropriation insuffisante de la réglementation relative aux ESPN, applicable depuis janvier 2011, et notamment un manque d'anticipation dans l'établissement des programmes des opérations d'entretien et de surveillance (POES) des équipements.

L'ASN a également noté que plusieurs événements survenus sur des équipements sous pression en 2011 traduisent un manque de rigueur dans la préparation et la réalisation des opérations de maintenance ainsi que dans les conditions d'exploitation :

- présence de corps étrangers, introduits par accident lors des opérations de maintenance, dans les faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur ;
- endommagement de la bride et du couvercle de plusieurs cuves lors des opérations de repose du couvercle de cuve à la fin des arrêts de réacteurs ;
- préparation insuffisamment rigoureuse de certains tests de résistance à la pression des équipements conduisant à l'observation de fuites parasites lors des phases préliminaires de l'épreuve ou lors de l'épreuve elle-même ;
- occurrence de plusieurs transitoires dynamiques de type « coup de bélier », lors de remises en service de réacteurs, mettant en évidence des écarts matériels ou l'absence de respect de consignes d'exploitation : ces transitoires ont conduit à des sollicitations non prévues de certains équipements.

Enfin, l'ASN a constaté l'apparition de signaux de relâchement de la qualité des actions menées par les services inspections reconnus (SIR), qui sont chargés de veiller à l'application, sur chaque site, des dispositions réglementaires concernant les équipements sous pression. L'ASN considère que dans certains cas, ces difficultés peuvent en partie être attribuées à un manque d'effectif du SIR eu égard aux missions dont il a la charge. Les difficultés observées pour certains SIR se sont traduites en mai 2011 par la décision du préfet de l'Isère, sur avis de l'ASN, de ne pas renouveler la reconnaissance du service d'inspection du site de Saint-Alban.

La troisième barrière et le confinement

Comme les années précédentes, l'état du confinement et notamment de la troisième barrière et de ses constituants est considéré comme perfectible pour l'année 2011. L'ASN note en particulier que le nombre d'événements relatifs au confinement est resté stable.

Les résultats des épreuves décennales des enceintes des réacteurs réalisées en 2011 ont tous respecté les critères fixés dans les règles d'exploitation. Les résultats de l'épreuve enceinte du réacteur 5 de Bugey, qui respectent les critères imposés par les règles d'exploitation, sont néanmoins moins satisfaisants que lors du précédent essai, 10 ans auparavant. L'exploitant s'est engagé à réaliser des actions d'expertise pour détecter l'origine de l'augmentation du taux de fuite de l'enceinte et réalisera un essai supplémentaire dans 5 ans.

Concernant les réacteurs de 1300 et 1450 MWe, EDF a présenté à l'ASN des solutions techniques visant à garantir dans le temps les performances de l'étanchéité des enceintes malgré leur vieillissement. L'analyse de ces propositions sera présentée au Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires à partir de 2012.

6 | 1 | 2 Évaluer les dispositions concernant les hommes et les organisations

La prise en compte des facteurs organisationnels et humains (FOH) dans les activités d'exploitation

L'ASN juge que l'organisation et les actions spécifiques d'amélioration de la prise en compte des FOH dans les activités d'exploitation sont hétérogènes en fonction des sites. L'organisation mise en place par EDF pour la prise en compte des facteurs humains prévoit un poste de consultant « facteurs humains » (FH) pour deux réacteurs. L'ASN note une professionnalisation satisfaisante des consultants FH, qui viennent généralement du terrain. En revanche, l'ASN relève depuis plusieurs années des insuffisances dans les moyens mis à disposition des consultants FH. En particulier, il a été constaté que des postes de consultant FH restent parfois vacants sur certains sites. Outre les consultants FH, quelques sites disposent d'un réseau de correspondants FH présents au sein des services métiers, mais le temps qui leur est alloué pour cette mission est souvent très limité. De plus, sur la majorité des sites, les membres du réseau de correspondants FH sont rarement formés. L'ASN considère donc que la position des consultants FH et des correspondants FH dans l'organisation des sites doit continuer de s'améliorer, de façon à ce que le point de vue FOH puisse continuer à gagner en assise dans le système de management.

L'ASN note les efforts importants engagés par EDF pour développer la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation des interventions dans le cadre du projet national « performance humaine » et considère qu'elle doit être poursuivie. Ainsi, les managers renforcent leur présence sur le terrain, même si parfois ces visites de terrain sont plutôt réalisées dans la perspective de contrôler l'état des installations dans le cadre du projet « obtenir un état exemplaire des installations (OEEI) », plutôt que pour effectuer des observations de situations de travail, comme proposé dans le cadre du projet « performance

humaine ». Par ailleurs, l'ASN précise que l'application du projet « performance humaine » par les sites ne doit pas s'effectuer au détriment d'autres actions, propres aux sites, d'amélioration de la considération de points de vue « FOH » lors des activités d'exploitation et du management de la sûreté des sites, mais doit être considéré comme complémentaire. En effet, même sur les sites où les pratiques de fiabilisation sont bien instaurées dans les pratiques usuelles des travailleurs, des composantes « humaines » ou « organisationnelles » des erreurs responsables de la survenue d'événements significatifs, sont toujours constatés.

Enfin, l'ASN a constaté que les actions FH visent principalement à diffuser et mettre en œuvre les politiques et exigences managériales, mais encore trop peu dans le sens d'une meilleure prise en compte des réalités du terrain par le management du site.

L'analyse du retour d'expérience du point de vue des FOH

Les consultants FH ne sont pas systématiquement intégrés au processus d'analyse du retour d'expérience. Ils interviennent parfois en appui auprès des métiers, le plus souvent à leur demande, pour aider à analyser sous l'angle FH un événement. L'ASN considère que les consultants FH doivent être plus naturellement et systématiquement consultés par la direction des sites lors des analyses d'événement. Lorsqu'ils existent, les réseaux de correspondants facteurs humains dans les services métier sont parfois impliqués dans l'analyse des événements. En revanche, la question se pose toujours du suivi effectif, par le consultant FH, des suites données aux constats recueillis lors des analyses d'événements.

Les conditions de travail

L'ASN relève encore en 2011, sur plusieurs CNPE, de nombreuses insuffisances qui concernent les documents opérationnels et les interfaces hommes-machines. L'ASN a, ainsi, pu constater des matériels mal adaptés aux tâches à effectuer, des locaux exigus, des documents inappropriés, incomplets ou peu accessibles, des défauts de repérage, des indications difficiles à lire, qui ont pu conduire parfois à des événements significatifs.

L'ASN souligne que les défauts liés à l'ergonomie fragilisent d'autant plus l'activité des intervenants que ceux-ci sont soumis à des conditions de travail et de sérénité rendues difficiles par des contraintes liées à l'organisation du travail, à des modifications de planning et des problèmes de coordination des chantiers, qui engendrent des retards ou des reports d'activités. L'ASN a aussi pu constater plusieurs situations engendrant une charge de travail pour les opérateurs, ce qui entraîne un risque pour leur santé et peut devenir un gisement de risque pour la sûreté.

La gestion des compétences et habilitations

L'organisation en place sur les sites pour gérer les compétences et les habilitations est satisfaisante et les processus de gestion sont bien documentés et cohérents. Des insuffisances sur certains sites sont toutefois encore relevées par l'ASN lors des inspections, pour ce qui concerne la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) permettant d'anticiper le renouvellement des compétences. Ainsi, des cas de défaut d'anticipation du départ massif sur certains métiers ont été remarqués

sur quelques sites. Le relatif équilibre qui a pu être observé jusqu'à présent risque toutefois d'être bouleversé alors que s'engagent simultanément une relève importante des générations et des travaux considérables à la suite des ECS.

De manière générale, les programmes de formation sont mis en œuvre de façon satisfaisante, et le déploiement des académies de métiers est souligné comme un point fort pour la formation des nouveaux arrivants sur sites. Toutefois des écarts sont encore relevés lors d'inspections ou à la suite d'événements significatifs, en particulier dans les domaines du transport de marchandises radioactives, de la radioprotection et de la protection de l'environnement. Enfin, l'ASN note une bonne qualité du remplissage des carnets de professionnalisation des agents et relève peu de défauts d'habilitation des personnels d'exploitation.

La prise en compte des FOH dans les modifications des réacteurs en exploitation

Dans les centres d'ingénierie, l'organisation définie et mise en œuvre pour la prise en compte des FOH semble satisfaisante. Ainsi, dans un des centres inspectés, les inspecteurs ont constaté un plan d'actions structuré et documenté et une organisation mise en place, notamment à travers la constitution d'un comité SOH et la nomination d'un référent SOH.

Évaluer les dispositions concernant les prestataires dans les activités d'exploitation

Concernant les modalités de choix des entreprises prestataires pour l'attribution des marchés, que ce soit en termes de politique d'achat (par ex., utilisation possible de critères non liés aux prix, augmentation de la durée moyenne des marchés de maintenance sur site, etc.) ou du système de qualification, les inspections n'ont mis en exergue aucun dysfonctionnement notable. Pour autant, l'ASN estime nécessaire qu'EDF entame une réflexion sur sa politique industrielle en matière de maintenance et de recours aux entreprises prestataires, en particulier sur l'adéquation du tissu industriel pour répondre à ses besoins industriels nécessaires pour assurer la sûreté des installations, ainsi que sur le maintien de compétences internes pour les activités majoritairement sous-traitées.

