



12

Les centrales électronucléaires



Généralités sur les centrales
électronucléaires

■ Le contrôle de la sûreté
nucléaire

■ Le contrôle de la
radioprotection, la protection
des travailleurs et l'impact
environnemental et sanitaire

■ Les grands enjeux de la sûreté
nucléaire et de la
radioprotection

■ Faits marquants 2013

■ Les évaluations

■ Perspectives

1 Généralités sur les centrales électronucléaires 359

- 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 protection

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire 364

- 2-1 **L'exploitation et la conduite du réacteur**
- 2-1-1 La conduite en fonctionnement normal : veiller au respect du référentiel et examiner les modifications documentaires et matérielles
- 2-1-2 La conduite en cas d'incident ou d'accident
- 2-1-3 La conduite en cas d'accident grave
- 2-2 **Le contrôle par l'ASN des arrêts de réacteur**
- 2-3 **La maintenance et les essais**
- 2-3-1 Contrôler les pratiques de maintenance
- 2-3-2 Examiner les programmes d'essais périodiques et en contrôler l'application
- 2-3-3 Garantir l'emploi de méthodes de contrôle performantes
- 2-4 **Le combustible**
- 2-4-1 Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur
- 2-4-2 Surveiller l'état du combustible en réacteur
- 2-5 **Les équipements sous pression**
- 2-5-1 Contrôler la fabrication des équipements sous pression nucléaires
- 2-5-2 Contrôler les circuits primaire et secondaires principaux
- 2-5-3 Surveiller les zones en alliages à base de nickel
- 2-5-4 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs
- 2-5-5 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur
- 2-5-6 Contrôler les autres équipements sous pression des réacteurs
- 2-6 **Les enceintes de confinement**
- 2-7 **La protection contre les événements naturels, les incendies et les explosions**
- 2-7-1 Prendre en compte les risques liés au séisme
- 2-7-2 Prendre en compte les risques liés à l'inondation
- 2-7-3 Prendre en compte les risques liés à la canicule et à la sécheresse
- 2-7-4 Prendre en compte le risque d'incendie
- 2-7-5 Prendre en compte les risques d'explosion

3 Le contrôle de la radioprotection, la protection des travailleurs et l'impact environnemental et sanitaire 373

- 3-1 **Le droit du travail dans les centrales nucléaires**
- 3-2 **La radioprotection des personnels**
- 3-3 **L'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires**
- 3-3-1 Réviser les prescriptions relatives aux prélèvements et aux rejets
- 3-3-2 Contrôler la gestion des déchets
- 3-3-3 Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances

4 Les grands enjeux de la sûreté nucléaire et de la radioprotection 375

- 4-1 **Les facteurs sociaux, organisationnels et humains**
- 4-1-1 L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains pour la sûreté nucléaire et la radioprotection
- 4-1-2 La maîtrise des activités sous-traitées
- 4-2 **Le maintien et l'amélioration continue de la sûreté nucléaire**
- 4-2-1 Veiller à la correction des écarts
- 4-2-2 Examiner les événements et le retour d'expérience
- 4-3 **La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires**
- 4-3-1 L'âge des centrales nucléaires
- 4-3-2 Les principaux facteurs de vieillissement
- 4-3-3 La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels
- 4-3-4 L'examen de la poursuite du fonctionnement
- 4-4 **Le réacteur EPR de Flamanville**
- 4-4-1 Les étapes jusqu'à la mise en service du réacteur Flamanville 3
- 4-4-2 Le contrôle de la construction
- 4-4-3 Coopérer avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères
- 4-5 **Les réacteurs du futur : se préparer à prendre position sur la sûreté de la "génération IV"**

5 Faits marquants 2013 384

- 5-1 Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima
- 5-2 Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3
- 5-3 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires
- 5-4 Faits marquants relatifs au contrôle des équipements sous pression
- 5-5 Faits marquants en matière d'inspection du travail
- 5-6 Faits marquants concernant la radioprotection des personnels
- 5-7 Faits marquants concernant l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement et les rejets

6 Les évaluations 392

- Réacteurs en fonctionnement
- 6-1 **Évaluations des performances globales des centrales nucléaires**
- 6-1-1 Évaluations de la sûreté nucléaire
- 6-1-2 Évaluation des dispositions concernant les hommes et les organisations
- 6-1-3 Évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires
- 6-1-4 Analyse et évaluation de la radioprotection
- 6-1-5 Analyse et évaluation des dispositions en matière de maîtrise de l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets
- 6-1-6 Analyse du retour d'expérience
- Nouveaux réacteurs
- 6-2 Évaluation de la construction du réacteur EPR Flamanville 3
- 6-3 Évaluation de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

7 Perspectives 403

- 7-1 Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima
- 7-2 Le contrôle du réacteur EPR et la coopération internationale associée
- 7-3 Inspection du travail
- 7-4 Radioprotection et protection de l'environnement
- 7-5 Gestion du retour d'expérience
- 7-6 **Réexamens de sûreté associés aux visites décennales**
- 7-6-1 Phase d'instruction générique des réexamens de sûreté
- 7-6-2 Poursuite du fonctionnement des réacteurs à l'issue de leur réexamen

Le contrôle des centrales électronucléaires est une mission historique de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Les réacteurs de production d'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. Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un parc standardisé exploité par Électricité de France (EDF). Les choix de politique industrielle de cet exploitant l'ont amené à confier une large part des activités de maintenance des réacteurs à des entreprises tierces.

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 fonctionnement, en construction et en projet, 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).

L'ASN développe une approche intégrée du contrôle qui couvre non seulement la conception des nouvelles installations, leur construction, les modifications, la prise en compte du retour d'expérience des événements ou les problématiques de maintenance, mais aussi, grâce à l'expertise acquise par ses inspecteurs, les domaines des facteurs organisationnels et humains, de la radioprotection, de l'environnement, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. 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 des centrales nucléaires.

1

Généralités sur les centrales électronucléaires

Les dix-neuf centrales nucléaires françaises en fonctionnement 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 (aujourd'hui AREVA), 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.

La standardisation des réacteurs électronucléaires français n'a pas fait obstacle à l'introduction de plusieurs évolutions technologiques en phases de conception et de construction des centrales nucléaires actuellement en fonctionnement.

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 mode de pilotage plus souple, distinguent les réacteurs du palier CPY de ceux du palier CP0.

Par rapport au palier CPY, l'augmentation de puissance des réacteurs de 1 300 MWe s'est traduite 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. Les circuits et systèmes de protection du cœur et la conception des bâtiments qui abritent l'installation ont subi d'importantes modifications. L'enceinte de confinement du réacteur comporte par exemple une double paroi en béton, au lieu de la seule paroi doublée d'une peau d'étanchéité en acier des réacteurs de 900 MWe. Le bâtiment d'entreposage du combustible des réacteurs du palier P'4 présente quelques différences avec celui du palier P4.

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.

Enfin, un réacteur à eau sous pression de type EPR, d'une puissance de 1 650 MWe, est en construction sur le site de Flamanville, qui accueille déjà deux réacteurs d'une puissance unitaire de 1 300 MWe.

1-1 La description d'une centrale nucléaire

1-1-1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

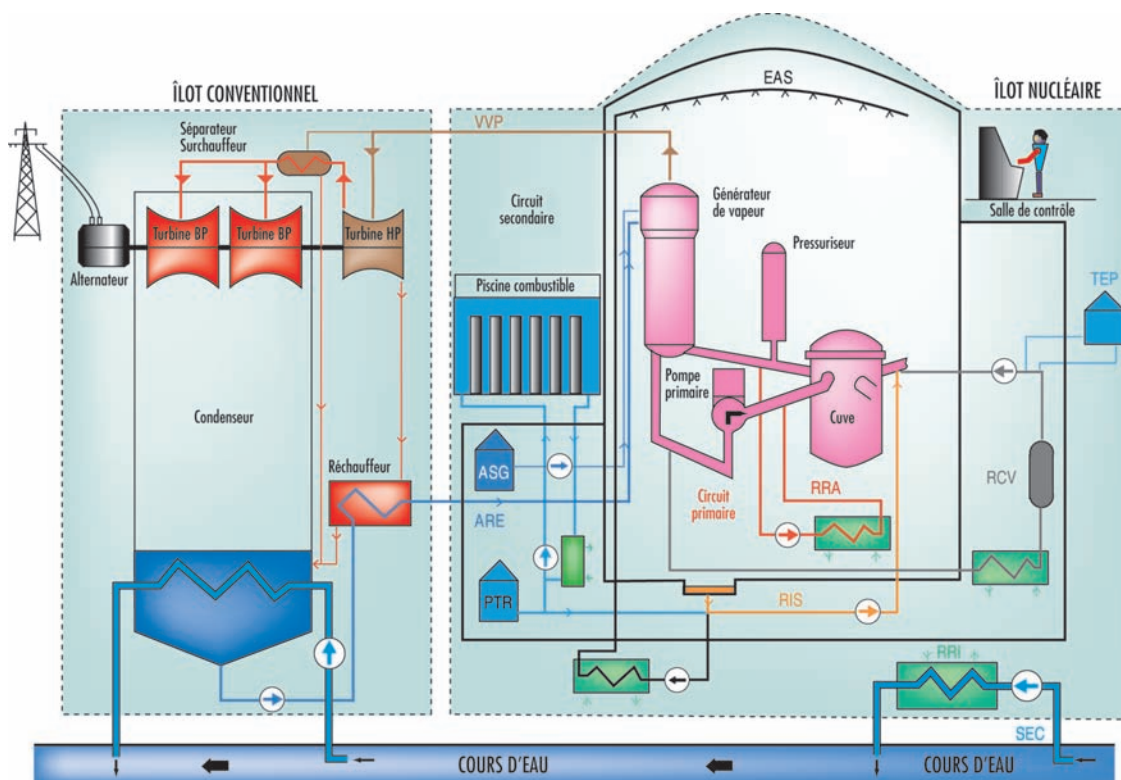
Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les 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 produisant 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 cuve du réacteur, le circuit primaire, les générateurs de vapeur 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 ces éléments, dont la plupart ont le statut d'éléments importants pour la protection¹, 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).

Schéma de principe d'un réacteur à eau sous pression



1. Élément important pour la protection des intérêts mentionné à l'article L. 593-1 du code de l'environnement : la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la protection de la nature et de l'environnement. Les éléments importants pour la protection regroupent notamment les anciens "éléments importants pour la sûreté" mentionnés dans l'article 1^{er} de l'arrêté du 10 août 1984 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base, abrogé par l'arrêté INB le 1^{er} juillet 2013.

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur (VVP) vers l'îlot conventionnel, ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage du combustible (BK). Ce bâtiment, attenant au bâtiment réacteur, sert pour l'entreposage des assemblages combustibles neufs et usagés (un tiers ou un quart du combustible est remplacé tous les 12 à 18 mois selon les modes d'exploitation des réacteurs). Le combustible est maintenu immergé dans les alvéoles placées dans la piscine. L'eau de celle-ci, à laquelle est ajouté de l'acide borique, sert, d'une part à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire, d'autre part, d'écran radiologique.

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 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 constitué 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 fermés, 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, s'échauffe en remontant 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 (élément 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 (UO₂) enrichi en uranium 235, à 4,5 % au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, des fabricants 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 MELOX d'AREVA. La teneur initiale en plutonium est limitée à 8,65 % (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une équivalence énergétique avec du combustible UO₂ 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.

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 ;
- la durée d'un cycle de fonctionnement du réacteur ;
- 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 (à puissance constante ou en faisant varier la puissance pour s'adapter aux besoins) qui détermine 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 1 300 MWe, de 1 450 MWe ou pour un réacteur de 1 650 MWe de type EPR). Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite eau primaire. Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite pompe primaire, et un générateur de vapeur (GV). L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bar par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est 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 de 3 500 à 5 600 tubes, selon le modèle, dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du

Schéma d'un générateur de vapeur

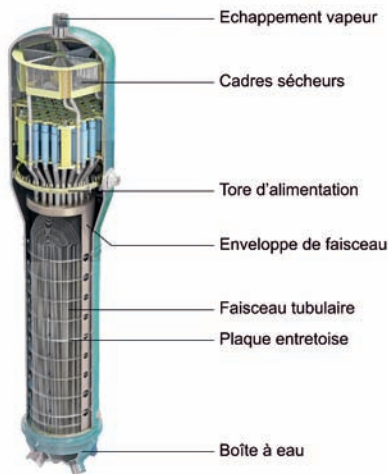
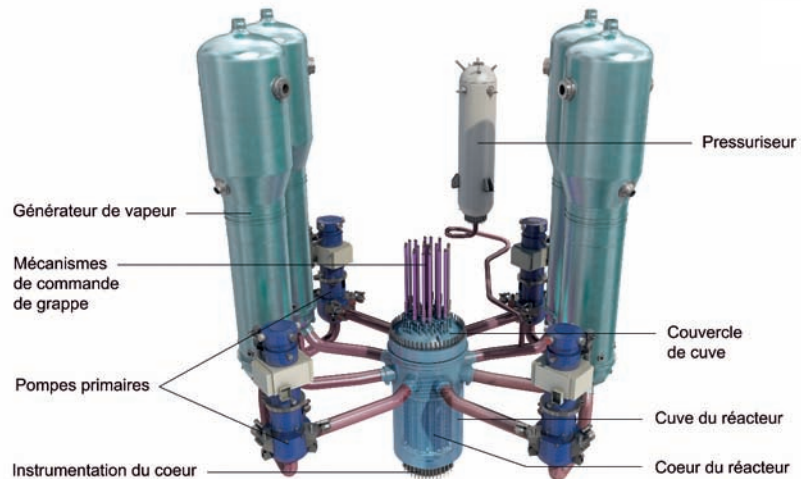


Schéma du circuit primaire principal d'un réacteur de 1 300 MWe



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.

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 provenant du milieu extérieur (mer ou rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. 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). L'eau du circuit de refroidissement issue du condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), lorsque les débits et la température du rejet sont compatibles avec la sensibilité de ce milieu, soit refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. L'emploi de titane ou d'acier inoxydable comme matériau de construction des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, en remplacement du laiton, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide à base de chlore. Les tours aéroréfrigérantes contribuent à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être

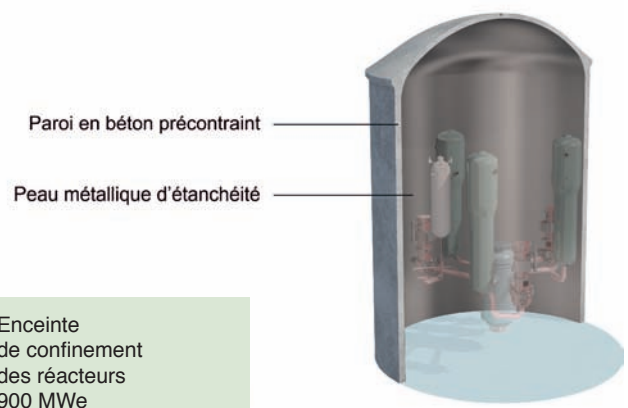
prévenue par un traitement adapté des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide, ...).

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 substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les

Schémas des enceintes de confinement des réacteurs



enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident de perte de réfrigérant primaire le plus sévère et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions.

Les enceintes de confinement sont de deux types :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;
- celles des réacteurs de 1 300 et 1 450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par le système de ventilation (EDE) qui assure la collecte et la filtration avant rejet des fuites résiduelles de la paroi interne. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle du réacteur EPR est constituée de deux parois et d'un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton.

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

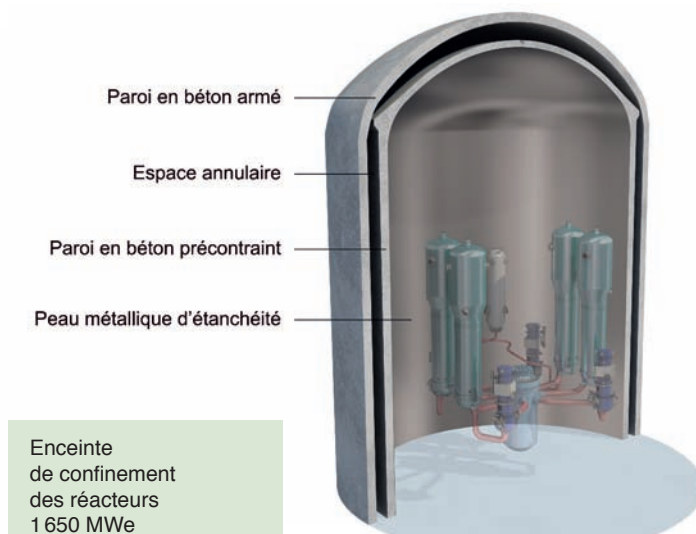
résiduelle du combustible, confinement des matières radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

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 protection

Les autres principaux systèmes ou circuits importants pour la protection et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires ; ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part les circuits auxiliaires et de sauvegarde, d'autre part les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secouru (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 entreposés dans la piscine d'entreposage du combustible ;
- les systèmes de ventilation, qui assurent 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.



2-1-1 La conduite en fonctionnement normal : veiller au respect du référentiel et examiner les modifications documentaires et matérielles

Les centrales nucléaires sont exploitées conformément à un ensemble de documents. Il s'agit notamment 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 évolutions des spécifications techniques d'exploitation (STE)

Le chapitre III des RGE représente les spécifications techniques d'exploitation (STE) du réacteur. Elles 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...) et les matériels requis en fonction de l'état du réacteur. Elles définissent aussi le domaine de fonctionnement en mode dégradé, notamment la conduite à tenir en cas de franchissement des limites associées au domaine de fonctionnement normal et les actions à mettre en œuvre en cas de dysfonctionnement ou d'indisponibilité de matériels requis.

EDF peut être amenée à modifier de manière pérenne les STE pour intégrer son retour d'expérience, renforcer la sûreté de ses installations, améliorer ses performances économiques ou encore intégrer les conséquences des modifications matérielles. En outre, lorsqu'EDF prévoit de s'écarter de la conduite normale imposée par les STE lors d'une phase d'exploitation ou d'une intervention, elle doit déclarer à l'ASN une modification temporaire des STE. L'ASN examine ces modifications, pérennes ou temporaires, avec le soutien technique de l'IRSN. Elle peut demander à l'exploitant la mise en œuvre de mesures complémentaires si elle estime que celles proposées 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.

L'examen des modifications apportées aux matériels

Pour améliorer les performances industrielles de son outil de production, traiter les écarts détectés, mettre en place les modifications de conception issues des réexamens de sûreté ou encore

prendre en compte le retour d'expérience, EDF met en œuvre périodiquement des modifications portant sur les matériels.

En 2013, les déclarations de modification de matériels reçues par l'ASN ont principalement visé à l'amélioration du niveau de sûreté des réacteurs, à la résorption d'écarts et à la mise en œuvre des dispositions matérielles issues des évaluations complémentaires de sûreté (voir point 5-1).

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.

2-1-2 La conduite en cas d'incident ou d'accident

Le chapitre VI des RGE prescrit la conduite à adopter en situation d'incident ou d'accident sur un réacteur pour maintenir ou restaurer les fonctions fondamentales de sûreté (maîtrise de la réactivité, refroidissement, confinement des produits radioactifs). Il est constitué de l'ensemble des règles de conduite du réacteur dans ces situations. Toute modification de ces documents doit être déclarée à l'ASN. Ces règles sont ensuite déclinées dans des procédures de conduite que les opérateurs appliquent pour ramener le réacteur dans un état stable et l'y maintenir.

L'ASN examine les modifications que l'exploitant lui déclare, en particulier dans le cadre des réexamens de sûreté des réacteurs. Certaines modifications des procédures de conduite découlent en effet 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.

Des inspections sur le thème de la conduite en cas d'incident ou d'accident sont régulièrement effectuées sur les sites. 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.

2-1-3 La conduite 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 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, peu probables, diverses mesures sont prises pour permettre aux



Exercice de démarrage de la turbo pompe de secours ASG lors d'une inspection de l'ASN à la centrale de Flamanville – Juin 2013

opérateurs de sauvegarder le confinement afin de minimiser les conséquences de l'accident (voir point 1-3-1 du chapitre 5). Dans de telles situations, les opérateurs s'appuient sur les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes peuvent notamment s'appuyer sur le guide d'intervention en accident grave (GIAG), les guides d'action des équipes de crise (GAEC) et sur le plan d'urgence interne.

L'ASN examine périodiquement les stratégies développées par EDF dans ces documents, en particulier dans le cadre des réexamens de sûreté des réacteurs.

2-2 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 certaines 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 dure plusieurs mois et 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 décidées dans le cadre des réexamens de sûreté (voir point 4-3-4).

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 du 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 la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas 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 le redémarrage du réacteur sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et après redémarrage.

Inspection de chantier de l'ASN à l'occasion de l'arrêt du réacteur 2 de la centrale de Saint-Alban – Septembre 2013



2-3 La maintenance et les essais

2-3-1 Contrôler les pratiques de maintenance

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour limiter l'apparition d'écarts et pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté.

Dans un objectif à la fois de fiabilisation des équipements participant à la sûreté de ses réacteurs et d'amélioration de sa performance industrielle, EDF recherche régulièrement à améliorer l'efficacité de ses activités de maintenance et à en optimiser le coût à la lumière des meilleures pratiques de l'industrie et des exploitants étrangers de centrales nucléaires.

Dans ce cadre, l'ASN a demandé à EDF en 2008 de renforcer la maintenance de certains matériels qui ne faisaient alors l'objet que d'une maintenance corrective. EDF a annoncé à l'ASN en 2010 son intention de déployer une nouvelle méthodologie de maintenance, l'AP-913 (*Advanced Process 913*), élaborée en 2001 par l'*Institute of Nuclear Power Operations* (INPO) avec les exploitants américains.

Cette méthode de maintenance repose sur un processus unique traitant à la fois les enjeux de sûreté et de disponibilité. Ce processus s'appuie principalement sur :

- une classification des matériels au regard de leur enjeu pour la sûreté ou la disponibilité de l'installation ;
- le suivi en fonctionnement des matériels ;
- l'édition de bilans de santé des matériels et des systèmes ;
- l'ajustement du contenu et de la fréquence des tâches de maintenance sur la base de ces bilans de santé et du retour d'expérience.

La mise en œuvre des programmes de maintenance issus de l'application de cette nouvelle méthodologie conduit à un accroissement significatif de la maintenance ainsi qu'à un recours plus important à la surveillance en fonctionnement des équipements.

Les différentes étapes du processus de l'AP-913 ainsi que les conditions organisationnelles de son déploiement sur les centrales font l'objet d'une instruction et d'un suivi par l'ASN avec le soutien technique de l'IRSN.

2-3-2 Examiner les programmes d'essais périodiques et en contrôler l'application

Les éléments importants pour la protection, identifiés par l'exploitant, font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer les fonctions qui leur sont assignées vis-à-vis des sollicitations et conditions d'ambiance associées aux situations dans lesquelles ils sont nécessaires. Les essais périodiques contribuent à la pérennité de cette qualification. Ils fixent les contrôles techniques, leurs fréquences et les critères associés dont l'accomplissement permet périodiquement de vérifier le respect des exigences de qualification.

L'ASN s'assure que les contrôles techniques périodiques relatifs aux éléments importants pour la protection sont pertinents et qu'ils font l'objet d'une amélioration continue. Elle vérifie aussi qu'ils sont exécutés conformément aux règles générales d'exploitation.

2-3-3 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 composée d'experts internes et externes à EDF dont la compétence et l'indépendance sont vérifiées par le COFRAC.

Sur la base des résultats de la qualification, cette entité, appelée Commission de qualification (accréditée par le COFRAC depuis 2001), atteste que la méthode d'examen atteint effectivement les performances prévues dans un cahier des charges précis.

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 EPR de Flamanville 3 pour lequel 39 procédés seront mis en œuvre lors de la visite complète initiale.

En raison des risques radiologiques associés à la gammagraphie, les applications ultrasonores sont privilégiées par rapport aux applications radiographiques sous réserve de performances de contrôle équivalentes.

2-4 Le combustible

2-4-1 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, avec les fabricants de combustible nucléaire, des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur. Cette dernière, dite « gestion de combustible », est décrite au point 1-1-2.

L'ASN veille à ce que chaque évolution de gestion de 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 modifier 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. Lorsque des évolutions importantes sont apportées à la gestion

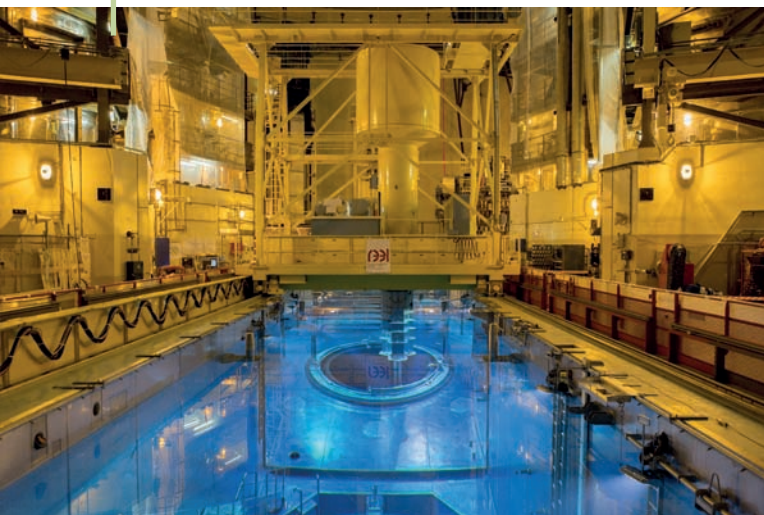
de combustible, sa mise en œuvre est encadrée par une décision du collège de l'ASN.

2-4-2 Surveiller l'état du combustible en réacteur

Le comportement du combustible est un élément essentiel de la sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel et sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons de combustible présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF 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 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.

L'ASN s'assure qu'EDF recherche et analyse les causes des pertes d'étanchéité observées et met en œuvre des moyens d'examen des crayons inétanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation 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 le respect par EDF est vérifié par l'ASN. L'ASN effectue en outre des inspections afin de contrôler qu'EDF assure une surveillance adéquate sur ses fournisseurs

Cuve du réacteur lors d'un arrêt de réacteur à la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine – Janvier 2013



d'assemblages de combustible pour garantir que leur conception et leur fabrication sont réalisées dans le respect des règles fixées. Enfin, l'ASN sollicite périodiquement le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) sur les enseignements tirés du retour d'expérience d'exploitation du combustible.

2-5 Les 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, la pétrochimie, la papeterie et l'industrie du froid. De ce fait, ils sont soumis à une réglementation établie par le ministère chargé de la prévention des risques technologiques qui impose les prescriptions en vue d'assurer leur sécurité, pour leur fabrication, d'une part, et pour leur exploitation, d'autre part.

Les équipements sous pression nucléaires (ESPN) sont des équipements sous pression spécialement conçus pour être installés dans des installations nucléaires. Ce sont par exemple la cuve d'un réacteur, un générateur de vapeur, ou encore des tuyauteries du circuit primaire. Ces équipements peuvent de plus jouer un rôle important dans la sûreté des installations nucléaires car ils présentent un triple risque en cas de défaillance : le risque lié à l'énergie libérée du fait de la pression qu'ils contiennent, le risque de rejet radioactif et le risque que leur défaillance engendre un incident ou empêche de le maîtriser.

Inspection de la cuve du réacteur 5 par le robot MIS (machine d'inspection en service), à la centrale nucléaire du Bugey – Août 2011



La réglementation qui s'applique aux ESPN, et en particulier l'arrêté du 12 décembre 2005 qui soumet les équipements sous pression nucléaires à des exigences spécifiques entrées en application le 22 janvier 2011, prend en compte celle qui s'applique à la fabrication des équipements sous pression du domaine conventionnel (décret du 13 décembre 1999) et celle de la sûreté nucléaire. Elle concerne à la fois la conception, la fabrication et la surveillance en fonctionnement de ces équipements. L'application de cet arrêté implique l'intervention d'organismes agréés par l'ASN qui réalisent sur ces équipements, en complément de la surveillance des exploitants, des opérations de contrôles imposées par la réglementation. Ces opérations concernent entre autres le contrôle de mise en service des équipements, l'évaluation de la conformité des équipements réparés et leur requalification périodique.

2-5-1 Contrôler la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires de chacun des ESPN les plus importants pour la sûreté, dits « ESPN de niveau N1 ». Cette évaluation de conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (EPR) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en exploitation (générateurs de vapeur de remplacement). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle agré. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections sur les équipements de niveau N1 et sont responsables de l'évaluation de conformité aux exigences réglementaires des équipements sous pression nucléaires moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ».

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 ateliers des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. Cinq organismes ou organes d'inspection sont actuellement agréés par l'ASN pour l'évaluation de conformité des ESPN : APAVE SA, ASAP, BUREAU VERITAS, AIB VINÇOTTE INTERNATIONAL et l'OIU d'EDF.

2-5-2 Contrôler les circuits primaire et secondaires principaux

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, regroupés sous le terme de « chaudière », sont des appareils fondamentaux d'un réacteur. Ils fonctionnent à haute température et haute pression et contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité.

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. Dans ce cadre, ces circuits 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.

L'ASN examine l'ensemble des programmes de surveillance établis par EDF pour ces équipements et peut demander qu'ils soient complétés. L'ASN réalise des inspections concernant la mise en œuvre des opérations de 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.

Ces équipements sont par ailleurs soumis à une requalification périodique réalisée tous les dix ans et qui comprend : 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. Au cours de l'année 2013, sept requalifications complètes des circuits primaire principal et secondaires principaux ont été réalisées.