Pour ce qui concerne la surveillance des activités sous-traitées, l'ASN estime qu'EDF ne progresse plus dans le domaine de la surveillance des entreprises prestataires depuis 2009. En effet, des écarts importants et répétés sont constatés, d'une part dans la surveillance d'EDF envers les prestataires (rang 1) et d'autre part dans la surveillance des prestataires envers les sous-traitants (rang supérieur ou égal à 2). Ainsi, il a été remarqué lors des inspections, que la surveillance d'EDF envers les prestataires était parfois absente, en particulier lors des pics de charge. De même, les inspections ont permis d'observer que la vérification, de la part d'EDF, de la surveillance des prestataires envers les sous-traitants, était en générale lacunaire ou parfois inexistante. Par ailleurs, la qualité des programmes de surveillance, qui permettent d'assurer la traçabilité des actions de surveillance (points d'arrêts et autres actions), est inégale en fonction des sites. Enfin, EDF doit vérifier l'adéquation des ressources allouées à la surveillance, en quantité et en qualité, au regard des activités sous-traitées. L'ASN considère donc que la surveillance des activités réalisées par les entreprises prestataires et les sous-traitants doit être rapidement améliorée et renforcée,

compte tenu des enjeux de ces activités pour la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement.

L'organisation du travail et les conditions d'interventions des entreprises prestataires sont, quant à elles, toujours perfectibles. En particulier, l'ASN a constaté, comme les années précédentes, que les ressources matérielles mises à dispositions des prestataires sont fréquemment insuffisantes ou inadaptées, ce qui a pu, dans certains cas, conduire à la détérioration de la qualité des interventions et à la dégradation des conditions de travail, en matière de sécurité et de radioprotection. De plus, la vie des intervenants prestataires sur les sites n'est pas toujours facilitée du fait, par exemple, de conditions d'accueil insatisfaisantes sur certains sites (par ex., des vestiaires sans douche fonctionnelle, une absence de chauffage dans certains locaux, etc.). Les réunions de levée des préalables, qui doivent être systématiques et permettre de s'assurer, avant de lancer toute intervention, de l'adéquation des moyens mis en œuvre pour la réalisation des interventions aux exigences spécifiées, sont parfois insuffisantes dans leur efficacité. Enfin, le délai minimum de 4 mois pour la passation des commandes n'est pas toujours respecté, même si certains sites mettent en œuvre des dispositions pour tenir informées les entreprises prestataires, au moins oralement, du volume d'activité envisagé.

6 | 1 | 3 Évaluer et analyser la radioprotection

En 2011, l'ASN a mené vingt-neuf inspections spécifiques à la thématique radioprotection, dont cinq dans le cadre d'une inspection de revue qui portait sur la prise en compte de la radioprotection par les quatre centrales nucléaires situées en bord de Loire et sur l'interface entre ces centrales nucléaires et les services centraux d'EDF (voir graphiques 2, 3 et 4).

Au vu des différents constats effectués par l'ASN lors de ces inspections et des analyses des événements significatifs concernant la radioprotection, l'ASN considère que les résultats du parc dans le domaine de la radioprotection se sont améliorés mais restent perfectibles.

De manière générale, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre sur les centrales nucléaires en matière de radioprotection est globalement satisfaisante.

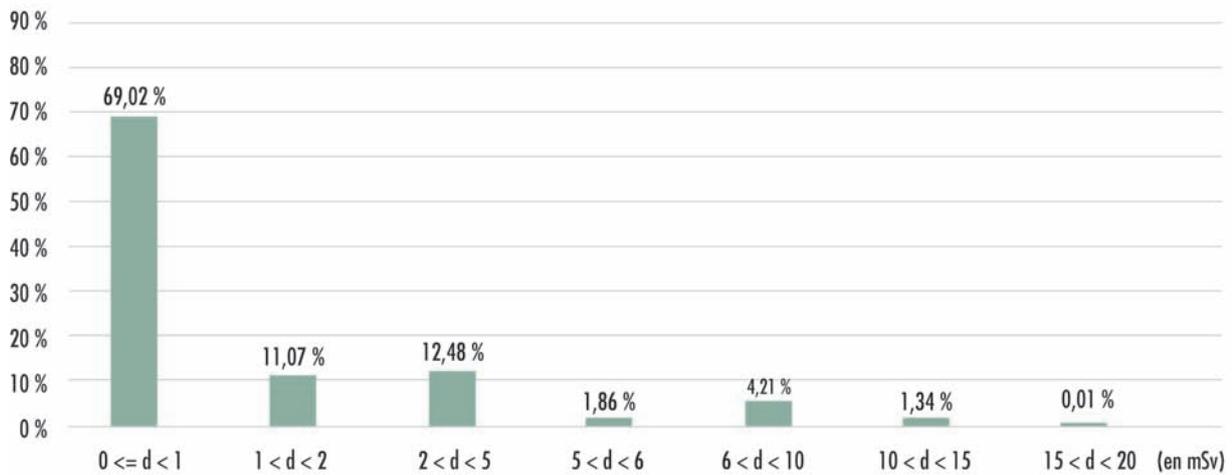
En particulier l'ASN constate d'une part que les opérations de radiographie industrielle sont bien préparées, et d'autre part que les efforts entrepris par EDF depuis 2010 pour relancer la démarche ALARA sur les sites ont été maintenus.

Cependant, l'ASN note que la dosimétrie collective par réacteur a augmenté en 2011 à cause du nombre important de visites décennales de réacteurs. Or le volume d'activités de maintenance va rester important, voire augmenter ces prochaines années. Par conséquent, l'ASN considère qu'EDF doit accentuer, lors des futures campagnes d'arrêts de réacteurs, ses efforts pour poursuivre l'optimisation des dosimétries collectives et individuelles.

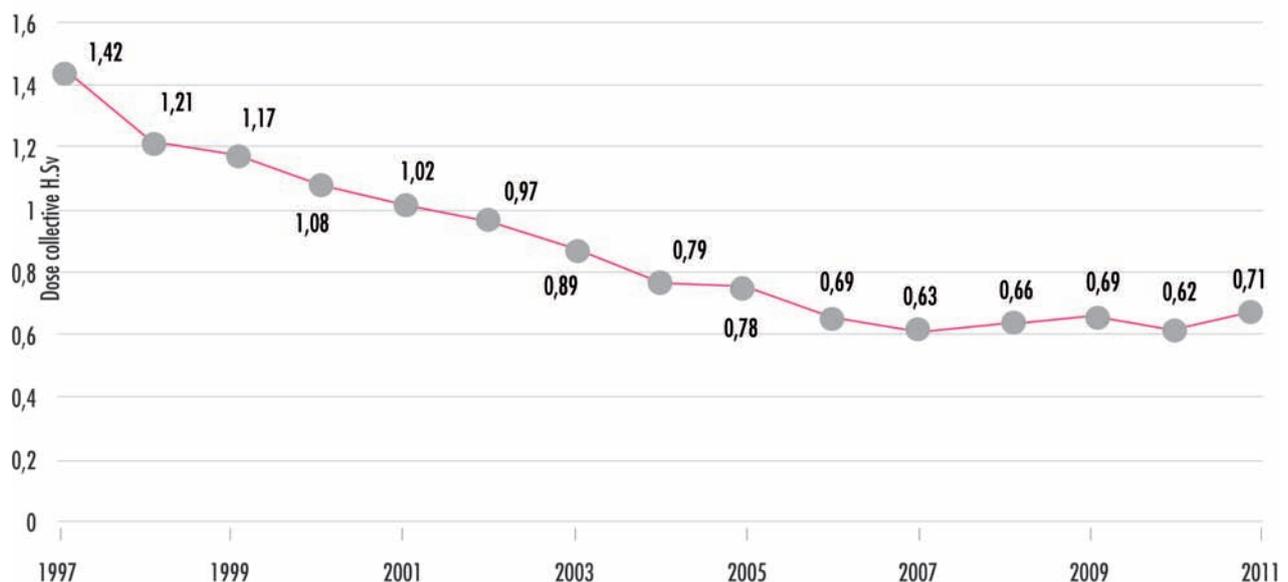
Par ailleurs, l'ASN constate que le processus d'accès en zone rouge n'est pas encore parfaitement maîtrisé : des accès involontaires ou des défauts de condamnation de zones rouge sont encore observés.

Enfin, l'ASN rappelle qu'EDF doit améliorer la qualité et la prise en compte des analyses de risques, la maîtrise de la

Graphique 2 : répartition de la population par plage de dose sur l'année 2011 (données EDF)



Graphique 3 : dose collective moyenne par réacteur (données EDF)



contamination des zones contrôlées, la surveillance de l'application des règles de radioprotection, l'adaptation des moyens en personnels du service compétent en radioprotection présents sur le terrain et le déploiement jusqu'aux intervenants du retour d'expérience et des bonnes pratiques.