2-5-3 Surveiller les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression sont fabriquées en alliage à base de nickel : tubes, cloison et revêtement côté primaire de la plaque tubulaire pour les générateurs de vapeur (GV), adaptateurs de couvercle, pénétrations de fond de cuve, soudures des supports inférieurs de guidage des internes de cuve, drains des GV des réacteurs de 1 300 MWe et zones réparées des tubulures pour la cuve.

La résistance de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de sollicitations mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, parfois rapidement comme observé sur les tubes de GV dès le début des années 1980 ou sur les piquages d'instrumentation des pressuriseurs des réacteurs de 1 300 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. A titre d'exemple, l'ensemble des GV équipés d'une cloison en alliage Inconel 600 doit être contrôlé avant les troisièmes visites décennales des réacteurs.

La découverte en 2011 de fissures attribuées au phénomène de corrosion sous contrainte sur une pénétration de fond de cuve (PFC) du réacteur 1 de Gravelines a conduit l'ASN à demander à EDF d'engager la réalisation des contrôles des PFC de l'ensemble des réacteurs. Aucune indication similaire n'a été détectée à ce jour sur d'autres réacteurs.

2-5-4 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 du fonctionnement 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

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 ;

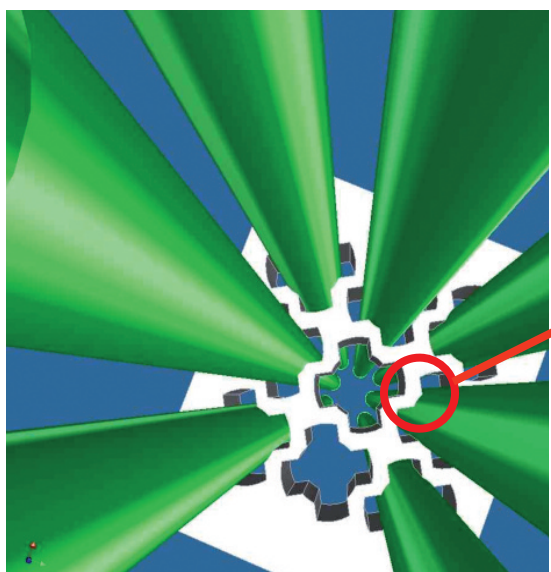
- des contrôles périodiques permettent de vérifier l'absence de défaut ou, dans le cas des cuves affectées de défauts de fabrication, de vérifier que ces derniers n'évoluent pas.

L'ASN examine régulièrement les dossiers relatifs aux 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 conclu que l'exploitation de ces cuves pendant la durée considérée était acceptable, sous réserve qu'EDF réponde à certaines demandes et fournisse des éléments complémentaires. L'ASN examine actuellement les premières réponses apportées par EDF et a engagé l'instruction du dossier relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de 1 300 MWe au-delà de leurs troisièmes visites décennales.

2-5-5 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

L'intégrité du faisceau tubulaire des générateurs de vapeur (GV) est un enjeu important pour la sûreté nucléaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire peut engendrer 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 de confinement du réacteur qui constitue la troisième barrière de confinement. Or, les tubes de GV

Illustration du colmatage des passages foliés des plaques entretoises d'un générateur de vapeur



sont soumis à plusieurs phénomènes de dégradation, comme la corrosion ou l'usure.

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 mécaniques et chimiques des générateurs de vapeur

Le fer contenu dans le circuit d'eau alimentaire du circuit 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 (encrassement) qui se forme sur les tubes diminue l'échange thermique. Les dépôts, en rétrécissant ou en bouchant les passages d'eau foliés (colmatage), 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 et peut dégrader son fonctionnement global.

Pour empêcher ou minimiser de tels effets, une partie des dépôts accumulés peut être éliminée par nettoyage chimique ou mécanique, curatif ou préventif. L'augmentation du pH auquel est conditionné le circuit secondaire permet également de limiter les dépôts métalliques.

Remplacement des générateurs de vapeur

Depuis les années 1990, EDF mène un programme de remplacement des GV (RGV) en priorité sur ceux dont les faisceaux tubulaires sont les plus dégradés tels que 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 (soit 26 réacteurs), s'achèvera en 2014 avec Blayais 3. Elle se poursuivra par les RGV des paliers 900 MWe et 1 300 MWe dont le faisceau tubulaire est en Inconel traité thermiquement (600 TT). Ils seront réalisés avant la troisième visite décennale pour les GV les plus fissurés et au plus tard lors de la quatrième pour les autres. Ils débiteront avec Cruas 4 en 2014 sur le palier 900 MWe et Paluel 2 en 2015 sur le palier 1 300 MWe. Une inspection est réalisée systématiquement par l'ASN à l'occasion de chacun des remplacements de générateur de vapeur.

À l'occasion de ces opérations de RGV, des coudes des tuyauteries primaires peuvent également être remplacés. Ces opérations sont nécessaires pour anticiper les effets du vieillissement thermique qui affecte les propriétés mécaniques de ces équipements. Le RGV de Paluel en 2015 comptera le remplacement de 15 coudes du circuit primaire principal.

Prise en compte du retour d'expérience international

En 2012, une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire s'est produite sur un GV de la centrale de San Onofre (États-Unis). Une usure prématurée liée à des contacts directs entre tubes a conduit à cette fuite. L'ASN s'est assurée qu'EDF a analysé les phénomènes à l'origine de cette dégradation et fourni les éléments justifiant que les GV des centrales nucléaires françaises ne sont pas significativement concernés



Chantier de l'EPR de Flamanville: on aperçoit le bâtiment réacteur, le bâtiment des auxiliaires nucléaires, le bâtiment combustible et les bâtiments des diesels – Décembre 2013

par ce mode de dégradation. Une surveillance particulière des tubes potentiellement concernés a toutefois été mise en place.

2-5-6 Contrôler les autres équipements sous pression des réacteurs

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 qu'EDF applique les dispositions qui lui sont imposées. À ce titre, l'ASN réalise en particulier des audits et les visites de surveillance des services d'inspection des sites. Ces services sont chargés, sous la responsabilité de l'exploitant, de mettre en œuvre les actions d'inspection assurant la sécurité des équipements sous pression.

2-6 Les 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 croître significativement au-dessus de la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains accidents. C'est pourquoi des essais de mise en pression de l'enceinte interne sont effectués, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales.

2-7 La protection contre les événements naturels, les incendies et les explosions

2-7-1 Prendre en compte les risques liés au séisme

Bien que la France ne présente pas un fort risque sismique, la prise en compte de ce risque fait l'objet d'efforts importants de la part d'EDF et d'une attention soutenue de la part de l'ASN. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations ; elles sont réexaminées périodiquement en fonction de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens de sûreté. La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région du site.

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 (une approche différente est utilisée pour les ouvrages souterrains tels que les installations de stockage à long terme des déchets radioactifs).

Cette RFS est complétée par un guide de l'ASN de 2006 qui définit, pour les INB de surface, à partir des données de site, les dispositions de conception parasismique des ouvrages de génie civil (architecture et dispositions constructives) ainsi que les méthodes de détermination des spectres transférés à utiliser pour le dimensionnement des équipements ancrés au génie civil. Il présente également des méthodes de calcul acceptables pour l'analyse du comportement sismique des bâtiments et certaines catégories d'ouvrages (digues, galeries enterrées à faible profondeur, soutènements, réservoirs...).

Les réévaluations sismiques

Dans le cadre des réexamens de sûreté, la réévaluation sismique consiste à vérifier le dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances de la sismicité de la région du site. Les enseignements tirés du retour d'expérience des séismes internationaux sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

Les études menées dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe ont conduit à définir des renforcements de matériels ou de structures. Après examen par l'ASN et l'IRSN des dispositions proposées par EDF, leur mise en œuvre a débuté à l'occasion des visites décennales, en 2009 pour le réacteur 1 du Tricastin et le réacteur 1 de Fessenheim, en 2010 pour les réacteurs 1 et 2 du Bugey et en 2011 pour les réacteurs 4 et 5. Le réacteur 3 de Bugey a été renforcé en 2013.

Les études menées dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe ont mis en évidence 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 modifications permettant de prévenir les interactions entre le bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde des réacteurs du palier P4 et la salle des machines. Ces modifications sont mises en œuvre à l'occasion des visites décennales.

Les séismes extrêmes

À la suite de l'accident à la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, l'ASN a demandé à EDF de définir et mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, comparables à celles survenues le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » devra notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen de sûreté des installations (voir point 5-1).

2-7-2 Prendre en compte les risques liés à l'inondation

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du Blayais en décembre 1999 a conduit EDF, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté des centrales nucléaires face au risque d'inondation, dans des conditions plus sévères que celles considérées auparavant (prise en compte de causes d'inondation supplémentaires, définition d'un périmètre de protection des installations...). 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 (calfeutrement des trémies pouvant conduire à des cheminements d'eau, protection de la source froide contre une arrivée massive de débris...).

D'autres améliorations de la protection de certains sites contre l'inondation ont été identifiées (rehausse de murets, extension de la protection volumétrique à la salle des machines...). En 2012, l'ASN a prescrit leur réalisation d'ici à fin 2014.

Le guide n°13 de l'ASN relatif la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes, issu notamment du retour d'expérience de l'incident de la centrale nucléaire du Blayais en 1999, a été publié le 11 avril 2013 (voir point 3-2-3 du chapitre 3).

2-7-3 Prendre en compte les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Lors de l'épisode de canicule de l'été 2003, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs.

Les températures élevées de l'air ont par ailleurs provoqué une augmentation notable de température dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

Certaines températures de l'air et de l'eau ayant atteint des limites retenues pour le fonctionnement normal des installations ou pour le dimensionnement d'équipements importants pour la protection, EDF a pris en compte ce retour d'expérience et a engagé des études importantes de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de températures plus sévères que celles retenues initialement à la conception.

En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux « grands chauds », EDF a engagé dès 2004 le déploiement de quelques modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et a mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent en situation la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

En 2006, EDF a transmis à l'ASN une version de son référentiel « grands chauds » applicable pour les réacteurs de 900 MWe. L'instruction de ce référentiel par l'ASN, avec l'appui technique de l'IRSN, a nécessité de nombreux échanges et demandes de compléments. L'ASN a finalement donné son accord en 2012 à son application aux réacteurs de 900 MWe et à l'intégration des modifications matérielles qui en découlent.

L'ASN a également demandé à EDF de prendre en compte ses remarques formulées lors de cette instruction en vue de l'élaboration des référentiels applicables aux autres paliers. Ces référentiels seront examinés dans le cadre des réexamens de sûreté associés aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe et aux secondes visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe.

EDF a par ailleurs engagé en interne un programme de veille afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses retenues dans ses référentiels « grands chauds ».

2-7-4 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 qui vise à limiter la propagation d'un incendie, la prévention et la lutte contre l'incendie.

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

- la « sectorisation incendie », à savoir le 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 et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée ;
- 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 soit en permanence ou de façon provisoire - restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de créer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection être mises en œuvre.

Enfin, 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 qu'il déclare et les inspections réalisées sur les sites.

2-7-5 Prendre en compte les risques d'explosion

Parmi les accidents susceptibles de se produire dans une installation nucléaire, l'explosion représente un risque important. En effet, une 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 être mises en œuvre par les exploitants pour protéger les parties sensibles des installations contre l'explosion.

L'ASN contrôle ces mesures de prévention et de surveillance et veille particulièrement à la prise en compte du risque d'explosion dans le référentiel et l'organisation d'EDF.

L'ASN suit attentivement la mise en œuvre par EDF des dispositions organisationnelles et matérielles issues des prescriptions de la décision n° 2008-DC-0118 du 13 novembre 2008, relatives à la maîtrise du risque d'explosion d'origine interne dans les centrales nucléaires.

Enfin, l'ASN s'assure du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX) vis-à-vis de la protection des travailleurs.

3 Le contrôle de la radioprotection, la protection des travailleurs et l'impact environnemental et sanitaire

3-1 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

Les dix-neuf centrales nucléaires en fonctionnement et le réacteur EPR en construction à Flamanville relèvent de l'inspection du travail de l'ASN. L'effectif travaillant dans une centrale nucléaire varie de 800 à 2 000 personnels d'EDF et prestataires permanents, auxquels s'ajoute un nombre important de prestataires et sous-traitants participant à la maintenance et aux opérations prévues lors des arrêts de réacteurs (selon le type d'arrêt, environ 300 à 2 700 intervenants supplémentaires).

Ces travailleurs sont exposés, d'une part aux risques liés aux rayonnements ionisants (voir point 3-2), d'autre part aux risques « classiques » communs à toute industrie, comme ceux liés aux installations électriques, aux équipements sous pression, aux produits chimiques, aux circuits d'hydrogène (risque d'explosion) et d'azote (asphyxie), aux travaux en hauteur ou encore à la manutention de charges lourdes.

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 par l'ASN.

Par ailleurs, les inspecteurs de la radioprotection de l'ASN contribuent aussi au contrôle des dispositions du code du travail, dans leur champ de compétence.

Travaux sur une tour aéroréfrigérante



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. C'est le cas en particulier pour la sous-traitance ou les facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH).

Au 31 décembre 2013, l'ASN dispose pour les missions d'inspection du travail :

- de treize inspecteurs du travail dont trois à temps plein, affectés dans ses divisions territoriales, au plus près des sites ;
- d'une directrice du travail au niveau central, chargée d'animer et coordonner le réseau des inspecteurs du travail et d'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 et déclinée en région par des conventions 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).

3-2 La radioprotection des personnels

L'exposition aux rayonnements ionisants dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion et, dans de moindres proportions, des produits de fission du 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 . Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteurs.

Dans le cadre de ses attributions, l'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel EDF que les prestataires.

Ce contrôle prend deux formes principales :

- la réalisation d'inspections :
 - spécifiquement sur le thème de la radioprotection, une à deux fois par an et par site ;
 - lors des arrêts des réacteurs ;
 - à la suite d'incidents d'exposition aux rayonnements ionisants ;
 - ponctuellement, dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF en charge de la radioprotection.
- l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs, avec l'appui éventuel de l'expertise technique de l'IRSN. Ces instructions peuvent concerner :

- des événements significatifs en matière de radioprotection déclarés par EDF ;
- des dossiers de conception, de maintenance ou de modification établis sous la responsabilité d'EDF ;
- des documents élaborés par EDF relatifs à la mise en œuvre de la réglementation relative à la radioprotection.

Enfin, des réunions périodiques ont lieu entre l'ASN, l'IRSN et EDF afin de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels à l'étude ou en déploiement, ou de confronter l'analyse de l'ASN à celle de l'exploitant notamment au travers de bilans annuels et d'identifier des voies de progrès possibles.

3-3 L'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires

3-3-1 Réviser les prescriptions relatives aux prélèvements et aux rejets

Le code de l'environnement donne compétence à l'ASN pour définir les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents des installations nucléaires de base (voir point 3-3-1 du chapitre 4).