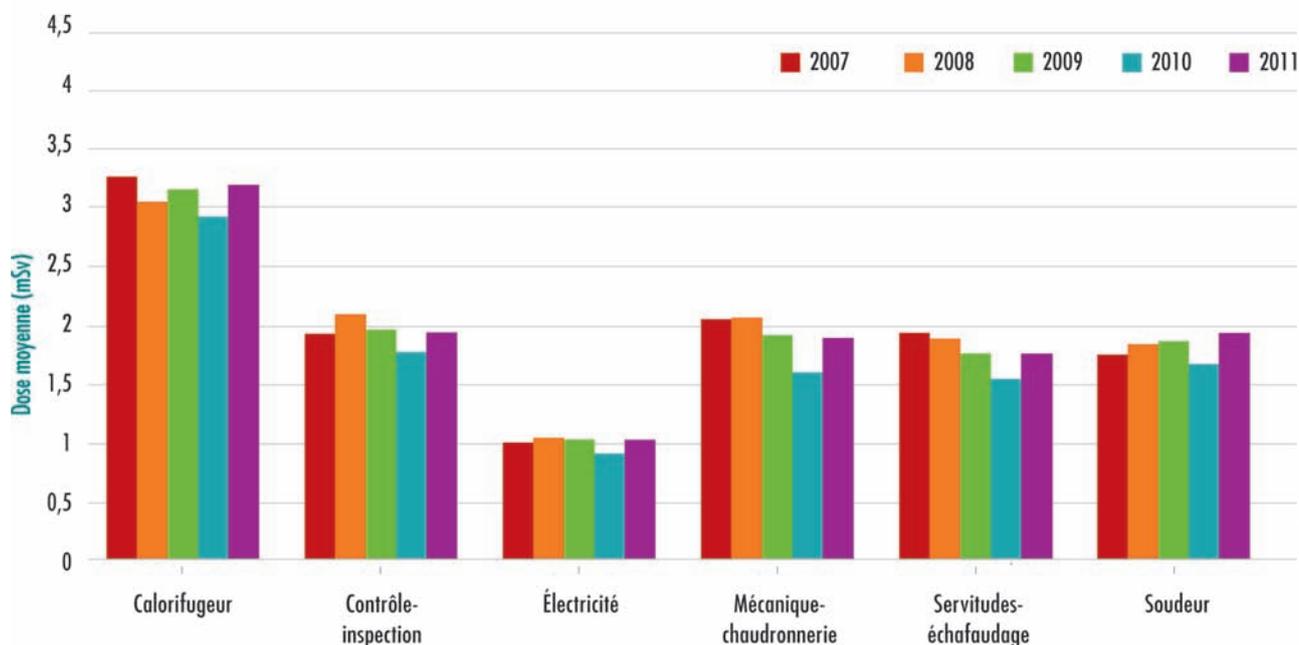
6 | 1 | 4 Évaluer la santé et la sécurité, les relations professionnelles et la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

En 2011, l'inspection du travail de l'ASN a mené 580 interventions lors d'environ 256 journées d'inspection sur le terrain,

centrales nucléaires, en construction, en fonctionnement ou en démantèlement, relevé 1258 observations et adressé six procès verbaux aux parquets concernés.

En matière de santé et de sécurité des travailleurs, l'inspection du travail de l'ASN note une disparité entre les travailleurs d'EDF et les travailleurs sous-traitants, qui interviennent majoritairement sur des chantiers et pour des travaux de maintenance et sont plus exposés aux risques conventionnels: les fréquences d'accidents du travail (nombre d'accidents avec arrêt par millions d'heures de travail) pour 2011 sur l'ensemble du parc de réacteurs étaient de 3,5 pour EDF et de 4,2 pour les sous-traitants. Toutefois, il convient de préciser que ces fréquences se rapprochent depuis plusieurs années (baisse significative du

Graphique 4 : évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de travailleurs intervenant lors de la maintenance des réacteurs (données EDF)



taux de fréquence chez les sous-traitants), et que ces résultats, comparables à ceux d'activités de service tertiaires, sont significativement inférieurs aux moyennes observées dans l'industrie. L'inspection du travail de l'ASN relève des initiatives notables sur des sujets tels que le levage ou les entrées dans le bâtiment réacteur en puissance, mais considère essentiel qu'EDF développe sa politique de prévention des risques professionnels lors des interventions des salariés d'entreprises extérieures et les plans de prévention prévus par la réglementation.

De même, en matière d'emploi, l'ASN relève des disparités entre les salariés d'EDF et ceux des sous-traitants. Elle a attiré l'attention d'EDF sur des situations potentielles de marchandage et de prêt illégal de main-d'œuvre, notamment lorsque les prestations sont peu précisées dans le temps ou en cas d'aléas.

Concernant l'évaluation des risques psychosociaux, l'ASN observe avec satisfaction qu'EDF a entamé une action d'envergure nationale pour se mettre en conformité avec la réglementation.

Ponctuellement et sur un nombre limité de sites, des situations peuvent être à l'origine de risques sur le niveau de sûreté des installations et sur la santé des travailleurs à travers la tension psychologique engendrée.

Sur le chantier de l'EPR, l'ASN déplore des effectifs de coordination et de supervision sur la sécurité de chantier insuffisants au regard de la complexité des activités présentes et à venir, ainsi que des infractions en matière de sous-déclaration des accidents du travail et de travail dissimulé, ou à la suite d'accidents du travail.

En matière de relations professionnelles, l'inspection du travail de l'ASN note que les institutions représentatives du personnel fonctionnent correctement dans l'ensemble, mais constate une forte hétérogénéité sur le parc, le dialogue social étant parfois très difficile. De nombreux CHSCT utilisent leur droit d'alerte en cas de danger grave et imminent lors de périodes de tension : l'ASN estime que cette action doit être réservée aux situations dangereuses et qu'EDF ne prend pas suffisamment en compte en amont les alertes et les remontées sur le climat social.

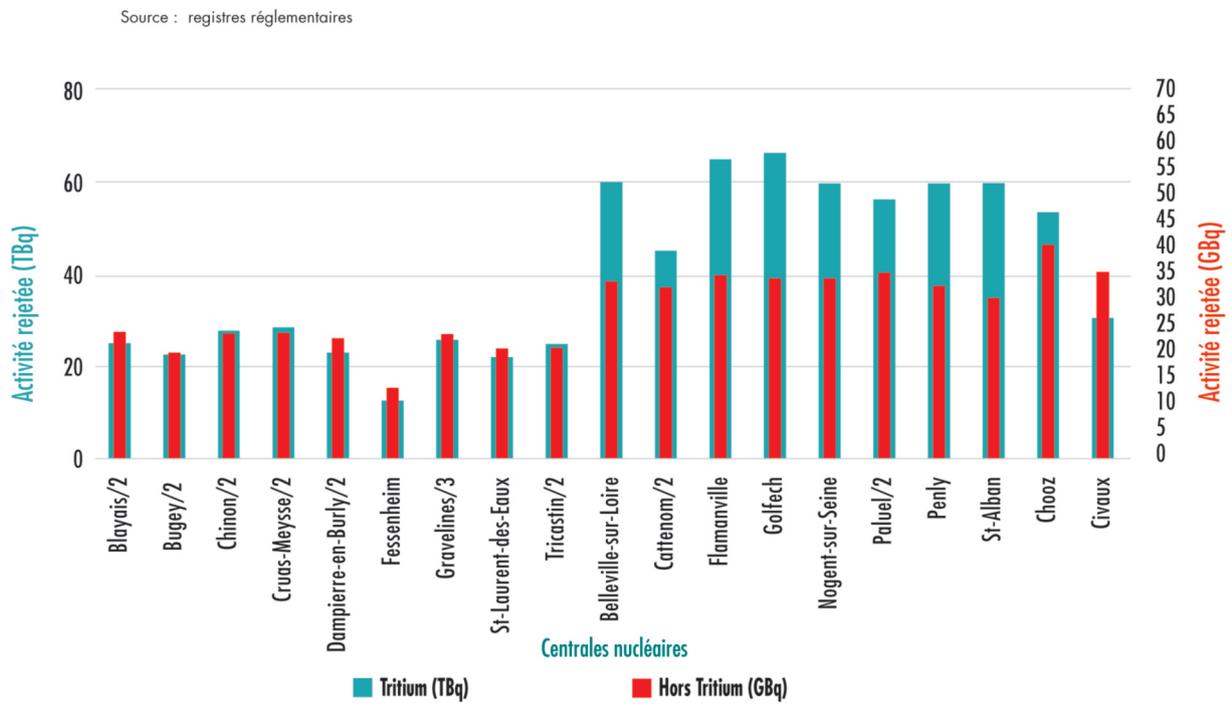
Lors des arrêts de réacteurs, l'organisation du travail mise en place pour respecter les délais impartis conduit régulièrement l'ensemble des sites à dépasser les maxima de durée du travail et à ne pas respecter les temps de repos. L'inspection du travail de l'ASN a constaté à plusieurs reprises de telles situations, déjà relevées par voie de procès verbal. Si EDF a accompli des efforts notables pour redresser la situation en 2011, mettant en place des procédures réglementaires d'autorisation administrative, sa politique doit impérativement considérer l'ensemble des personnels, y compris les cadres.

D'une façon générale, la situation des centrales nucléaires vue de l'inspection du travail de l'ASN est jugée hétérogène, et perfectible sur l'ensemble des thématiques.

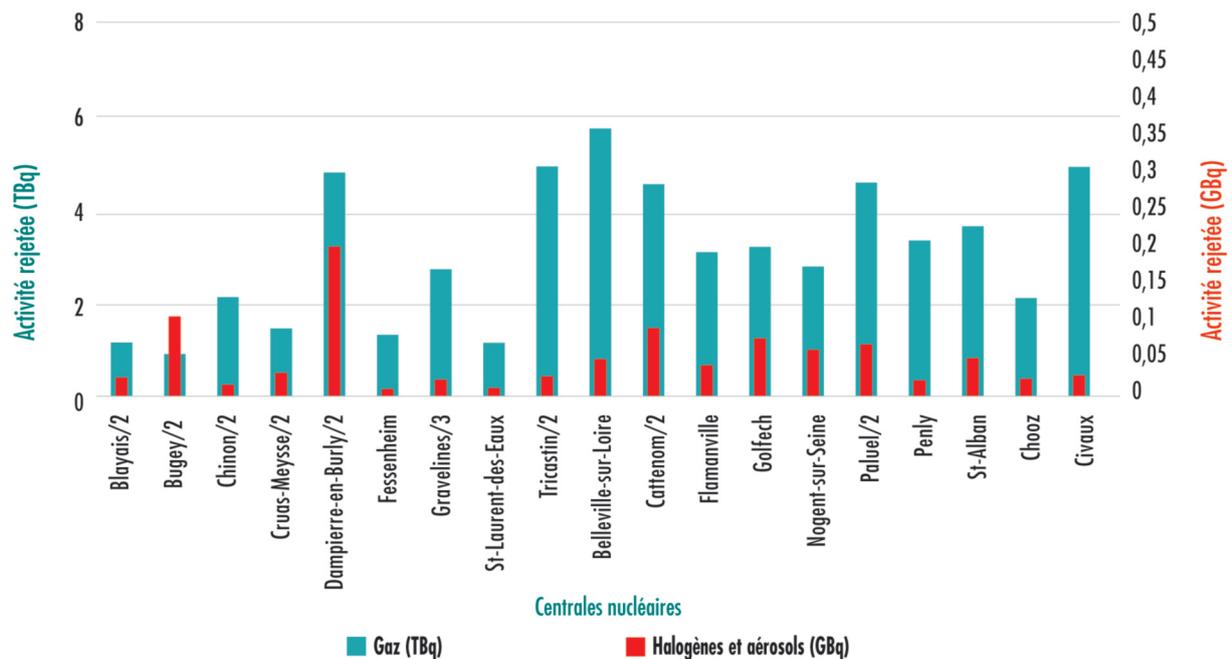


Maintenance dans le bâtiment réacteur sur le site de Flamanville pendant l'arrêt du réacteur 2

Graphique 5 : rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2011



Graphique 6 : rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2011



Graphique 7 : évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2006 à 2011



6 | 1 | 5 Évaluer et analyser les dispositions prises en matière de protection de l'environnement

Malgré une dynamique positive déjà relevée en 2010 par l'ASN et une organisation en matière d'environnement satisfaisante sur la plupart des sites, l'ASN observe encore de nombreux écarts sur l'ensemble du parc et les performances restent perfectibles.

En effet, des écarts relatifs à la conformité des installations, à la mise en œuvre d'actions correctives, et à la surveillance des prestataires ont été mis en exergue cette année. En outre, plusieurs irrégularités dans l'application des arrêtés d'autorisation de rejets et de l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié⁶, ainsi que dans la gestion des déchets ont été relevées par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN note que les actions engagées par EDF pour améliorer la gestion des groupes frigorifiques ne permettent pas à ce jour d'éliminer les rejets à l'atmosphère de fluides frigorigènes.

Les valeurs des rejets radioactifs

L'exploitant communique régulièrement à l'ASN ses résultats en matière de rejets. Ces données sont examinées attentivement et mises en relation avec le fonctionnement des réacteurs pendant la période considérée. Les anomalies détectées font l'objet de demandes d'informations complémentaires auprès de l'exploitant.

Les résultats de 2011 concernant les rejets d'effluents radioactifs sont présentés dans les graphiques 5 et 6. Le graphique 5

« rejets radioactifs liquides » présente les rejets en 2011, par paires de réacteurs, en tritium liquide et hors tritium liquide (carbone 14, iode 131, nickel 63 et autres radionucléides émetteurs bêta et gamma). Le graphique 6 « rejets radioactifs gazeux » présente les rejets en 2011, par paires de réacteurs, en gaz (carbone 14, tritium et gaz rares) et en halogènes et aérosols (iode et autres radionucléides émetteurs bêta et gamma).

6 | 1 | 6 Analyser les statistiques sur les événements significatifs

Les événements significatifs en 2011

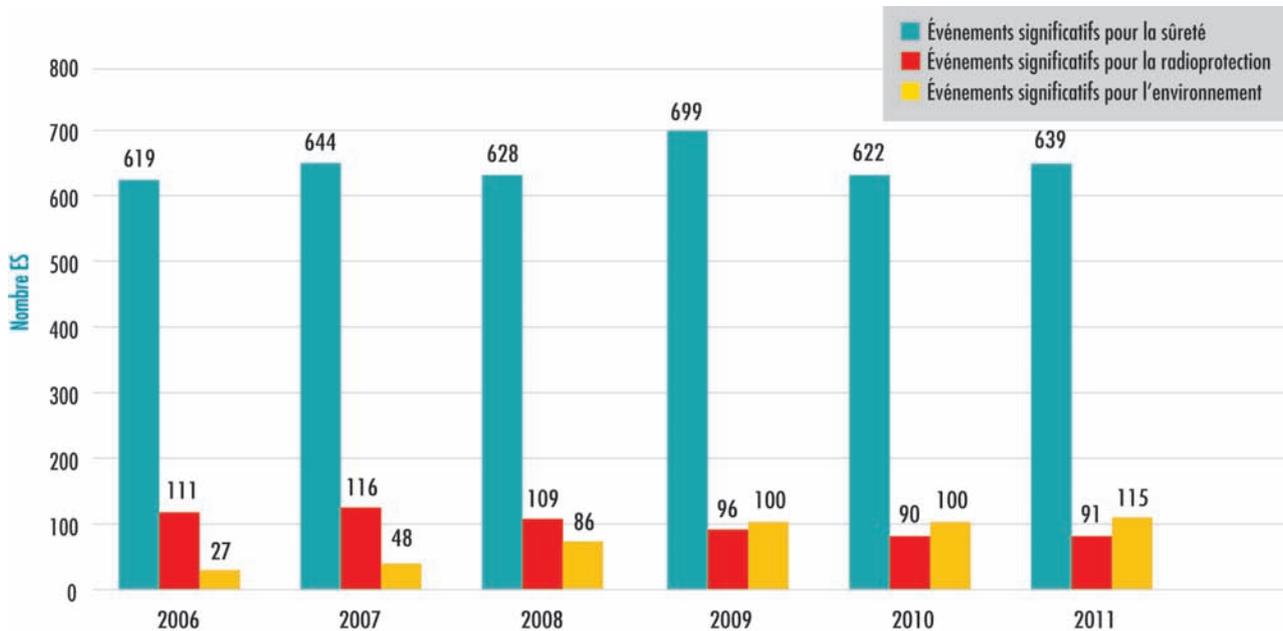
En application des règles relatives à la déclaration des événements significatifs dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement, EDF a déclaré, au cours de l'année 2011, 639 événements significatifs au titre de la sûreté, 91 au titre de la radioprotection et 115 au titre de la protection de l'environnement (qui ne concernent ni la sûreté nucléaire ni la radioprotection). 747 événements ont été classés sur l'échelle INES.

Le graphique 7 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2006.

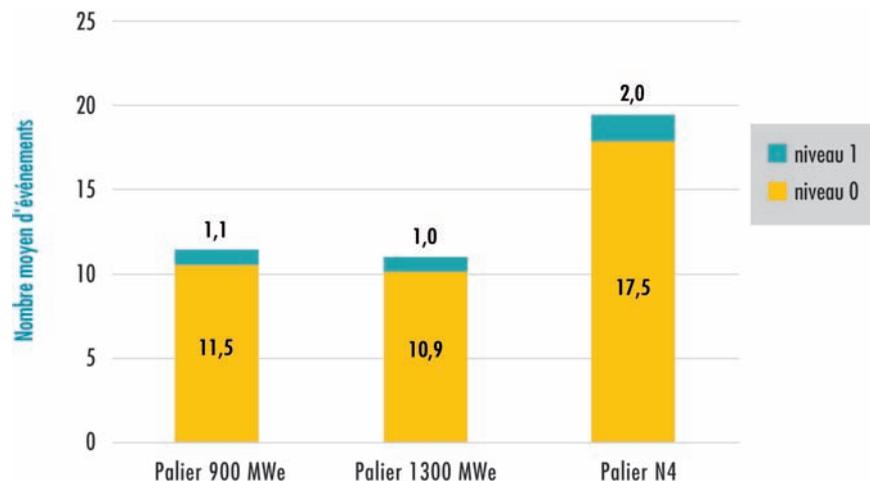
Le graphique 8 présente l'évolution depuis 2006 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : événements significatifs pour la sûreté (ESS), événements significatifs pour la radioprotection (ESR), événements significatifs pour l'environnement (ESE).