À l'occasion des renouvellements ou de modifications de ces prescriptions, l'ASN applique les principes suivants :

- les valeurs limites d'émission, de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sont fixées sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement. L'ASN se fonde notamment sur le retour d'expérience des rejets réels pour abaisser les limites réglementaires, tout en permettant un fonctionnement normal de l'installation et en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (traitement anticorrosion, traitements biocides...)
- pour les substances non radioactives, l'ASN a décidé de fixer des prescriptions de rejets pour certaines substances non réglementées par le passé, afin d'encadrer la quasi totalité des rejets et de s'inscrire dans une démarche d'amélioration de la maîtrise de l'impact du fonctionnement des centrales nucléaires.

Enfin, il faut noter que les avancées technologiques ont permis une amélioration de la métrologie, garantissant une meilleure détermination des rejets effectifs.

3-3-2 Contrôler la gestion des déchets

La gestion des déchets radioactifs produits par les centrales nucléaires s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets par toute installation nucléaire, présenté dans le chapitre 16 du présent rapport. Pour l'ensemble des déchets, radioactifs ou non, l'ASN examine le référentiel de l'étude déchets de l'exploitant comme décrit au chapitre 3 (point 3-5-1), comprenant un récapitulatif des déchets produits, de leurs quantités et de leurs modalités de gestion, le « zonage déchet », et l'état des solutions d'élimination existantes.

Chaque site envoie annuellement à l'ASN les détails de sa production de déchets et des filières d'élimination choisies, une comparaison avec les années précédentes, un bilan des écarts constatés et de l'organisation du site en matière de gestion des déchets et les faits marquants survenus. Les perspectives futures sont également abordées. Conformément à la réglementation, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres. L'exploitant et l'ASN tiennent des réunions régulières, 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, ainsi que des inspections (au cours desquelles les inspecteurs passent en revue l'organisation du site en matière de gestion des déchets et divers points comme le traitement des anomalies ou l'exploitation des zones d'entreposage et de traitement des déchets) constituent la base utilisée par l'ASN pour contrôler la gestion des déchets produits par les centrales nucléaires d'EDF.

3-3-3 Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances

La maîtrise du risque microbiologique

Les circuits de refroidissement des centrales nucléaires, en particulier les tours aérorefrigérantes, s'avèrent favorables au développement des légionelles et des amibes (voir point 1-1-4). L'ASN a donc demandé à EDF de définir et mettre en œuvre des dispositions préventives ou curatives pour réduire le

L'impact radiologique des rejets

L'impact radiologique calculé des rejets maximaux figurant dans les dossiers 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) est ainsi estimée entre quelques microsieverts et quelques dizaines de microsieverts par an, selon le site considéré. Cette exposition représente moins de 0,1% de la dose totale moyenne à laquelle la population française est exposée (voir chapitre 1).

risque de prolifération des micro-organismes, tout en minimisant les rejets chimiques induits par les traitements. L'ASN suit avec attention, au travers des dossiers instruits et de ses contrôles sur le terrain, l'avancement et les résultats associés à ces actions.

Pour renforcer la prévention du risque de légionellose lié au fonctionnement des tours aéroréfrigérantes, 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.

Depuis 2012, l'ASN a engagé une réflexion pour faire évoluer cette réglementation de manière cohérente avec la réglementation des ICPE.

4

Les grands enjeux de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

4-1

Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

4-1-1 L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains pour la sûreté nucléaire et la radioprotection

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'ASN définit les facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

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, avec lesquels l'individu interagit. L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail. La variabilité des caractéristiques des travailleurs (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique qu'ils aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cette performance doit être atteinte à un coût acceptable pour les opérateurs (en termes de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation 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. De plus, la réalisation du travail de manière performante et à un coût acceptable pour les opérateurs nécessite une organisation claire et efficace.

Les domaines d'intégration des facteurs sociaux, organisationnels et humains

L'ASN attend que les FSOH soient pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de sécurité des travailleurs dans les domaines suivants :

- les activités d'ingénierie, lors de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation ;
- les activités effectuées pour l'exploitation des centrales existantes, pendant toute la durée de leur exploitation, comprenant leur arrêt et leur démantèlement.

L'ASN attend que l'exploitant analyse les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et qu'il identifie, mette en œuvre et évalue, dans la durée, l'efficacité des actions correctives associées.

Les exigences de l'ASN

L'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base prévoit que l'exploitant définit et mette en œuvre un système de management intégré (SMI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement soient systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SMI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection. Ainsi, l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SMI qui permette le maintien et l'amélioration continue de la sûreté, à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit en outre que le traitement des événements significatifs permette d'en déterminer, à travers la réalisation d'une analyse approfondie, les causes organisationnelles et humaines, en sus des causes techniques.

Le contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN en matière de FSOH s'appuie principalement sur les inspections qui portent sur les actions entreprises par l'exploitant pour améliorer l'intégration des FSOH 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'intervention 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, les compétences et la méthodologie engagés pour la mise en œuvre par EDF de démarches FSOH. 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 a été sollicité en 2013 sur la thématique du management de la sûreté et de la radioprotection lors des arrêts de réacteur.

4-1-2 La maîtrise 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. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares, la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

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 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 2013, la filière nucléaire française a finalisé un « cahier des charges social » applicable aux prestations de services et de travaux réalisées sur une installation nucléaire. EDF transpose ce cahier des charges social dans ses marchés de sous-traitance depuis juillet 2013.

Exigences de l'ASN

L'arrêté du 7 février 2012 impose à l'exploitant d'exercer une surveillance des activités réalisées par les intervenants extérieurs, afin de vérifier que les opérations qu'ils effectuent respectent les exigences définies et, plus globalement, qu'ils appliquent la politique définie par l'exploitant en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection ou de protection de l'environnement. L'exploitant doit également veiller à la disponibilité

d'un nombre suffisant de prestataires disposant de la compétence requise pour assurer les opérations de maintenance nécessaires au maintien du niveau de sûreté des réacteurs.

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 (les sous-traitants recevant une grande partie de la dose reçue sur l'ensemble des réacteurs, voir point 6-1-4). De telles conséquences peuvent résulter de l'emploi de personnels insuffisamment compétents, d'une surveillance insuffisante des prestataires par l'exploitant ou de conditions de travail dégradées.

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 et du chantier de Flamanville 3 (voir point 4-4-2).

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 est sollicité sur la maîtrise de la sous-traitance par EDF pour les activités de maintenance réalisées dans les centrales nucléaires.

4-2 Le maintien et l'amélioration continue de la sûreté nucléaire

4-2-1 Veiller à la correction des écarts

Les contrôles engagés à l'initiative d'EDF et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN conduisent à la détection d'écarts aux exigences définies. Ceux-ci peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement... Les

actions de détection et de correction des écarts, dont l'accomplissement est prescrit par l'arrêté du 7 février 2012, jouent un rôle important pour le maintien du niveau de sûreté des installations.

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 écarts. Par exemple, les visites de routine sur le terrain constituent un moyen efficace de découverte de défauts.

Des vérifications décennales : les examens de conformité

EDF réalise des réexamens de sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans (voir point 4-3-4). EDF compare alors l'état réel des installations aux exigences de sûreté qui leurs sont applicables et répertorie les éventuels écarts. 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.

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

Lorsqu'un écart est détecté, l'exploitant est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire, la radioprotection ou la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet à l'ASN une déclaration d'événement significatif (voir point 4-2-2). Les événements ainsi déclarés font l'objet, à partir du niveau 1 sur l'échelle INES, d'une information du public sur www.asn.fr.

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

L'ASN exige que les écarts ayant un impact sur la sûreté soient corrigés dès que possible et dans des délais proportionnés aux enjeux. L'ASN examine ainsi les modalités et les délais de remise en conformité proposés par EDF pour les écarts les plus significatifs. Pour réaliser cet examen, l'ASN prend en compte les conséquences réelles et potentielles de l'écart 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'écart 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'un écart de moindre gravité peut être augmenté lorsque des contraintes particulières le justifient et si l'impact pour la sûreté est tolérable. Ces contraintes peuvent résulter du délai nécessaire pour préparer une remise en conformité présentant toutes les garanties de sûreté. 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 pour lequel EDF est en mesure de justifier la tenue à un niveau de séisme important, des délais de réparation plus longs peuvent être acceptés.

4-2-2 Examiner les événements et le retour d'expérience

Le retour d'expérience constitue une source d'amélioration continue pour les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de la protection de l'environnement. L'ASN impose à EDF de lui déclarer les événements significatifs survenant dans ses centrales nucléaires selon les critères de déclaration prédéfinis (voir point 3-4-2 du chapitre 4). 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 aux niveaux local et national l'ensemble des événements significatifs déclarés (le bilan pour l'année 2013 figure au point 6-1-6). Pour certains événements significatifs considérés comme plus notables du fait de leur caractère récurrent ou générique, l'ASN fait procéder à une analyse plus approfondie par l'IRSN. L'ASN contrôle la manière dont EDF organise et exploite le retour d'expérience des événements significatifs pour améliorer la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement. L'ASN examine, lors d'inspections dans les centrales nucléaires, l'organisation des sites et les actions menées en matière de traitement des événements significatifs et de prise en compte du retour d'expérience. L'ASN veille également à ce qu'EDF tire les enseignements des événements significatifs survenus à l'étranger. Enfin, à la demande de l'ASN, le GPR examine périodiquement le retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression.

4-3 La poursuite du fonctionnement

des centrales nucléaires

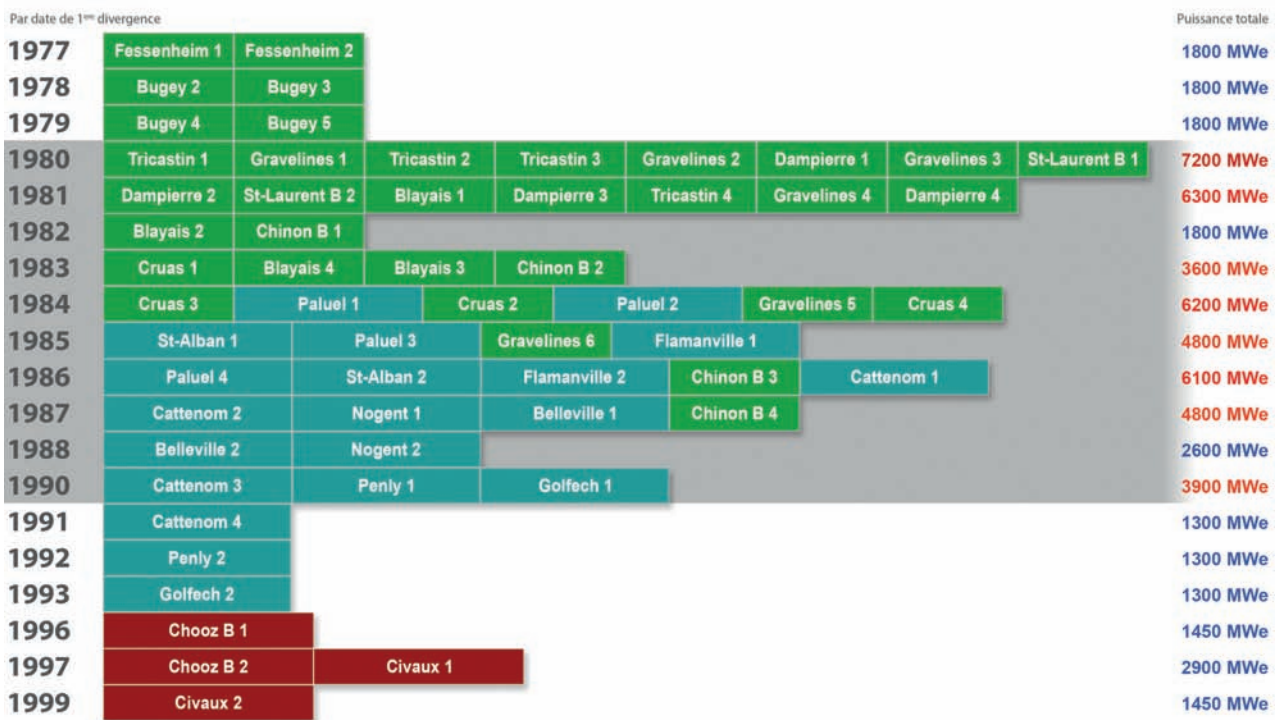
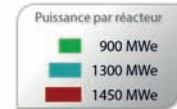
Si les textes encadrant le fonctionnement des centrales nucléaires en France ne fixe pas de limitation dans le temps à leur autorisation d'exploitation, l'article L.593-18 du code de l'environnement dispose que l'exploitant procède à un réexamen de la sûreté de son installation tous les dix ans.

4-3-1 L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement 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 français, ont été mis en service entre 1979 et 1990 et treize réacteurs, représentant 10 000 MWe supplémentaires, entre 1990 et 2000. En décembre 2013, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 32 ans pour les trente-quatre réacteurs de 900 MWe ;
- 26 ans pour les vingt réacteurs de 1 300 MWe ;
- 16 ans pour les quatre réacteurs de 1 450 MWe.

Parc électronucléaire en France fin 2013



4-3-2 Les principaux facteurs de vieillissement

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 de fonctionnement des installations.

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

Les dégradations des matériels remplaçables

Le vieillissement des matériels résulte de phénomènes tels que l'usure des pièces mécaniques, le durcissement des polymères, la corrosion des métaux... Ces dégradations doivent être prises en compte dès la conception et la fabrication puis dans un programme de surveillance et de maintenance préventive, voire de réparations ou de remplacement si nécessaire.

L'obsolescence des matériels ou de leurs composants

Certains matériels importants pour la protection, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'un

processus de « qualification » visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions de sollicitation et d'ambiance correspondant aux situations d'accident pour lesquelles ils sont nécessaires. La disponibilité des pièces de rechange pour ces équipements est fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur pouvant conduire à des difficultés d'approvisionnement. En préalable au montage de pièces de rechange différentes des pièces d'origine, EDF doit vérifier que ces nouvelles pièces ne remettent pas en cause la « qualification » requise des matériels sur lesquels elles seront installées. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte anticipation est nécessaire de la part de l'exploitant. Cette approche peut conduire dans certains cas au remplacement pur et simple de certains matériels par des matériels équivalents de nouvelle génération, qui doivent être à leur tour qualifiés.

Durée de vie des matériels non remplaçables

Les matériels non remplaçables tels que la cuve (voir point 2-5-4) et l'enceinte de confinement (voir point 2-6) font l'objet d'une étroite surveillance permettant de vérifier que leur vieillissement est conforme à celui qui a été anticipé à la conception.

4-3-3 La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels

La démarche de maîtrise du vieillissement des matériels développée par EDF, de type « défense en profondeur », s'appuie sur trois lignes de défense. Elle vise à prévenir qu'une dégradation inattendue d'un matériel ne conduise à un incident ou une situation plus grave :

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 programmes d'investigations complémentaires ou encore l'examen du retour d'expérience (voir point 4-2-2) 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.

Pour les réacteurs faisant l'objet de leur troisième visite décennale, une analyse approfondie du vieillissement est réalisée pour l'ensemble des mécanismes de dégradation pouvant affecter, de manière directe ou indirecte, les composants importants pour la protection. 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.