6. Arrêté du 31 décembre 1999 modifié fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base.

Graphique 8 : évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2006 à 2011



Graphique 9 : nombre moyen d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF par type de réacteur et par an pour l'année 2011



Le nombre d'ESS déclarés a augmenté d'environ 3 % par rapport à 2010 et un ESS générique a été classé au niveau 2 de l'échelle INES (voir encadré au point 2 | 2 | 2).

Le nombre d'ESR est stable par rapport à 2010 mais en diminution depuis 2007. Cette baisse est principalement due à l'amélioration permanente des moyens utilisés pour se protéger contre les rayonnements ionisants. En tant que responsable de la radioprotection dans les centrales, EDF doit veiller à la protection et au maintien de la culture de sûreté de son personnel mais aussi des agents des entreprises prestataires.

Le nombre d'ESE est en augmentation par rapport à l'année dernière et reste élevé par rapport aux autres années : la protection de l'environnement doit rester au centre des préoccupations d'EDF.

Le graphique 9 présente le nombre moyen pour l'année 2011 d'événements significatifs classés au niveau 0 et 1 de l'échelle INES par paliers. Le nombre moyen légèrement supérieur pour le palier N4 est dû principalement aux arrêts de réacteurs plus nombreux en 2011 pour celui-ci. En effet, l'augmentation du nombre d'interventions et d'activités durant les périodes d'arrêt contribue généralement à l'accroissement des écarts.

6|2 Évaluer chaque site

Belleville-sur-Loire

L'ASN estime que les performances du site de Belleville-sur-Loire rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement. Elle considère que les progrès enregistrés globalement en 2011 en matière de sûreté doivent être poursuivis notamment pour la conduite des installations et la rigueur des interventions. En matière de radioprotection, le site a mis en place plusieurs plans d'actions visant à renforcer les mesures de protection. Ces actions ont été déployées dans le cadre de l'arrêt du réacteur 1 au cours duquel une inétanchéité du gainage de crayons combustibles a été constatée.

Enfin, dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN note que les performances du site doivent encore progresser malgré les actions de fond engagées ces dernières années. La maîtrise des prescriptions s'appliquant aux installations susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement doit être plus rigoureuse.

Lors de l'inspection menée par l'ASN sur le site de Belleville dans le cadre du retour d'expérience de Fukushima, il a notamment été constaté que si l'organisation prévue pour prévenir un risque d'inondation paraît satisfaisante, elle mérite d'être testée par des exercices. En matière de séisme, l'organisation doit également être consolidée par le retour d'expérience issu de la réalisation d'exercices complets.

Blayais

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement du site du Blayais rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de radioprotection se distinguent de manière positive. En effet, l'ASN estime que le site a fait preuve de rigueur dans ce domaine, notamment dans la gestion des zones contrôlées et de la dosimétrie.

L'ASN estime que le site doit apporter plus de rigueur dans la préparation, la réalisation et le contrôle des opérations d'exploitation et des activités de maintenance. A ce titre, la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation doit être améliorée.

Enfin, malgré une maîtrise accrue des rejets, le site devra assurer un suivi et une maintenance plus rigoureux des matériels qui contribuent à la protection et à la surveillance de l'environnement afin de garantir le respect des exigences réglementaires.

A l'issue des inspections menées à la suite de l'accident de Fukushima, l'impression globale est satisfaisante en ce qui concerne les thématiques "inondation", "refroidissement – perte de la source froide" et "organisation et moyens de crise". En revanche, la prise en compte du risque « séisme » doit être améliorée.

Bugey

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site du Bugey rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire l'ASN note qu'en 2011 la qualité d'exploitation du site du Bugey a montré, comme en 2010, des signes de faiblesses. L'ASN considère en particulier que des améliorations notables doivent être apportées en matière de consignation, de configuration de circuit et de respect des spécifications techniques d'exploitation.

En 2011, le site a dû faire face à une importante campagne d'arrêts de réacteurs comprenant notamment les troisièmes visites décennales des réacteurs 4 et 5, ces dernières ayant duré respectivement 5 et 6 mois. Le redémarrage du réacteur 5 a été perturbé par plusieurs incidents d'exploitation liés à des non conformités de configuration de circuits retardant d'un mois la remise en production du réacteur.

En matière de radioprotection, l'ASN note une légère amélioration en matière de dosimétrie des travailleurs intervenant sur le site.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que le site doit progresser dans la gestion des déchets.

De manière générale, l'ASN attend du site du Bugey en 2012 des progrès notables en matière de rigueur d'exploitation à l'issue de deux années marquées par des programmes de travaux importants.

L'inspection menée du 19 au 21 septembre 2011 à la lumière de l'accident nucléaire de Fukushima sur les thèmes « séisme », « inondation », « alimentations électriques », « source froide », « refroidissement », « plan d'urgence interne » et « gestion opérationnelle des situations d'urgence » s'est révélée globalement satisfaisante.

Cattenom

L'ASN considère que les performances du site de Cattenom en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement sont satisfaisantes et rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. En particulier, l'ASN considère que la radioprotection des travailleurs s'améliore grâce aux actions engagées par le site.

L'ASN considère que le site est bien préparé aux situations d'urgence. Lors de l'inspection menée par l'ASN sur le site du 2 au 5 août 2011 dans le cadre du retour d'expérience de Fukushima, il a notamment été constaté que la gestion des matériels mobiles de secours est satisfaisante, et les mises en situation concrètes ont montré une bonne anticipation des intervenants. Cette inspection a laissé une impression globalement satisfaisante sur l'ensemble des autres sujets inspectés.

L'AIEA a réalisé en novembre 2011 une mission d'évaluation de la sûreté en exploitation (mission OSART) de la centrale de Cattenom, la deuxième sur le site après 1994, et a confirmé le jugement que l'ASN porte sur ce site.

Chinon

L'ASN considère que les performances de la centrale de Chinon en matière de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection du site demeurent en retrait.

L'ASN estime que, contrairement à l'ensemble du parc, le site de Chinon n'a pas progressé en matière de radioprotection et

plusieurs événements significatifs et constats d'inspections ont mis en évidence des défauts dans la préparation des interventions. L'ASN a notamment constaté à plusieurs reprises des incohérences dans les autorisations d'accès en zone orange ainsi que dans les documents de chantiers. Par ailleurs, le manque de rigueur constaté dans la réalisation des opérations d'exploitation et dans l'application des référentiels et procédures d'exploitation reste un point perfectible. En ce sens un plan d'action volontariste a été mis en place par la direction du site.

Lors de l'inspection menée par l'ASN sur le site de Chinon, en présence de deux membres de la CLI, dans le cadre du retour d'expérience de Fukushima, il a notamment été constaté que la prévention des conséquences et l'organisation en cas de survenue d'un séisme paraissait fragile, notamment au niveau documentaire. La gestion de la source froide est apparue satisfaisante. Par ailleurs, le périmètre des exercices « inondation » mériterait d'être élargi, par exemple en impliquant plusieurs réacteurs.

Chooz

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection de Chooz rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN estime que le site de Chooz se distingue favorablement concernant le respect des exigences liées à la réglementation sur les appareils à pression, notamment concernant les circuits primaires et secondaires principaux.

Toutefois l'ASN estime que le site de Chooz devra rester attentif vis à vis des phénomènes de déformation des assemblages combustibles.

L'ASN considère que les performances en matière de protection de l'environnement sont en retrait par rapport à l'appréciation générale portée sur le parc d'EDF. En particulier le site de Chooz doit assurer avec plus de rigueur le suivi et l'exploitation de son installation de traitement à la monochloramine des tours aéroréfrigérantes et de façon plus générale la prise en compte des risques liés à l'utilisation de produits chimiques.

A l'issue des inspections menées à la suite de l'accident de Fukushima en présence de membres de la CLI et de l'Autorité de sûreté belge, l'ASN considère que le CNPE de Chooz doit améliorer son organisation visant à faire face à un séisme. Les autres thématiques ont laissé une impression globalement satisfaisante.

Civaux

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Civaux rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN note que le site a des progrès particuliers à faire dans la préparation et la fiabilisation des interventions. Elle constate également des écarts de conformité récurrents sur des matériels qualifiés au séisme.

Par ailleurs, l'ASN relève que la dosimétrie collective reste faible malgré les nombreux chantiers qui se sont déroulés lors de la visite décennale. Toutefois, elle attend des améliorations dans les modalités de mise en œuvre de la démarche

EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées).

L'ASN considère que le site doit rester vigilant dans la gestion de ses rejets en période d'étiage.

Bien que l'inspection menée à la suite de l'accident de Fukushima n'ait pas mis en évidence d'écart majeur par rapport au référentiel applicable dans les domaines concernés, l'ASN considère que le CNPE de Civaux doit améliorer son organisation visant à faire face à un séisme.

Cruas-Meyssse

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Cruas-Meyssse rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, le site doit poursuivre les efforts réalisés pour améliorer la rigueur exercée dans les opérations de conduite, en renforçant notamment la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation lors des interventions.

En matière de radioprotection, le site présente à nouveau en 2011 des résultats contrastés: si les résultats obtenus dans le domaine des contrôles gammagraphiques s'avèrent satisfaisants, le contrôle des accès dans les zones radiologiques classées orange doit être renforcé. En outre, l'ASN considère que la propreté radiologique du site doit être notablement améliorée.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN a de nouveau constaté en 2011 que la prise en compte des enjeux environnementaux liés à la modification d'installations doit être améliorée.

L'ASN a noté en 2011 une dégradation notable des conditions de sécurité au travail et attend des actions concrètes dans ce domaine en 2012.

Enfin, à la lumière des retards constatés dans les plans de formation, l'ASN considère que le site de Cruas-Meyssse doit améliorer sa gestion des compétences. En outre, la surveillance des prestataires intervenant sur le site doit être significativement renforcée.

L'inspection menée du 19 au 21 octobre 2011 à la lumière de l'accident nucléaire de Fukushima sur les thèmes « séisme », « alimentations électriques », « source froide », « refroidissement », « plan d'urgence interne » et « gestion opérationnelle des situations d'urgence » s'est révélée globalement satisfaisante. La prise en compte du risque d'inondation par le site de Cruas-Meyssse doit néanmoins être renforcée.

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 que l'ASN porte sur EDF.

Toutefois, les efforts afin d'améliorer la rigueur d'exploitation doivent être poursuivis. Des écarts de qualité ont également été détectés en 2011 lors de la préparation et de la réalisation d'opérations de maintenance.

Concernant la sécurité et la radioprotection des travailleurs, des écarts à la réglementation ont à nouveau été constatés. Mais l'ASN note les bons résultats du site et la diminution du nombre d'événements significatif liés à la radioprotection.

Le site se distingue toujours de manière positive pour la maîtrise de l'impact des installations sur l'environnement. L'optimisation des rejets chimiques et radioactifs s'est poursuivie en parallèle de la mise en œuvre des nouvelles autorisations de rejets et de prélèvements.

Lors de l'inspection menée à la suite de l'accident de Fukushima, la gestion du risque inondation est apparue globalement satisfaisante. Toutefois, la surveillance de la protection de l'îlot nucléaire contre les infiltrations d'eau n'est pas conforme aux règles applicables. Par ailleurs, la gestion du risque sismique par la centrale nucléaire de Dampierre n'est pas apparue satisfaisante.

Fessenheim

L'ASN considère que les performances du site de Fessenheim en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement et de radioprotection sont satisfaisantes et rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN constate des progrès en matière de maintenance des installations et de suivi des prestataires, au cours d'une année 2011 particulièrement chargée, notamment avec la troisième visite décennale du réacteur 2 et un arrêt concomitant sur le réacteur 1. L'exploitant a tenu compte du retour d'expérience des arrêts précédents.

L'ASN note que de nombreux matériels ont été remplacés pour améliorer l'état des installations. Le respect des prescriptions techniques prises par l'ASN à la suite de la troisième visite décennale du réacteur 1 contribuera à élever le niveau de sûreté afin d'envisager la poursuite de l'exploitation de ce réacteur jusqu'à 40 ans.

En revanche, l'ASN considère que la radioprotection des travailleurs ne s'améliore pas, malgré la proposition d'un plan d'action suite à des constats de l'ASN en 2010.

Enfin, l'inspection menée par l'ASN du 27 au 30 septembre 2011 à la suite de l'accident de Fukushima a laissé une impression très satisfaisante sur l'ensemble des sujets inspectés.

Flamanville

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Flamanville rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN considère que le site doit poursuivre ses efforts dans les domaines organisationnels et de la culture de sûreté. L'ASN constate des progrès sensibles dans la résorption du passif de maintenance et l'amélioration de l'état des installations. Le site doit progresser dans la maîtrise des arrêts de réacteur en terme de réactivité et d'anticipation des dossiers techniques à enjeux de sûreté.

L'inspection « retour d'expérience Fukushima » est satisfaisante sur quatre des cinq thématiques inspectées (gestion des situations d'urgence, inondation, alimentations électriques et refroidissement)

mais le site doit mieux prendre en compte la thématique « séisme ».

Golfech

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Golfech rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de protection de l'environnement et de radioprotection se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN estime que le site doit apporter plus de rigueur dans la préparation, la réalisation et le contrôle de second niveau des opérations d'exploitation ainsi que dans la surveillance des activités de maintenance réalisées par des prestataires. Par ailleurs, l'ASN estime que la prise en compte du risque sismique et la gestion des situations d'urgence doivent être améliorées.

En matière de radioprotection, l'ASN note le maintien des bonnes performances du site depuis plusieurs années et la maîtrise satisfaisante de la contamination des zones contrôlées.

À l'issue de l'inspection « retour d'expérience Fukushima », l'ASN porte un jugement globalement satisfaisant concernant les alimentations électriques et satisfaisant pour la gestion de la source froide.

Gravelines

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Gravelines rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

Toutefois, l'ASN estime que le site doit progresser dans la rigueur, d'une part de la détection et de l'analyse des événements significatifs sûreté et, d'autre part, en matière de maintenance et d'exploitation des réacteurs. L'ASN a notamment demandé à l'exploitant de résorber au plus vite les écarts de conformité de certains équipements, pouvant être affectés en cas de séisme, concourant au refroidissement des réacteurs.

En 2011, EDF a engagé le programme des troisièmes visites décennales du site de Gravelines. L'ASN examine actuellement les résultats des contrôles effectués sur le réacteur 1. Les contrôles ont mis en évidence une fissure sur une pénétration en fond de cuve du réacteur, ce qui constitue une première sur le parc nucléaire français (voir point 5 | 7).

Dans le cadre du retour d'expérience Fukushima, l'inspection menée par l'ASN sur le site de Gravelines, en présence de membres de la CLI, a notamment mis en évidence des axes d'amélioration sur la tenue au séisme de certains équipements et sur la protection contre le risque d'inondation des installations.

L'ASN note l'évolution positive d'EDF dans la prise en compte des risques industriels dans l'environnement du site. Ces efforts doivent être poursuivis.

L'année 2011 a également été marquée par un accident du travail mortel survenu lors de la réalisation de travaux en hauteur.

Nogent-sur-Seine

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement de Nogent rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN constate que le site de Nogent ne progresse plus sur la rigueur d'exploitation. L'année 2011 est marquée par des erreurs de lecture des règles de conduite des installations et des défaillances dans la gestion des consignations de matériels. De plus, l'ASN considère que la diffusion du retour d'expérience au sein des équipes de conduite doit être améliorée.

L'ASN estime par ailleurs que la surveillance des prestataires pendant les arrêts de réacteur reste perfectible, à la fois au niveau du pilotage global et des ressources allouées sur le terrain.

En matière d'environnement, l'ASN estime que des efforts ont été réalisés en 2011, cependant les progrès apparaissent fragiles. Des insuffisances persistent principalement sur la gestion des rétentions d'effluents liquides.

Les inspections menées à la suite de l'accident de Fukushima ont laissé une impression globalement satisfaisante. Quelques écarts restent à corriger concernant principalement les thèmes du séisme et de l'inondation.

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 considère néanmoins que plusieurs événements significatifs déclarés du site mettent en évidence une dégradation de la rigueur des opérations d'exploitation et de maintenance. Ces écarts traduisent des insuffisances en matière de contrôle des activités, de culture de sûreté des agents et de préparation d'interventions impliquant la conduite notamment lors des phases transitoires d'arrêt et de redémarrage.

Les thématiques examinées dans le cadre de l'inspection « retour d'expérience Fukushima » sont prises en compte de façon globalement satisfaisante.

L'ASN estime que le site doit améliorer le suivi et la maintenance des groupes froids compte tenu des rejets récurrents de fluides frigorigènes.

Penly

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Penly se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de protection de l'environnement et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

Le site reste sur la dynamique positive des années précédentes et le contrôle exercé par l'ASN n'a pas fait apparaître de difficulté particulière dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de la protection de l'environnement.

L'inspection « retour d'expérience Fukushima » est satisfaisante mais la thématique « séisme » doit mieux être prise en compte.

Au dernier trimestre, le réacteur 1 a effectué sa seconde visite décennale avec notamment les épreuves réglementaires du circuit primaire principal et l'épreuve d'étanchéité de l'enceinte de confinement.

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 2011, l'ASN a constaté que des exigences structurantes prescrites par l'échelon national d'EDF ne sont pas déclinées correctement sur le site et le retard pris dans ce domaine depuis 3 ans n'est pas en voie de résorption. L'ASN considère également que le grément de la filière indépendante de sûreté et la considération accordée aux analyses et recommandations de cette dernière dans les grandes instances décisionnelles du site sont insuffisants.