En outre, dans la perspective, souhaitée par EDF, d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans, la maîtrise du vieillissement et la gestion de l'obsolescence des équipements constituent des enjeux majeurs pour la sûreté (voir point 5-3).

4-3-4 L'examen de la poursuite du fonctionnement

Le réexamen de sûreté est l'occasion d'examiner en profondeur l'état des installations en tenant compte de leur vieillissement pour vérifier qu'elles sont conformes au référentiel de sûreté applicable. Il a aussi pour objectif d'améliorer le niveau de sûreté des installations. Les exigences applicables aux installations actuelles sont ainsi comparées à celles auxquelles doivent répondre les installations les plus récentes et les améliorations qui peuvent être raisonnablement mises en place sont réalisées à l'occasion des visites décennales.

Le processus de réexamen de sûreté comprend plusieurs étapes.

1) **L'examen de conformité** : il consiste à comparer l'état réel de l'installation au référentiel de sûreté et à la réglementation applicables, notamment son décret d'autorisation de création et les prescriptions de l'ASN. Cet examen décennal de conformité ne dispense pas l'exploitant de son obligation de garantir en permanence 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. À l'issue de ces études, des modifications permettant des améliorations de sûreté sont définies et seront déployées dans le cadre de 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. 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 le code de l'environnement.

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 du réexamen de sûreté. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation, ainsi que sur les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés 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. L'ASN communique au ministre en charge de la sûreté nucléaire son analyse du rapport et peut fixer à l'exploitant des prescriptions complémentaires.

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

En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de trente ans. L'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen de sûreté. 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.

La réévaluation de sûreté à la lumière des objectifs de sûreté de réacteurs plus récents

Un des objectifs du réexamen de sûreté des centrales nucléaires françaises existantes consiste à améliorer leur niveau de sûreté selon une démarche appelée réévaluation.

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 réalisées à l'occasion des visites décennales.

Le volet de l'amélioration de la sûreté des centrales nucléaires françaises actuellement en exploitation est à examiner dans un contexte où :

- dans les années à venir, les réacteurs actuels cohabiteront avec des réacteurs de type EPR ou équivalents, dont la conception vise un niveau de sûreté significativement plus élevé ;
- la prise en compte du retour d'expérience, ainsi que les efforts de recherche et développement en France comme à l'étranger dégagent des pistes possibles d'amélioration des réacteurs actuels, notamment en matière de prévention et de gestion des accidents graves et de réduction des rejets associés.

L'ASN considère donc que les améliorations de sûreté à apporter aux réacteurs existants (études de réévaluation de sûreté et objectifs radiologiques associés) doivent être définies au regard de ces nouvelles exigences de sûreté, de l'état de l'art en matière de technologies nucléaires et de la durée de fonctionnement visée par EDF.

Cette position est cohérente avec celle exprimée en novembre 2010 par l'association WENRA (*Western European Nuclear Regulators' Association*) des responsables des Autorités de sûreté nucléaire d'Europe, dans une déclaration sur les objectifs de sûreté pour les nouvelles centrales nucléaires². WENRA indique en effet que ces objectifs devraient être utilisés comme référence pour identifier les améliorations de sûreté raisonnablement possibles pour les centrales nucléaires existantes lors des réexamens décennaux de sûreté.

Cette appréciation générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités de réacteurs, l'ASN se prononce sur l'aptitude individuelle de la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur, 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 5-3).

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

L'ASN s'est prononcée favorablement en 2006 sur les aspects génériques de la poursuite de fonctionnement 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 mises en place d'ici 2014 à l'occasion des deuxièmes visites décennales (voir point 5-3).

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

L'ASN a défini en 2011 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, réponde 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 visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe se sont déroulées entre 2009 et 2012. L'ASN a identifié et demandé, en 2012, des améliorations génériques à ce palier de réacteurs qu'EDF devra mettre en place au cours des prochaines années (voir point 5-3).

Les enjeux de la poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de quarante ans

L'ASN considère que la poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de quarante ans n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux d'améliorations de la sûreté.

L'ASN insiste en particulier pour que les études de réévaluation de sûreté et les objectifs radiologiques associés soient considérés au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs, tel l'EPR, conformément à la position retenue par l'association WENRA des responsables des Autorités de sûreté nucléaire d'Europe.

À la demande de l'ASN, le GPR s'est réuni les 18 et 19 janvier 2012 afin de se prononcer sur les orientations du programme

2. « The safety objectives address new civil nuclear power plant projects. However, these objectives should be used as a reference for identifying reasonably practicable safety improvements for "deferred plants" and existing plants during periodic safety reviews » - WENRA Statement on Safety Objectives for new Nuclear Power Plants, Nov. 2010.

générique d'EDF associé au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans. Le GPR a plus particulièrement examiné, sur la base du rapport de l'IRSN, les dispositions mises en place ou prévues par EDF pour d'une part vérifier et assurer le maintien dans le temps de la conformité des réacteurs aux référentiels de sûreté applicables et d'autre part améliorer le niveau de sûreté des réacteurs existants.

L'ASN s'est prononcée en 2013 sur les orientations de ce programme d'études dédié au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs (voir point 5-3).

4-4 Le réacteur EPR de Flamanville

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, appelé Flamanville 3, d'une puissance de 1 650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs d'une puissance de 1 300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le décret n° 2007-534 du 10 avril 2007, après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction réalisée avec ses appuis techniques.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la réalisation du réacteur 3 de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil (gros œuvre) se sont poursuivis et sont désormais quasiment terminés. Au cours de l'été 2013, le dôme a été posé sur l'enceinte du bâtiment réacteur. Par ailleurs, la mise en place des composants (réservoirs, canalisations, câbles et armoires électriques et de contrôle-commande...) se poursuit.

Parallèlement aux activités du chantier sur le site de Flamanville, la fabrication des systèmes, des composants et des équipements sous pression, notamment ceux constitutifs des circuits primaire (pompes, robinetterie, tuyauteries...) et secondaire (générateurs de vapeur, robinetterie, tuyauteries...) se termine dans les ateliers des fabricants. Certains équipements constitutifs de la chaudière nucléaire, notamment la cuve du réacteur, ont été livrés à Flamanville 3 et sont actuellement stockés dans l'attente de leur montage. La cuve du réacteur a été mise en place en janvier 2014.

D'après EDF, la mise en service de Flamanville 3 est prévue en 2016.

4-4-1 Les étapes jusqu'à la mise en service du réacteur Flamanville 3

En application du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 (voir point 3-1-3 du chapitre 3), l'introduction du combustible

nucléaire dans le périmètre de l'installation et le démarrage de cette dernière sont soumis à l'autorisation de l'ASN. Conformément à l'article 20 de ce même décret, l'exploitant doit adresser à l'ASN, un an avant la date prévue pour la mise en service, 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, le plan de démantèlement et une mise à jour de l'étude d'impact 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 de la demande de mise en service. Cet examen anticipé porte sur :

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

Inspection de l'ASN lors de la pose du dôme de l'EPR à Flamanville - Juillet 2013



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

4-4-2 Le contrôle de la construction

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

- 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 l'aptitude de l'installation 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, l'ASN a fixé 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. Ces prescriptions ont été complétées en 2013 pour couvrir les activités relatives aux futurs essais de démarrage (voir point 5-2). Les principes et les modalités de contrôle de la construction de Flamanville 3 couvrent les étapes suivantes :

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

Ce contrôle porte en outre sur la préparation d'EDF à l'exploitation du réacteur après sa mise en service, la maîtrise des risques pour les INB voisines (réacteurs de Flamanville 1 et 2) engendrés par les activités de construction, la radioprotection et la protection de l'environnement. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire (voir point 2-5-1). Les principales actions de l'ASN en la matière en 2013 sont décrites au point 5-2.

4-4-3 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 la conception, de la construction et de l'exploitation des nouveaux réacteurs avec ses homologues étrangères.

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. Ces relations ont été initiées dès 2004 avec l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (STUK) dans la perspective de construction de réacteurs de type EPR sur les sites d'Olkiluoto (Finlande) et Flamanville (France). Depuis, une coopération renforcée existe entre STUK et l'ASN. En 2013, deux réunions techniques d'avancement des deux projets se sont tenues, l'une en France, l'autre en Finlande ; lors de ces réunions, des visites des chantiers de Flamanville 3 et d'Olkiluoto 3 ont été organisées ainsi que la participation à une inspection. Des échanges réguliers entre le STUK et l'ASN, ainsi qu'entre l'Autorité de sûreté britannique (ONR) et l'ASN ont également 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'Agence de l'énergie nucléaire (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 membre du *Multinational Design Evaluation Programme* (MDEP) dédié à l'évaluation de la conception des nouveaux réacteurs (voir point 2-3 du chapitre 7). Dans ce cadre, l'ASN a notamment participé en 2013 aux travaux 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 et à la modélisation des accidents et des transitoires. Le groupe plénier s'est également réuni deux fois. L'une de ces réunions plénières s'est tenue en Chine et a été partiellement consacrée au contrôle des essais de démarrage. Le concepteur et les futurs exploitants des différents EPR en projet dans le monde ont été associés à cette réunion et ont pu présenter la stratégie retenue pour ces futurs essais.

Par ailleurs, l'ASN participe également aux travaux du *Working group on regulation of new reactors* qui est un groupe technique du *Committee on Nuclear Regulatory Activities* (CNRA) de l'AEN (voir point 2-3 du chapitre 7). Les travaux correspondants ont notamment abouti à la création d'une base de données enregistrant les anomalies et écarts observés au cours des dernières constructions. L'ASN contribue, sur la base des écarts relevés sur Flamanville 3, à alimenter 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.

4-5 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 génération³ 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 ministère américain de l'énergie 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 de consommer du plutonium tout en le produisant in situ à partir de l'uranium 238, capacité à transmuter les 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. Pour leurs promoteurs, le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé en France au plus tôt au milieu du présent 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. Pour l'ASN, la quatrième génération de réacteurs devra répondre à des objectifs de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement renforcés par rapport aux réacteurs de troisième génération (de type EPR).

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 2012 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, vis-à-vis d'une part des perspectives de renforcement des objectifs de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement et d'autre part des possibilités de séparation et de transmutation des éléments radioactifs à vie longue mentionnées par la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Cette étape vise à présenter les avantages et inconvénients de chacune des technologies précitées compte tenu de leur état actuel de développement. Les conclusions de cet examen devraient être connues au 1^{er} semestre 2014.

En parallèle, le CEA s'est engagé dans les études d'un prototype de réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na) : le projet ASTRID⁴. Ce projet s'inscrit, pour le CEA, dans le cadre de la préparation des réacteurs de quatrième génération. Mi 2012, le CEA a transmis à l'ASN le dossier d'orientations de sûreté (DORs) du prototype ASTRID. Ce dossier précède le dossier d'options de sûreté (DOS) que le CEA prévoit de rédiger en 2014, au moment de la préconception de l'installation, soit bien en amont du dépôt de la demande d'autorisation de création de l'INB. Les dossiers d'orientations et d'options de sûreté ont notamment vocation à permettre à l'ASN de vérifier, dès le début du projet, que les enjeux de sûreté sont correctement pris en compte. Le dossier d'orientations de sûreté a fait l'objet d'un examen par les Groupes permanents d'experts au cours du 1^{er} semestre 2013.

L'ASN considère que le réacteur ASTRID devra présenter un niveau de sûreté au moins équivalent à celui des réacteurs de type EPR et tenir compte des enseignements tirés de l'accident de Fukushima. Les objectifs généraux de sûreté d'ASTRID devront également prendre en compte son rôle de démonstrateur dans la perspective du développement industriel d'une possible filière RNR-Na de quatrième génération, dont les objectifs de sûreté seront renforcés par rapport à l'EPR.

3. La quatrième génération de réacteurs « génération IV » est identifiée par opposition aux réacteurs immédiatement disponibles pour un renouvellement des réacteurs actuellement en exploitation, dits de troisième génération (cette appellation faisant elle-même référence au fait que les réacteurs actuellement en exploitation constituent la deuxième 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 première génération).

4. *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*.

5-1 Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima

À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima et conformément à la décision de l'ASN n° 2011-DC-0213 du 5 mai 2011, EDF a réalisé une évaluation complémentaire de sûreté (ECS) pour les centrales nucléaires, afin de prendre en compte le retour d'expérience de l'accident de Fukushima. Sur la base de l'analyse réalisée par l'IRSN, les Groupes permanents pour les réacteurs nucléaires (GPR) et les laboratoires et usines (GPU), l'ASN a publié ses conclusions le 3 janvier 2012 et a pris le 26 juin 2012 dix-neuf décisions pour imposer à EDF la mise en place de dispositions complémentaires destinées à renforcer les exigences de sûreté relatives à la prévention des risques naturels (séisme et inondation), à la gestion des situations de pertes des alimentations électriques et des moyens de refroidissement et à la gestion des accidents graves. L'ASN a notamment imposé les mesures suivantes :

- un « **noyau dur** » composé de structures et équipements permettant d'assurer les fonctions de sûreté vitales en cas d'agressions ou d'aléas notablement supérieurs à ceux retenus pour le dimensionnement général de l'installation ;
- la mise en place à partir de 2012 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 ;
- des **dispositions renforcées visant à réduire les risques de « dénoyage » du combustible** dans les piscines d'entreposage des différentes installations.

À la demande de l'ASN, la proposition d'EDF pour la mise en place du « noyau dur » a été analysée par l'IRSN. Les résultats de cette analyse ont été présentés les 13 et 20 décembre 2012 au GPR qui a rendu son avis à l'ASN.

Préparation d'une intervention de la FARN à Civaux lors d'un exercice de crise



À la suite de la réunion du GPR, qui avait pointé plusieurs insuffisances dans sa première proposition de « noyau dur », EDF a transmis à l'ASN un nouveau dossier. Au regard de cette nouvelle proposition et à partir des recommandations formulées par le GPR, l'ASN a élaboré des projets de décisions qui établissent des prescriptions complémentaires précisant certaines exigences relatives au « noyau dur ». Elles ont notamment pour objectifs de préciser les éléments constituant ce « noyau dur » qui devra comprendre des dispositions pour prévenir un accident grave ainsi que des dispositions propres à limiter les conséquences d'un tel accident, pour le cas où il n'aurait pu être évité. Les exigences élaborées par l'ASN précisent également les règles de conception à retenir pour les matériels du « noyau dur », notamment les agressions extrêmes auxquels ces matériels doivent résister. Les projets de décisions ont été soumis à la consultation du public du 18 novembre au 9 décembre 2013. La contribution du public a permis de faire évoluer ces projets de décisions qui ont été adoptées par le collège de l'ASN le 21 janvier 2014 et publiées sur www.asn.fr.