En matière de suivi des équipements sous pression, le préfet de l'Isère a décidé, sur avis de l'ASN, de ne pas renouveler en 2011 la reconnaissance du service d'inspection du site.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que les performances du site rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Si les accès en zones orange et rouge sont satisfaisants, la maîtrise de la contamination sur les chantiers lors des arrêts de réacteur doit être améliorée.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances du site sont en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF, le site manquant notamment de rigueur dans l'exploitation des installations classées pour la protection de l'environnement.

De manière générale, l'ASN considère que le site de Saint-Alban doit prendre rapidement des mesures volontaires, concrètes et d'une ampleur adaptée à la nature des difficultés qu'elle a pu constater.

L'inspection menée du 27 au 29 juin 2011 à la lumière de l'accident nucléaire de Fukushima sur les thèmes « séisme », « inondation », « alimentations électriques », « source froide », « refroidissement » et « plan d'urgence interne » s'est révélée globalement satisfaisante. L'organisation du site de Saint-Alban en matière de gestion opérationnelle des situations d'urgence doit néanmoins être renforcée.

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, au plan de la sûreté, l'ASN estime que le site doit poursuivre ses efforts afin de remédier aux différents points faibles identifiés depuis 2010. En particulier, des améliorations restent attendues au niveau de la qualité des contrôles techniques ainsi que de la préparation et la coordination des interventions.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que le site se distingue positivement en matière d'application des référentiels d'EDF. L'ASN souligne également la mise en œuvre d'exigences complémentaires par le site dans ce domaine. Enfin, bien que le site confirme sa progression en terme de gestion de la propreté radiologique des chantiers, les inspections ont montré que la culture radioprotection des intervenants reste parfois perfectible.

Lors de l'inspection menée par l'ASN sur le site de Saint Laurent, en présence de deux membres de la CLI, dans le cadre du retour d'expérience de Fukushima, il a notamment été constaté que certains documents relatifs au risque de crue méritent d'être ponctuellement complétés. L'organisation mise en place pour exploiter les enregistrements caractérisant la secousse, évaluer le niveau d'un séisme et mettre en œuvre les actions appropriées a été jugée perfectible.

Tricastin

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire de la centrale nucléaire du Tricastin se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'ASN considère cependant que des progrès doivent être réalisés concernant le grément de la filière indépendante de sûreté et la qualité des analyses de risques associées aux demandes de dérogations temporaires aux règles générales d'exploitation.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que les performances du site rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Des progrès doivent néanmoins être accomplis concernant les contrôles réglementaires des appareils de mesure de radioprotection.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN a observé en 2011 des écarts concernant le respect de ses décisions relatives à l'exploitation des équipements du site comprenant notamment les installations classées pour la protection de l'environnement. En outre, l'ASN attend du site en 2012 des progrès notables en matière de réactivité en cas de détection d'anomalie.

L'ASN note en 2011 une amélioration des résultats relatifs à la sécurité au travail, ces derniers ayant été jugés nettement insuffisants en 2010. L'ASN considère cependant que les progrès du site dans ce domaine restent fragiles.

Enfin, l'ASN note que le site du Tricastin a déclaré au mois de février 2011 un incident classé au niveau 2 de l'échelle INES concernant l'usure prématurée de certaines pièces des groupes électrogènes de secours à moteur diesel.

L'inspection menée du 3 au 5 octobre 2011 à la lumière de l'accident nucléaire de Fukushima sur les thèmes « séisme », « inondation », « alimentations électriques », « source froide », « refroidissement » et « plan d'urgence interne » s'est révélée globalement satisfaisante. L'organisation du site du Tricastin en matière de gestion opérationnelle des situations d'urgence doit néanmoins être renforcée.

Nouveaux réacteurs

6|3 Évaluer la construction du réacteur EPR Flamanville 3

Le management de la qualité associée aux activités de construction sur le site de Flamanville 3

À l'issue des inspections menées en 2011 et de l'examen des écarts déclarés par EDF, l'ASN considère que l'organisation d'EDF sur le chantier de construction de Flamanville 3 est globalement satisfaisante. En particulier, l'ASN note que le plan d'actions initialement mis en place pour garantir la qualité de réalisation des activités de soudage du liner⁷ a progressivement été étendu aux autres activités de soudage des matériels importants pour la sûreté de l'installation et donne à ce stade des résultats satisfaisants. L'ASN porte en outre une appréciation positive sur la qualité des échanges techniques lors des inspections.

L'ASN note toutefois que certaines des activités les plus complexes en matière de génie-civil ont conduit à un nombre plus élevé de réparations et d'anomalies que pour les activités plus courantes. Ces écarts étaient notamment dus à des lacunes dans les analyses de risque de ces activités, un manque de culture de sûreté des intervenants et des lacunes dans la surveillance exercée par EDF sur ces activités. L'ASN considère qu'EDF a su apporter des réponses et justifications satisfaisantes aux demandes faites par l'ASN. L'ASN considère néanmoins qu'EDF doit veiller à ce que tous les plans d'action mis en œuvre sur le chantier à la demande de l'ASN à la suite d'écarts fassent l'objet d'un suivi particulier afin que les actions définies soient maintenues dans la durée pour assurer la qualité de la construction du réacteur EPR.

Le management de la qualité associée aux activités de conception et de fabrication dans les ateliers des fournisseurs de structures, systèmes et composants

L'ASN a constaté lors de ses inspections que l'organisation mise en place dans les différents services d'EDF, au niveau de



Simulateur EPR

7. Peau métallique d'étanchéité en paroi intense de l'enceinte du bâtiment réacteur.

l'ingénierie ou au niveau des équipes en charge de la surveillance des activités réalisées par ses prestataires, était globalement satisfaisante et présentait des améliorations par rapport aux années précédentes. Des écarts en matière d'identification des activités concernées par la qualité et des défauts de traçabilité des actions de surveillance réalisées par EDF sont toutefois toujours constatés. Sur la base des observations établies en 2010 par l'ASN, EDF a engagé des actions : revue globale des activités concernées par la qualité, plan d'action pour améliorer la surveillance du bureau d'études auquel EDF confie la surveillance des études de conception détaillée de génie-civil et de la fabrication des systèmes et composants qui n'entrent pas dans la constitution de la chaudière nucléaire, analyse du retour d'expérience de l'organisation mise en place à ce jour pour l'instruction et la centralisation des écarts et des dérogations aux codes techniques. EDF s'est engagée à présenter prochainement une synthèse de ces actions à l'ASN.

Par ailleurs, au vu des conditions dans lesquelles certaines actions de fabrication des systèmes et composants sont initiées par les sous-traitants, l'ASN considère que l'effort qu'EDF devra fournir pour démontrer que le matériel fabriqué répond aux exigences assignées par la démonstration de sûreté sera parfois conséquent. Ce sujet est abordé de manière plus

détaillée dans le cadre de la gestion des suites de l'inspection de revue des activités sous-traitées à AREVA (voir point 5 | 2 du chapitre 12).

Les facteurs organisationnels et humains

L'ASN a demandé l'avis du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) sur les principes d'organisation et les moyens humains prévus par EDF pour la conduite du réacteur EPR Flamanville. Les résultats des premières campagnes d'essais effectuées par EDF en 2010 sur simulateur ne permettent pas de conclure sur certains des éléments essentiels de la démonstration de sûreté ; ils seront donc complétés par une prochaine campagne.

Par ailleurs, l'ASN a contrôlé en 2011 lors de ses inspections les actions de formation et de sensibilisation à la culture de sûreté dont bénéficient les intervenants sur le chantier. En effet, l'ASN considère qu'il convient de veiller à ce que les intervenants soient conscients de l'importance de la qualité de la construction et des dispositions qui y contribuent, notamment lorsqu'elles requièrent une technicité particulière. L'ASN a ainsi, à deux reprises dans l'année 2011, demandé à EDF d'améliorer la formation et la sensibilisation des intervenants.

7 PERSPECTIVES

Pour ce qui relève des centrales nucléaires, les axes de travail et les actions de contrôle de l'ASN en 2012 seront guidés par les principaux éléments suivants :

7|1 Le contrôle du réacteur EPR et les actions liées aux nouveaux réacteurs

Le contrôle du réacteur EPR

Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3 se poursuivra jusqu'à l'autorisation de mise en service de l'installation. A ce jour, EDF prévoit un premier fonctionnement à puissance nominale en 2016. D'ici cette échéance, l'ASN poursuivra son action de contrôle sur la prévention des risques d'accident du travail, sur la surveillance par EDF de la qualité des réalisations tant pour les travaux réalisés sur site que pour les fabrications réalisées par les fournisseurs d'EDF et sur la fabrication des équipements sous pression nucléaires. En parallèle, l'ASN poursuivra l'examen anticipé de certains éléments du dossier réglementaire de demande d'autorisation de mise en service, notamment grâce à des sollicitations du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires, mènera, en cohérence avec les réacteurs en exploitation, l'examen du noyau dur demandé par l'ASN au titre des évaluations complémentaires de sûreté. L'ASN développera les outils réglementaires nécessaires pour encadrer la préparation et le contrôle des essais de démar-

rage de l'installation et l'instruction finale du dossier de demande d'autorisation de mise en service. L'ASN mènera ses actions de manière concertée avec ses homologues également impliqués dans un tel projet.