La revue croisée par les pairs des tests de résistance européens

Le rapport de l'ASN du 3 janvier 2012 a été transmis par le Premier ministre au Président de la Commission européenne en tant que rapport de la France sur les tests de résistance (« stress tests ») décidés par le Conseil européen des 24 et 25 mars 2011. Les rapports des différents États européens ont été soumis à un processus de revues croisées (« revues par les pairs »), qui s'est déroulé de janvier à avril 2012 et comprenait deux phases successives : tout d'abord un examen transverse thématique de l'ensemble des rapports nationaux, suivi d'une revue détaillée de chaque rapport national. Cette revue a mobilisé 80 experts de 24 États et de la Commission européenne.

Le 26 avril 2012, une déclaration conjointe de ENSREG (*European Nuclear Safety Regulators' Group*), qui regroupe les Autorités de sûreté des États membres de l'Union européenne, et de la Commission européenne concluait l'exercice des tests de résistance des centrales nucléaires européennes. Cette déclaration soulignait la nécessité de mettre en place un plan d'action global pour s'assurer que ces tests de résistance seraient suivis de mesures d'amélioration de la sûreté, à l'échelle nationale, et que celles-ci seraient mises en œuvre de manière cohérente.

Daté du 25 juillet 2012, le plan d'action global élaboré par ENSREG prévoyait la publication pour la fin de l'année 2012, par l'Autorité de sûreté nucléaire de chaque État membre, d'un plan d'action national, la mise à disposition du public de tous ces plans d'action et l'analyse de chacun d'entre eux au cours d'un séminaire regroupant les Autorités de sûreté concernées.

Ce processus s'est tenu sous l'égide de ENSREG et de la Commission européenne, qui ont adopté, le 28 mai 2013, un rapport sur les actions engagées à la suite de l'accident de Fukushima.

Évaluations complémentaires de sûreté et tests de résistance européens : les étapes clés du processus

- **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 reprenant intégralement le cahier des charges européen des « stress tests » et le complétant par des thèmes supplémentaires tels que les facteurs sociaux, organisationnels et humains.
- **15 septembre 2011** : pour les installations prioritaires, transmission par les exploitants à l'ASN de leurs rapports d'évaluation complémentaire de sûreté.
- **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** : remise du rapport ASN sur les ECS au Premier ministre, qui le transmet à la Commission européenne.
- **Janvier à avril 2012** : revues croisées (« peer reviews ») des rapports nationaux au niveau européen.
- **26 avril 2012** : approbation par ENSREG du rapport des conclusions des revues croisées européennes.
- **26 juin 2012** : adoption par l'ASN de dix-neuf décisions pour imposer des prescriptions complémentaires applicables à l'ensemble des centrales nucléaires au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté.
- **13 et 20 décembre 2012** : examen, par le groupe permanent chargé des réacteurs, de la proposition d'EDF de « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes.
- **21 décembre 2012** : publication et transmission à ENSREG du plan d'action national de l'ASN à la suite des tests de résistance.
- **24 avril 2013** : présentation à ENSREG du plan d'action national de l'ASN à la suite des tests de résistance.
- **18 novembre au 9 décembre 2013** : consultation du public sur les projets de décisions de l'ASN relatives au « noyau dur » des réacteurs à eau sous pression.
- **21 janvier 2014** : publication de 19 décisions de l'ASN précisant les exigences relatives au « noyau dur » des réacteurs à eau sous pression.

Pour la France, ce rapport souligne en particulier le caractère complet du plan d'action présenté, l'importance que l'ASN a attaché à la transparence du processus ECS, le caractère ambitieux du contenu et des délais de mise en œuvre des mesures d'amélioration de la sûreté des centrales nucléaires décidées après l'accident de Fukushima, ainsi que la prise en compte dans le cadre des ECS des facteurs organisationnels et humains, y compris les conditions de recours à la sous-traitance. Le rapport souligne l'enjeu particulier associé à l'amélioration du dispositif d'événement-filtration⁵ des enceintes de confinement des réacteurs existants, au sujet duquel l'ASN prendra position une fois qu'elle aura analysé les études qu'EDF lui a remis en décembre 2013.

5-2

Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3

L'examen de la conception détaillée du réacteur 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 et d'analyses spécifiques. Cet examen s'inscrit dans le cadre de l'instruction anticipée de la future demande

de mise en service qu'EDF prévoit de déposer dans les prochaines années, au titre de l'article 20 du décret n° 2007-1557 (voir point 4-4-1). En 2013, l'examen technique s'est poursuivi sur des sujets tels que les systèmes électriques de secours (groupes électrogènes), le système d'évacuation ultime de la chaleur dans l'enceinte de confinement (EVU), le contenu des futures règles générales d'exploitation.

Par ailleurs, l'ASN a mené en 2013 quatre inspections dans les services d'ingénierie d'EDF en charge des études de conception et de la surveillance des fabrications chez les fournisseurs. L'ASN a ainsi contrôlé la mise en œuvre des exigences des arrêtés du 10 août 1984 et du 7 février 2012 dans le système de management du projet. Les exigences relatives à la gestion et la surveillance des prestataires ont fait l'objet d'une attention particulière. Des inspections relatives à ce sujet ont été réalisées dans les ateliers des fabricants pour contrôler l'identification et la gestion des activités importantes pour la protection, ainsi que la gestion des écarts et la capitalisation du retour d'expérience.

Par ailleurs, le collège de l'ASN a validé en 2013 de nouvelles prescriptions applicables à Flamanville 3 : la décision n° 2013-DC-0347 de l'ASN du 7 mai 2013 fixe des prescriptions relatives à la préparation et au déroulement des essais de démarrage qu'EDF prévoit de réaliser à Flamanville 3. Ces essais serviront à vérifier que les performances de l'installation telle que construite sont bien conformes à celles attendues.

5. Dans certaines situations accidentelles, le dispositif d'événement-filtration a pour objectif d'éviter la défaillance de l'enceinte de confinement par surpression en procédant à des rejets filtrés.

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

Sur le chantier de construction, l'ASN a réalisé, avec l'appui de l'IRSN, vingt-deux inspections consacrées au contrôle de la construction en 2013. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

- le génie civil, dont les activités relatives à la construction de la coque avion et de l'enceinte interne du bâtiment réacteur avec notamment la pose du dôme de cette enceinte mais aussi la mise en œuvre des revêtements (en majorité des peintures) sur les ouvrages ;
- les activités de montage mécanique, dont le soudage des tuyauteries et de leurs supports, le montage des revêtements en acier inoxydable des bâches et des piscines et les premiers essais d'étanchéité associés, le montage des filtres à chaîne de la station de pompage, le montage des équipements nécessaires au fonctionnement des groupes électrogènes de secours, le montage des équipements de ventilation des bâtiments ;
- les activités de montage des systèmes électriques, dont le montage des tableaux électriques, le stockage des câbles électriques et les opérations de tirage de câbles dans les bâtiments ;
- les activités de montage et de mise sous tension des systèmes du contrôle-commande, dont l'installation des armoires et de leurs alimentations ainsi que le raccordement des câbles associés ;
- les contrôles non destructifs des soudures et la radioprotection des travailleurs ;
- les actions destinées à la conservation des équipements déjà installés ;
- la prise en compte des exigences de qualification aux conditions accidentelles des matériels ;
- l'organisation et le management de la sûreté au sein du chantier et au sein de l'équipe d'exploitation du futur réacteur Flamanville 3 ;
- l'organisation prévue pour la réalisation des essais de démarrage de l'installation ;
- l'impact du chantier sur la sûreté des réacteurs de Flamanville 1 et 2 lors de la pose du dôme de l'enceinte interne ;
- l'impact environnemental du chantier.

Dans ses activités de contrôle du chantier, l'ASN a porté en 2013 une attention particulière sur les sujets suivants :

- la mise en œuvre d'une stratégie de conservation des équipements et des structures présents sur le chantier jusqu'à la mise en service de Flamanville 3. En raison des reports annoncés par EDF pour la mise en service du réacteur, l'ASN veille à ce qu'EDF apporte une attention particulière à la définition et au respect d'exigences associées à la conservation des équipements déjà installés et des structures construites. Ainsi, l'ASN examine régulièrement ce point lors des contrôles réalisés sur site en veillant notamment à la prise en compte des risques associés aux co-activités (interventions de plusieurs corps de métier dans les bâtiments) ;
- la préparation et la réalisation des essais de démarrage. Après que l'ASN a prescrit les exigences à respecter pour la préparation et la réalisation de ces essais (cf. examen de la conception détaillée ci-dessus), l'ASN a mené les premières actions de contrôle du respect de ces exigences. Les essais de démarrage contribuent à apporter la démonstration que les structures,

systèmes et composants respectent les exigences qui leurs sont assignées ;

- la préparation à la prise en main de l'exploitation de Flamanville 3 par l'entité d'EDF qui en sera chargée après sa construction. Cette entité est actuellement composée d'environ 350 agents. En vue de la mise en service du réacteur, EDF met en œuvre un processus permettant de transférer progressivement la responsabilité du fonctionnement des structures, systèmes et composants depuis l'entité en charge des activités de construction et des opérations de démarrage du réacteur vers l'entité en charge de son exploitation future. Les étapes de ce processus permettent aux personnes qui seront en charge de l'exploitation de parfaire leurs compétences, de se familiariser avec les équipements du réacteur, d'élaborer la documentation d'exploitation et de développer les outils adéquats. A travers son contrôle, l'ASN vérifie si celles-ci tirent profit du retour d'expérience et des meilleures pratiques mises en œuvre dans les centrales nucléaires d'EDF et si elles s'approprient au mieux le fonctionnement des matériels pendant la construction du réacteur et les essais de démarrage des systèmes ;
- la préparation d'EDF et des entreprises extérieures au montage et à l'assemblage des équipements du circuit primaire principal du réacteur. En effet, des opérations d'ampleur particulière sont nécessaires pour l'introduction des gros composants dans le bâtiment réacteur et leur assemblage sur site. L'ASN sera vigilante à la réalisation de ces activités, dont dépendra la qualité finale du circuit primaire principal, équipement essentiel d'un réacteur nucléaire.

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

Les actions menées par les inspecteurs du travail de l'ASN en 2013 ont consisté en :

- la réalisation de contrôles de sécurité sur le chantier ;
- la participation à des commissions inter-entreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) et des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) d'entreprises ;
- l'instruction de dérogations relatives à certaines dispositions du code du travail ;
- la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés.

En 2013, 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 à la conception et l'utilisation des équipements de travail, notamment des machines et en particulier de la grue ayant servi à la pose du dôme, du pont polaire et des chariots utilisés pour l'installation du circuit primaire principal (voir encadré).

Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires du réacteur Flamanville 3

Au cours de l'année 2013, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires (ESPN) des circuits primaire et secondaires du réacteur de Flamanville (cuve, pompes primaires, mécanismes de commande de grappe, pressuriseur, générateurs de vapeur, ainsi qu'une partie des tuyauteries, vannes et robinets). Les fabrications sont largement avancées pour l'ensemble des gros équipements et sont engagées pour la plupart des robinets, vannes et clapets.

Les premières opérations d'assemblage d'ESPN en vue de la construction de la chaudière nucléaire ont débuté sur le site de Flamanville avec le raccordement de vannes et de tuyauteries.

L'ASN examine également les mesures prises par AREVA pour prémunir les équipements des risques d'endommagement pendant leur acheminement et leur montage sur site.

En 2010 et 2011, plusieurs non-conformités avaient été détectées par AREVA NP lors de la fabrication du couvercle de la cuve du réacteur Flamanville 3. Il s'agissait notamment de nombreux défauts dans les soudures des adaptateurs de cuve. Ces écarts ont nécessité qu'AREVA procède à des réparations de grande ampleur en 2013. Ces opérations de réparation se sont poursuivies selon les modalités de surveillance définies par l'ASN. À la suite des demandes de l'ASN, AREVA a développé au cours de l'année 2013 une méthode plus performante de contrôle par ultrason des soudures des adaptateurs de cuve.

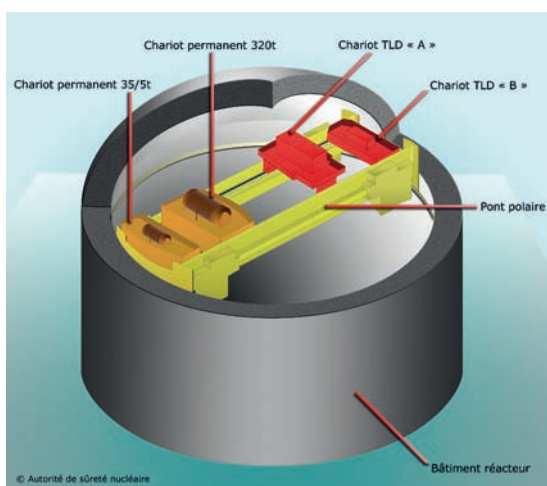
L'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires, dit arrêté « ESPN », précise les exigences essentielles de sécurité applicables aux ESPN. Pour les équipements les plus importants pour la sûreté, dits « équipements de niveau N1 », il requiert la réalisation d'une « qualification technique » des procédés de fabrication destinée à identifier les risques d'hétérogénéités des composants afin de s'assurer que ceux-ci auront les caractéristiques requises dans l'intégralité de leur volume.

Au cours de la qualification des procédés pour les corps de clapets anti retour du système d'alimentation en eau des générateurs de vapeur, AREVA a mis en évidence l'existence de

précipités, répartis de façon hétérogène dans les corps de clapets et qui ont une incidence significative sur les caractéristiques mécaniques des composants. Ce constat a conduit AREVA à rebuter les composants en cours de fabrication et à en approvisionner de nouveaux, auprès d'un autre fournisseur. L'ASN considère que les fabricants d'ESPN doivent veiller à utiliser les meilleures technologies disponibles afin de garantir la qualité des équipements du réacteur Flamanville 3.

En juin 2013, l'ASN a fixé les conditions selon lesquelles pouvait débuter une première séquence de montage de vannes et tuyauteries du système d'injection de sécurité (RIS) du réacteur Flamanville 3. Début juillet 2013, l'ASN a suspendu ce chantier car la première des vannes a été montée à l'envers. L'analyse des causes de l'écart a révélé qu'il résulte, d'une part d'aspects liés au facteur humain et à l'organisation, d'autre part de lacunes dans la documentation technique. Début septembre 2013, AREVA NP a proposé à l'ASN une méthode visant à mieux spécifier les exigences applicables aux opérations de montage et à assurer une meilleure traçabilité du résultat des contrôles requis. Considérant que cette méthode permettait une amélioration continue de la documentation tout en garantissant l'application de l'ensemble des exigences associées, l'ASN a autorisé en septembre 2013 la reprise du montage des vannes et tuyauteries du système d'injection de sécurité (RIS).

En novembre 2013, l'ASN a par ailleurs examiné les conditions dans lesquelles pouvait débuter le montage d'équipements du circuit primaire du réacteur et la mise en place de la cuve du réacteur.