Les autres actions liées aux nouveaux réacteurs

Dans la suite de la déclaration de WENRA publiée en novembre 2010 sur les objectifs de sûreté des nouveaux réacteurs, l'ASN contribuera aux actions visant à promouvoir ces objectifs dans les réflexions mondiales engagées sur ce sujet par l'AIEA ou dans le cadre du MDEP. De plus, au sein de WENRA, l'ASN continuera à travailler à l'élaboration de positions communes sur des sujets découlant de ces objectifs de sûreté et méritant des précisions.

7|2 Inspection du travail

L'ASN veillera à assurer une présence régulière sur le terrain des agents de l'inspection du travail, en particulier sur les activités de chantiers.

À la suite des écarts constatés sur les sites depuis 2009 relatifs au dépassement des durées maximales de travail et aux insuffisances de repos, mais aussi de la mise en place par EDF en 2011 d'une politique d'anticipation des organisations du temps de travail pendant les arrêts de réacteurs, l'ASN sera particulièrement attentive aux actions concrètes concernant la durée du

travail, en particulier des cadres. Elle poursuivra ses contrôles dans ce domaine pour évaluer les engagements, apprécier leur mise en œuvre et sanctionner les écarts constatés.

L'ASN s'attachera à décliner les mesures définies dans le plan d'action 2012 du Ministère du travail en matière d'inspection du travail, ainsi que dans le plan national santé sécurité au travail en mettant ainsi l'accent sur la santé et la sécurité, la qualité des emplois, le dialogue social et la lutte contre le travail illégal. Au second semestre, elle participera à la campagne européenne sur la prévention des risques psychosociaux.

Enfin, dans l'objectif de développer une vision intégrée de la sûreté, les inspecteurs du travail de l'ASN seront associés aux autres actions de contrôle de l'ASN, avec la poursuite d'actions coordonnées, notamment dans le domaine de la sous-traitance de la maintenance.

7|3 Radioprotection et protection de l'environnement

La radioprotection

L'ASN attendra d'EDF un renforcement de sa politique en matière de radioprotection, avec notamment une meilleure préparation des interventions et des progrès en matière de maîtrise de la contamination à la source.

Elle veillera au respect de ces différents aspects dans les dossiers qu'elle sera amenée à instruire et lors des inspections sur site. Dans la suite de l'inspection de grande envergure réalisée en 2011 sur les quatre sites du Val de Loire (Belleville-sur-Loire, Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon), l'ASN réalisera de nouvelles inspections renforcées en vue de poursuivre l'évaluation approfondie des actions menées par EDF en matière de radioprotection.

La protection de l'environnement

En 2012, après réception des dossiers d'EDF, l'ASN débutera l'instruction des dossiers de renouvellement des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau des sites du Bugey puis de Fessenheim, prescriptions à ce jour fixées dans des arrêtés relativement anciens. L'ASN veillera à fixer les limites de rejets de ces deux sites en fonction des meilleures techniques disponibles et en prenant en compte le retour d'expérience du parc en exploitation.

L'ASN continuera l'instruction des dossiers de modifications des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau des sites de Cruas-Meysses et de Belleville, et commencera celles de Saint-Alban, Cattenom et Paluel.

Elle poursuivra ses démarches avec l'exploitant concernant l'optimisation des rejets, conformément aux actions décidées à la suite de la réunion du Groupe permanent d'experts des réacteurs en 2006 relative à la gestion des effluents radioactifs et des effluents chimiques associés des centrales nucléaires françaises en exploitation. L'ASN poursuivra l'instruction des dossiers relatifs au nettoyage des générateurs de vapeur, à la gestion des effluents de nettoyage, et au devenir des générateurs usés.

Par ailleurs, elle s'attachera à vérifier sur le terrain que les actions envisagées par EDF en matière de lutte anti-légionelles, mais également de réduction des émissions de fluides frigorigènes et

de remplacement des groupes frigorifiques, sont effectivement déclinées sur les sites.

Enfin, l'ASN continuera à s'assurer de la prise en compte du retour d'expérience des événements de SOCATRI et FBFC, par l'analyse de la poursuite des actions d'EDF et à travers des inspections ciblées.

7|4 Prévention des agressions

La prévention des incendies et explosions

L'ASN veillera au respect des prescriptions relatives à la maîtrise des risques d'incendie et d'explosion dans les dossiers qu'elle sera amenée à instruire et lors des inspections sur site.

En matière de contrôle de la prise en compte du risque d'incendie, l'ASN sera particulièrement attentive aux actions engagées par EDF en ce concerne la maîtrise de la sectorisation incendie et la gestion des charges calorifiques.

Pour ce qui concerne le risque d'explosion, l'ASN réalisera notamment des inspections afin de poursuivre le contrôle des actions mises en œuvre par EDF suite à la décision de l'ASN relative à la maîtrise du risque d'explosion d'origine interne dans les centrales nucléaires (décision n° 2008-DC-0118 du 13 novembre 2008), ainsi que du respect des exigences de la réglementation relative à la sécurité des travailleurs en atmosphère explosive (ATEX).

La prévention des inondations

En 2012, l'ASN soumettra aux groupes permanents pour les réacteurs, laboratoires et usines le projet de guide relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Ce projet de guide a été rédigé par un groupe de travail qui a réuni, entre 2006 et 2009, l'ASN, l'IRSN, les exploitants d'industries nucléaires ainsi que des experts du domaine de l'hydrologie. Une consultation du public sur ce projet a été organisée en 2010.

7|5 Confinement des réacteurs de 1300 MWe et 1450 MWe

Une réunion du GPR est prévue fin 2012 concernant les enjeux liés au confinement des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, en particulier dans la perspective des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe. Le GPR examinera notamment le comportement de la double enceinte de confinement, le système de ventilation interne à la double enceinte, les traversées de l'enceinte, les extensions du confinement et les risques de bipasse associés, ainsi que le comportement des bâtiments auxiliaires.

7|6 Réexamens de sûreté associés aux visites décennales

L'ASN poursuivra attentivement en 2012 l'instruction des réexamens de sûreté des réacteurs du parc, associés à leurs

visites décennales. L'ASN considère cette étape comme fondamentale pour la connaissance précise de l'état des réacteurs, mais aussi pour l'amélioration continue de la sûreté des installations. L'ASN fera connaître, un an après la fin de chaque visite décennale, son avis sur l'aptitude de chaque réacteur à la poursuite de l'exploitation, et prescrira le cas échéant des dispositions à caractère technique pour encadrer cette poursuite de l'exploitation. En 2012, l'ASN fera ainsi notamment part de sa position à la suite des troisièmes visites décennales des réacteurs 2, 4 et 5 de Bugey, 1 de Dampierre et 2 de Tricastin.

7|7 Poursuite d'exploitation au-delà de quarante ans

EDF ayant manifesté le souhait de prolonger la durée de fonctionnement de ses réacteurs jusqu'à soixante ans, l'ASN poursuivra l'examen des conditions d'extension éventuelle de leur exploitation. À ce titre, l'ASN se prononcera en 2012, à la suite d'une réunion du GPR, concernant le programme d'études et de travail proposé par EDF en vue de prolonger l'exploitation des réacteurs. Pour l'ASN, la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de quarante ans n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux d'améliorations au plan de la sûreté, en cohérence avec les objectifs de sûreté retenus pour les nouveaux réacteurs, et les meilleurs pratiques sur le plan international.

7|8 Évaluations complémentaires de sûreté suite à l'accident de Fukushima

L'ASN prescrira à EDF les dispositions techniques issues de son analyse des évaluations complémentaires de sûreté. Ces

prescriptions ont pour objectif de couvrir l'ensemble de la thématique technique issue de l'analyse de l'accident de Fukushima, notamment vis-à-vis de la robustesse des installations au séisme et à l'inondation, de la perte des sources électriques ou de la source froide, de la gestion des accidents graves, de la prise en compte des facteurs humains et organisationnels et de la sous-traitance.

En complément, les suites des inspections réalisées en 2011 de manière réactive à la suite de cet accident seront contrôlées en 2012, soit dans le cadre du programme normal d'inspections de l'ASN, soit dans le cadre d'inspections spécifiques.

L'ASN tirera les conclusions des revues croisées (peer-reviews) européennes en cours, auxquelles elle participe, et dont un des objectifs est de comparer les prescriptions imposées par les Autorités de sûreté ou les dispositions proposées par les exploitants étrangers.

Elle participera aux actions de retour d'expérience international sur le sujet, en portant une attention particulière à la compréhension de l'accident, la conduite des opérations de reprise de contrôle de l'installation, le démantèlement, la décontamination et la mise en sécurité de celle-ci.

L'ASN fera évoluer son programme de mise à jour des référentiels de sûreté applicables pour la conception de nouvelles installations nucléaires, mais aussi, dans le cadre des réexamens de sûreté, pour les installations en fonctionnement.

L'ASN contribuera à l'expression des besoins de R&D permettant de compléter à moyen terme les référentiels de sûreté applicables visant à prévenir ce type d'accident, et à l'amélioration des connaissances des accidents graves et de la gestion post-accidentelle.