Conformité des appareils de manutention lourds

À la suite de constats dressés à l'automne 2013 sur le chantier de Flamanville 3, les inspecteurs du travail de l'ASN ont formulé à plusieurs reprises à EDF des demandes portant sur la conformité du matériel destiné à être utilisé pour l'installation des plus gros équipements du réacteur. Ces matériels de levage sont constitués du pont polaire (situé en partie haute du bâtiment réacteur) et de « chariots » additionnels spécifiques à ces opérations de manutention. Les inspecteurs du travail ont en effet relevé des non-conformités et ont demandé à un organisme accrédité spécialisé de réaliser une vérification complète des matériels.

Au regard des demandes faites par les inspecteurs du travail de l'ASN concernant le chantier de Flamanville 3 et des échanges techniques qui ont suivi avec l'exploitant EDF, l'ASN a considéré le 13 décembre 2013 que toutes les réponses et garanties

n'étaient pas été obtenues et a donc formellement demandé à EDF de remédier aux non-conformités rencontrées sur ces matériels avant toute utilisation pour la manutention des gros équipements.

Comme le prévoit la réglementation en pareille situation, l'ASN a transmis les observations de ses inspecteurs du travail à la Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) de Basse-Normandie, qui a également adressé à EDF, sous la forme d'une mise en demeure, un rappel de la réglementation applicable à ces matériels de levage.

Après la mise en œuvre par EDF d'un plan d'action pour résoudre les non conformités, la cuve du réacteur a été introduite fin janvier 2014. L'ASN contrôlera en 2014 la poursuite du plan d'action d'EDF.

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 4-3-4).

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

En 2013, 6 réacteurs ont intégré les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de leur troisième visite décennale. Fin 2013, 19 des 34 réacteurs du palier 900 MWe ont effectué leur troisième visite décennale.

L'ASN a considéré en 2013 que le réacteur 2 de Fessenheim et le réacteur 4 du Bugey étaient aptes à fonctionner pour une durée de dix années supplémentaires après leur troisième réexamen de sûreté. En application de l'article L.593-19 du code de l'environnement, l'ASN a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ces réacteurs, respectivement par les décisions n° 2013-DC-0342 et n° 2013-DC-0361.

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

En 2013, le réacteur de Cattenom 4 a intégré à son tour les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de sa deuxième visite décennale. Sur les 20 réacteurs de 1300 MWe, 18 ont ainsi effectué leur deuxième visite décennale.

L'ASN a par ailleurs achevé l'examen des rapports de conclusion de réexamen de 9 réacteurs et lancé une consultation du public sur ses projets de prescriptions encadrant notamment les délais des quelques améliorations prévues restant à mettre en œuvre sur ces réacteurs.

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

Tous les réacteurs du palier N4 ont intégré les modifications issues du réexamen de sûreté dans le cadre de leur première visite décennale.

L'ASN a achevé en 2013 l'examen des rapports de conclusions transmis par EDF et prépare les prescriptions qu'elle compte édicter en 2014.

La poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans

L'ASN s'est prononcée en juin 2013 sur les orientations du programme générique d'études conduit par EDF en vue d'étendre la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans et a formulé des demandes de compléments d'études.

L'ASN a notamment souligné que, si le fonctionnement des réacteurs actuels était prolongé au-delà de 40 ans, ceux-ci coexisteraient au niveau mondial avec des réacteurs de conception plus récente répondant à des exigences de sûreté significativement renforcées. L'ASN a donc réaffirmé au travers de ses demandes, qu'au-delà de la question de la maîtrise du vieillissement, la prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs est également conditionnée à une réévaluation de

sûreté ambitieuse visant à atteindre un niveau le plus proche possible de celui d'un nouveau réacteur.

Après avoir pris connaissance des demandes de l'ASN, EDF a élaboré et transmis en octobre 2013 son dossier d'orientation du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

des équipements sous pression

Visserie des liaisons roue-arbre et des guides d'eau des pompes primaires des réacteurs 1 450 MWe

Début 2012, lors de l'arrêt du réacteur de Chooz B2, une tête de vis a été découverte en fond de cuve (corps migrant). Cette tête de vis provient de la rupture d'une vis de fixation des guides d'eau dans la volute de pompe primaire. À l'issue de ce constat et à la demande de l'ASN, EDF a procédé, courant 2012 et 2013, à des contrôles et expertises de la visserie des pompes primaires. Les contrôles effectués ont montré, pour les réacteurs du palier N4 :

- des phénomènes de corrosion sous contrainte des vis de guide d'eau et des vis de liaison roue-arbre dus à l'emploi d'un mauvais matériau ;
- des desserrages des vis de guide d'eau entraînant leur usure prématurée, dus principalement à la disparition, en raison de leur sertissage incorrect, de coupelles frein destinées à empêcher le desserrage des vis.

À la suite de ces constats, EDF a procédé au remplacement et à la modification de la conception de toutes les vis de guide d'eau du palier N4, en augmentant le couple de serrage et en sécurisant le sertissage des coupelles frein. EDF a également établi un programme de remplacement de toutes les vis de liaison roue-arbre et a prévu une surveillance de la bonne tenue de la visserie à la corrosion sous contrainte ainsi que du serrage des vis par un contrôle des vibrations. L'ASN examine actuellement la stratégie globale proposée par EDF.

Détection de défauts sur les cuves de deux réacteurs en Belgique

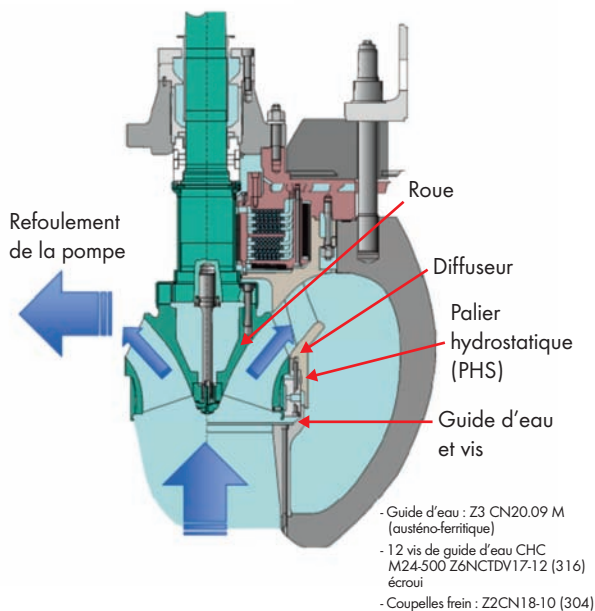
Lors de contrôles réalisés en juillet 2012 sur la cuve de Doel 3 (Belgique), plusieurs milliers de défauts pouvant être assimilés à des fissures potentielles ont été détectés. Ces défauts ont été mis en évidence lors d'un contrôle par ultrasons de toute la zone fortement irradiée de la cuve. Ce procédé, similaire à celui utilisé lors des visites décennales des réacteurs français, était utilisé pour la première fois sur la cuve de Doel 3 et a été mis en œuvre à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire belge, l'AFCN.

Les expertises ont confirmé que ces défauts sont très vraisemblablement des défauts de fabrication. Des contrôles similaires ont été réalisés sur plusieurs cuves fabriquées par le même forgeron, dont celles de Tihange 2 (Belgique) sur laquelle le même type de défauts a été observé.

Les informations disponibles concernant les pratiques de fabrication en vigueur depuis le début des années 1970 en France

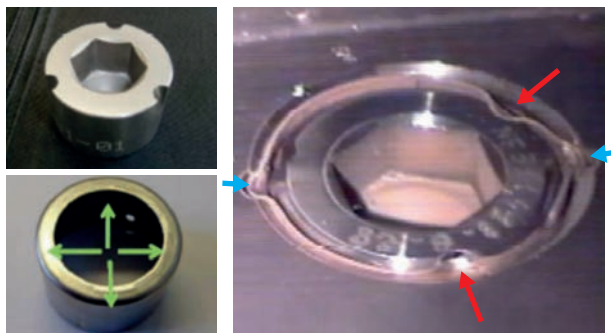
Schéma : visserie des internes des pompes primaires du palier N4

L'hydraulique N4



Verrouillages antirotation de la coupelle (exemple vis n° 2, Civaux 1)
2 points de sertissage dans le lamage
ou moins 1 point de sertissage sur la tête de vis : ici 2

Vis neuve, sans chanfrein



ne conduisent pas à suspecter la présence, sur des cuves des réacteurs électronucléaires français, de défauts de fabrication en nombre et dimensions analogues à ceux découverts sur la cuve du réacteur 3 de Doel. En effet :

- l'industriel qui a fabriqué la cuve de Doel 3 n'a forgé aucune pièce destinée à des cuves de réacteurs électronucléaires français ;
- un suivi spécifique de la construction des cuves des réacteurs français est mis en place depuis 1974. Pour l'ensemble des composants des cuves des réacteurs français, des contrôles visant à détecter les défauts dans les pièces forgées ont été réalisés en cours de fabrication. La performance et les résultats des contrôles réalisés pendant la fabrication pour détecter ce type de défauts ont fait l'objet d'un examen approfondi par l'ASN en 1985 et 1986. Par ailleurs, des expertises réalisées en 2012 sur un composant rebuté pour cause de défauts de fabrication ont confirmé l'aptitude de ces contrôles à

détecter des défauts du type de ceux mis en évidence à Doel 3 et Tihange 2 ;

- tous les dix ans, des contrôles par ultrasons des zones fortement irradiées sont réalisés sur les cuves des réacteurs français en service. Ces contrôles n'ont à ce jour pas mis en évidence de défauts de cette nature.

L'ASN a néanmoins demandé à EDF de procéder à un examen documentaire détaillé pour confirmer la bonne mise en œuvre des opérations de contrôle en fin de fabrication. L'ASN a également demandé à EDF de réexaminer les enregistrements des contrôles décennaux des cuves afin de conforter encore les garanties apportées.

EDF a proposé de procéder à l'examen des enregistrements pour les 80 premiers millimètres de l'épaisseur de la cuve à partir de l'intérieur, la majeure partie des défauts des cuves de Doel 3 et Tihange 2 se trouvant dans cette zone. Fin 2013, les cuves de 40 réacteurs français ont fait l'objet de cet examen. L'analyse des résultats obtenus sera terminée au printemps de l'année 2014. Ce même examen sera également mis en œuvre de manière systématique sur les cuves des réacteurs dont la visite décennale est à venir.

A ce stade, EDF a mis en évidence quelques défauts de faibles dimensions pour certaines cuves, mais aucun ne correspond, que ce soit en quantité ou en dimension, à ceux qui ont été observés en Belgique.

Par ailleurs, afin de conforter encore les garanties obtenues, l'ASN a demandé à EDF de procéder à un contrôle de la totalité de l'épaisseur de la cuve sur 6 réacteurs, soit 10 % des réacteurs en fonctionnement. Ces contrôles sont actuellement en cours et seront terminés dans le courant de l'été de l'année 2014. EDF a indiqué à l'ASN que ce contrôle réalisé à Bugey 3 n'a mis en évidence aucun défaut.

5-5 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 2013, la principale activité de l'ASN en matière d'inspection du travail.

Les contrôles de l'inspection du travail ont couvert notamment les champs suivants :

- 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 et aux travaux en hauteur ;
- les activités impliquant l'utilisation de produits chimiques cancérigènes, mutagènes ou ayant un impact sur la reproduction (CMR), l'amiante ou encore les activités de soudage ;
- les dispositions de protection contre l'incendie, dans une approche intégrée et coordonnée des exigences pour la sûreté et des exigences du code du travail ;
- le retour d'expérience du point de vue de la sécurité des travailleurs dans le cadre des opérations de remplacement de générateurs de vapeur (RGV) ;
- les dispositions d'évaluation des risques et de prévention prises en préparation des opérations à l'intérieur des « boîtes à eau » des générateurs de vapeur.

L'ASN a en outre poursuivi une action coordonnée initiée en 2012 sur les installations électriques et de levage, en réalisant sur dix centrales nucléaires un contrôle de l'application de la réglementation concernant les vérifications obligatoires des ponts polaires des bâtiments réacteur et des ponts lourds des bâtiments combustible des centrales nucléaires, et, dans une approche intégrée, de l'impact des éventuels écarts constatés sur la sûreté des centrales nucléaires. Ces inspections ont permis aux inspecteurs de constater des lacunes dans l'application de la réglementation, et ont conduit à un rappel à l'ordre d'EDF conjointement par l'ASN et la Direction générale du travail (DGT). L'ASN a également adressé à EDF des demandes de vérification de la conformité de « ponts passerelle » et de « machines de chargement » des bâtiments réacteur de certaines centrales.

L'ASN a également fait part à EDF de demandes concernant la démarche d'entrée des travailleurs en zone contrôlée sur certaines centrales nucléaires, tant du point de vue de la radioprotection (maîtrise de la propreté radiologique) que des conditions de travail (gestion des tenues de travail, surhabillage...).

Par leur présence régulière aux CHSCT, les inspecteurs du travail se tiennent informés des sujets abordés, notamment en matière d'accidents du travail. Les enquêtes en matière d'accidents du travail, systématiques en cas d'accidents graves, ont été rares en 2013, même si deux accidents du travail mortels ont été déplorés.

La sous-traitance

Des enquêtes approfondies sur le recours à des prestations de service, notamment dans le domaine tertiaire, ont été poursuivies en 2013 sur plusieurs sites.

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

5-6

Faits marquants concernant

la radioprotection des personnels

Deux inspections renforcées sur le thème de la radioprotection

L'ASN a mené, en juin 2013, deux inspections renforcées sur la radioprotection dans les centrales nucléaires de Cattenom et de Fessenheim. Sept inspecteurs de l'ASN et trois experts de l'IRSN y ont examiné l'organisation et le management de la radioprotection, l'application de la démarche ALARA, la maîtrise de la propreté radiologique et la gestion des sources radioactives.

Irradiation d'un plongeur lors d'une intervention dans une piscine d'entreposage du combustible (centrale nucléaire de Cruas-Meyssse)

Le 1^{er} février 2013, un plongeur employé par une entreprise spécialisée qui intervenait dans la piscine d'entreposage du combustible du réacteur 3 de la centrale nucléaire de

Cruas-Meyssse a été exposé à une dose supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle.

Pour les travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants, cette limite est de 20 millisieverts.

Lors de la manutention d'une pièce métallique massive, le plongeur s'est déplacé afin d'éviter de se retrouver sous la charge. Ce faisant, il est sorti de sa zone théorique de travail et s'est rapproché de la zone d'entreposage des éléments combustibles irradiés où l'exposition est particulièrement intense. Le plongeur, alerté par les vibrations de l'alarme de son dosimètre électronique et par l'opérateur du poste de supervision, s'est immédiatement éloigné.

En raison du dépassement du quart de la limite réglementaire de dose annuelle, cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle internationale de gravité des événements nucléaires et radiologiques (INES) qui compte 8 niveaux, de 0 à 7.

Événements de contaminations significatives

Trois événements de contaminations significatives (classés aux niveaux 1 et 2 de l'échelle INES) ont été déclarés en 2013 dans les centrales nucléaires.

Le plus marquant a eu lieu le 24 avril 2013 à la centrale nucléaire du Blayais. Cet incident, classé au niveau 2 de l'échelle INES, est détaillé ci-contre.

Les deux autres événements de contaminations marquants, classés au niveau 1 de l'échelle INES, concernent :

- la contamination au niveau de la tête d'un intervenant à Belleville, supérieure au quart de la limite réglementaire pour une surface de 1 cm² de peau ;
- la contamination au doigt d'un intervenant à Cruas, à l'origine d'une exposition de la main supérieure à la moitié de la limite réglementaire concernant les extrémités.

Saisine du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) concernant l'optimisation de la radioprotection dans les centrales nucléaires

En 2013, EDF a confirmé que l'augmentation des activités de maintenance à réaliser durant la période 2015-2020 devrait faire augmenter fortement (entre 30 et 40 %) les doses collectives et individuelles.

Le principe d'optimisation des doses selon lequel toute exposition justifiée doit être réalisée au plus faible coût dosimétrique possible, est l'un des trois principes fondamentaux (avec la justification des activités et la limitation des doses reçues) de la stratégie réglementaire française.

L'ASN a saisi le GPR afin qu'il se prononce sur la prise en compte par EDF du principe d'optimisation de la radioprotection dans les centrales nucléaires (actions préventives sur le terme source, mise en œuvre de dispositions d'optimisation lors d'opérations à fort enjeu radioprotection, perspectives d'amélioration, etc.), dans ce contexte de forte augmentation des activités.

L'instruction a d'ores et déjà démarré et se prolongera jusqu'à fin 2014.

Événement significatif pour la radioprotection déclaré le 25 avril 2013 concernant l'irradiation d'un travailleur lors de l'arrêt programmé du réacteur 4 à la centrale nucléaire d'EDF du Blayais

Le 25 avril 2013, EDF a déclaré à l'ASN l'exposition accidentelle le 24 avril 2013 d'un travailleur de l'entreprise Kaefer Wanner, prestataire d'EDF sur la centrale nucléaire du Blayais.

Lors du contrôle réalisé avant sa sortie de zone contrôlée, l'intervenant a détecté une contamination au niveau de son cou. Il avait auparavant été affecté à une activité de brossage sur plusieurs matériels en amont de la réalisation d'examens non destructifs dans le bâtiment du réacteur 4 de la centrale nucléaire et portait pour ces activités un équipement de protection individuelle.

L'intervenant a alors été pris en charge par le service de médecine du travail qui a procédé aux opérations de décontamination. Au cours de celles-ci, une particule radioactive a été retrouvée puis immédiatement retirée.

Le médecin du travail a ensuite évalué la dose reçue par le corps entier et la dose à la peau au niveau du cou et a conclu au dépassement de la dose maximale fixée par la réglementation sur une partie du corps.

Pour les travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants lors de leur activité professionnelle, les limites réglementaires annuelles de doses sont, pour douze mois consécutifs, de 20 millisieverts pour le corps entier et de 500 millisieverts pour une surface de 1 cm² de la peau.

Étant donné que le temps d'exposition de l'intervenant est sujet à de fortes incertitudes, l'évaluation dosimétrique a fait l'objet d'une expertise de l'IRSN. La dose reçue par l'intervenant au niveau du cou est selon toute vraisemblance supérieure à la limite réglementaire à la peau. La dose qu'il a reçue pour le corps entier est nettement inférieure à la limite réglementaire annuelle.

Le niveau d'exposition de l'intervenant n'a pas justifié de traitement médical particulier, néanmoins le salarié a fait l'objet d'un suivi à titre préventif.

L'ASN a mené une inspection sur site le 26 avril 2013. Les inspecteurs ont vérifié qu'EDF et Kaefer Wanner avaient pris les mesures nécessaires pour la surveillance médicale du travailleur et l'analyse des causes de cet événement.

En raison du dépassement de la limite réglementaire de dose annuelle à la peau, cet événement a été classé au niveau 2 de l'échelle internationale de gravité des événements nucléaires et radiologiques (INES) qui compte 8 niveaux, de 0 à 7.

5-7

Faits marquants concernant l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement et les rejets

Révision des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau

En 2013, l'ASN a achevé l'instruction des dossiers relatifs aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents des centrales nucléaires de Cruas, de Belleville-sur-Loire et de Cattenom, poursuivi celles du Bugey et de Saint-Alban et initié celles de Saint-Laurent et de Fessenheim.

Les décisions de l'ASN prises dans ce cadre (voir point 3-3-1) permettent notamment d'encadrer des modifications apportées par EDF aux installations, comme l'évolution du conditionnement chimique du circuit secondaire, la mise en place de traitements antitartres ou biocides des circuits de refroidissement (voir point 1-1-4), et de prendre en compte les évolutions de la réglementation.

L'ASN a par ailleurs instruit les premiers dossiers d'EDF relatifs à la mise en place sur les centrales nucléaires de moyens de prélèvements d'eau visant à garantir un « appoint ultime » d'eau en cas d'accident, tel que prescrits par les évaluations complémentaires de sûreté (voir point 5-1).

Défauts d'étanchéité de certains matériels

Des inétanchéités des puisards du circuit de purge des événements et des exhaures nucléaires (RPE) de la centrale nucléaire de Penly, et de certains éléments concourant au confinement des effluents radioactifs (tuyauteries, joints) au Bugey et au Tricastin, ont été identifiées à la suite de la découverte d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines au droit de ces sites.

L'ASN a demandé à EDF d'expertiser l'ensemble des puisards de ce type et d'effectuer des actions correctives relatives à la maintenance des capteurs de niveau ou d'humidité entre le cuvelage en inox et le béton, au remplacement de résines assurant l'étanchéité et à l'exploitation de ces puisards. Sur les sites du Bugey et du Tricastin, l'ASN a prescrit à EDF l'identification des inétanchéités, la remise en état des installations concernées et un renforcement de la surveillance des eaux souterraines.

À la centrale nucléaire de Cattenom, des défauts d'étanchéité d'une canalisation ont conduit à une pollution accidentelle des sols du site par 58 m³ d'acide chlorhydrique. À la suite de cet incident, l'ASN contrôle le respect des actions correctives demandées à EDF.

Rétentions et réseaux de collecte des eaux pluviales

Les réglementations sur les rétentions des réservoirs contenant des liquides radioactifs ou dangereux ainsi que celle sur le recueil des eaux d'extinction d'incendie imposent à EDF de disposer de volumes de rétention suffisants. Pour cela, EDF prévoit d'utiliser les réseaux de collecte des eaux pluviales de

certains sites pour augmenter le volume disponible, en s'appuyant sur des dispositions organisationnelles permettant d'isoler ce réseau de l'environnement. L'ASN a constaté au travers d'inspections ou d'événements que la robustesse des dispositions prévues par EDF n'était pas suffisante, et a en conséquence adressé à EDF des demandes d'améliorations des dispositifs prévus afin de permettre une meilleure protection de l'environnement.

6 Les évaluations

Réacteurs en fonctionnement

6-1 Évaluations des performances globales des centrales nucléaires

6-1-1 Évaluations de la sûreté nucléaire

Exploitation des réacteurs

Les documents nécessaires à l'exploitation sont, dans leur ensemble, correctement gérés. Cependant, des écarts de déclinaison du référentiel que les services centraux d'EDF prescrivent aux centrales nucléaires subsistent. Ainsi, l'ASN considère que l'intégration des modifications des règles générales d'exploitation doit encore faire l'objet d'améliorations.

La gestion des formations et des habilitations du personnel de conduite est globalement satisfaisante. L'ASN constate cependant que les effets des améliorations qu'EDF a apportées à la formation des équipes de conduite ou du personnel en charge des essais périodiques ne sont pas encore perceptibles sur l'ensemble des centrales nucléaires.

Même si l'amélioration de la rigueur de l'exploitation reste une priorité forte pour EDF, l'ASN note des résultats contrastés dans le domaine de la conduite des réacteurs, notamment par rapport au respect des spécifications techniques d'exploitation et dans le domaine de la préparation des interventions de conduite sensibles. L'ASN estime donc que les efforts engagés depuis plusieurs années doivent être amplifiés. Toutefois elle note avec satisfaction une diminution du nombre d'écarts dans l'application des règles d'essais périodiques. L'ASN note également un progrès dans la gestion et la résorption des « dispositifs et moyens particuliers » et des modifications temporaires présents depuis plusieurs années sur les réacteurs.

Les interfaces entre les services chargés de la conduite, d'une part, et les métiers de la maintenance ou des essais, d'autre

part, restent souvent à l'origine d'écarts qui révèlent des défauts de communication entre les métiers ou une mauvaise compréhension des objectifs associés. Les actions d'amélioration doivent donc être poursuivies sur ce sujet.

L'ASN a noté des progrès dans la gestion des consignations de matériel malgré la persistance d'écarts. La rigueur et le contrôle apportés à ces opérations ne sont pas encore suffisants même si l'ASN note les effets bénéfiques de la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation du lignage des circuits.

Enfin, l'application rigoureuse des référentiels d'exploitation et la gestion des consignes temporaires d'exploitation restent perfectibles et doivent encore faire l'objet d'améliorations.

Situations d'urgence

Depuis le 15 novembre 2012, les sites ont mis en œuvre une nouvelle organisation de crise sur la base d'un référentiel national harmonisé. Ce référentiel a été décliné de manière satisfaisante sur l'ensemble des sites et a pu être testé à l'occasion de plusieurs exercices nationaux de crise.

Les inspections menées en 2013 sur la gestion de crise ont confirmé la bonne appropriation par les sites des nouveaux PUI. Toutefois, ces inspections ont montré la nécessité d'un renforcement de l'exploitation du retour d'expérience des exercices de crise et du suivi des actions correctives, notamment en matière de gestion des matériels mobiles utilisés en situation d'urgence et d'interface avec les hôpitaux conventionnés.

Incendie et explosion

En 2013, l'ASN et son appui technique l'IRSN se sont particulièrement intéressés aux référentiels d'EDF encadrant la gestion des charges calorifiques et la sectorisation incendie.

L'ASN constate que des voies d'amélioration subsistent, avec des disparités entre les différents sites notamment dans la gestion des entreposages et la mise en œuvre des permis de feu.

L'identification et le traitement des anomalies de sectorisation se sont globalement renforcés mais les inspections mettent toujours en évidence des écarts sur le terrain.

Les formations et exercices des agents de conduite inclus dans les équipes d'intervention sont généralement réalisés conformément aux programmes prévisionnels. Le contrôle de la formation et l'information spécifique de prestataires ciblés (soudeurs, prestataires permanents des magasins et prestataires des services de prévention des risques) s'est amélioré.

Les situations de feux réels ont montré une maîtrise globale des situations.

Concernant le risque d'explosion, l'ASN a instruit en 2013 les études réalisées par EDF pour les réexamens de sûreté des réacteurs de 1 300 MWe associés à leur troisième visite décennale.

L'ASN a également réalisé des inspections qui ont montré :

- la nécessité de réexaminer la liste des matériels participant à la maîtrise du risque d'explosion et devant faire l'objet d'opérations de contrôle et de maintenance préventive ;
- qu'une majorité du personnel en charge de la gestion du risque d'explosion interne ne dispose pas d'une formation adaptée et ne réalise pas d'exercices de mise en situation ;
- le besoin de rappels sur la mise en sécurité des bouteilles de gaz lors de leur utilisation ou de leur entreposage.

Activités de maintenance

En 2013, dans la suite de la tendance déjà observée en 2012, l'ASN a constaté un accroissement significatif de la durée des arrêts pour maintenance des réacteurs par rapport à celle initialement prévue par EDF. Cette situation révèle une maîtrise insuffisante des opérations de maintenance dans leur planification comme dans leur réalisation et peut avoir des impacts défavorables, par la désorganisation qu'elle entraîne, sur la qualité de la préparation du redémarrage des réacteurs à l'issue de leur arrêt et sur la préparation des arrêts suivants des réacteurs du même site. Elle peut conduire à des écarts dans la réalisation des opérations de maintenance, obligeant par exemple l'exploitant à revenir sur des interventions considérées à tort comme achevées. Dans le contexte actuel de renouvellement massif des effectifs, tant chez l'exploitant que chez ses prestataires, et dans la perspective des programmes de maintenance très conséquents associés aux arrêts des troisièmes visites décennales et du « Grand carénage » prévu par EDF, l'ASN a alerté EDF d'une part, sur les conséquences possibles de cette situation sur le niveau de protection des intérêts et, d'autre part, sur les nécessaires enseignements à tirer du point de vue du management de la sûreté de ses installations. Elle a demandé à EDF de lui présenter un plan d'action correctif, dont elle suivra la mise en œuvre en 2014.

Concernant la réalisation des activités de maintenance, l'ASN constate, comme l'an passé, des écarts dont l'origine est imputable à des difficultés de gestion des flux de pièces de rechange. Ces dernières, désormais regroupées sur un site central afin de faciliter leur gestion, sont distribuées dans les centrales nucléaires en fonction du programme de travaux à réaliser au cours des arrêts de réacteur prévus. Or, il arrive que les pièces expédiées soient inadaptées ou non-conformes. La pression liée au respect du programme d'arrêt peut alors conduire à des pratiques insatisfaisantes comme la fabrication d'un substitut sur place ou la mise en place d'une pièce de rechange non qualifiée.

De plus, l'ASN note la persistance :

- de retards dans l'intégration des prescriptions des services centraux d'EDF par les centrales nucléaires ;
- de dossiers et d'analyses de risques réalisés en amont des actions de maintenance parfois inadaptés ou incomplets ;
- d'une surveillance insuffisante des intervenants extérieurs bien que, sur ce sujet, certains sites se démarquent positivement des autres.

En outre, l'ASN relève que les compétences des intervenants, pour les activités de maintenance, sont parfois insuffisantes notamment pour les arrivants les plus récents peu habitués aux contraintes imposées par la sûreté nucléaire.

Enfin, si par le passé, EDF n'anticipait pas suffisamment certaines questions liées au vieillissement ou certains modes de dégradation qui faisaient pourtant l'objet d'un retour d'expérience international, l'ASN a constaté cette année que les problèmes de remplacement de matériels obsolètes faisaient l'objet d'une meilleure détection en amont par EDF, qui anticipe mieux l'obsolescence croissante des appareils analogiques et de certains types de capteurs ou actionneurs. Sur ce sujet, l'ASN reste vigilante sur les conditions de remplacement de ces équipements obsolètes par des matériels utilisant des composants électroniques programmés initialement élaborés pour l'industrie non-nucléaire et dont les exigences de développement et de contrôle peuvent être moins strictes que celles requises dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Dans une perspective d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs, souhaitée par EDF, et d'augmentation prévue du volume des activités de maintenance, l'ASN considère qu'EDF doit poursuivre les efforts engagés pour résoudre les problèmes évoqués et améliorer l'efficacité de ses activités de maintenance.

État des matériels

Les programmes de maintenance et de remplacement des matériels, la démarche de réexamen de sûreté, ainsi que la correction des écarts identifiés permettent de maintenir les matériels des centrales nucléaires dans un état globalement satisfaisant. L'ASN attend des améliorations du processus de traitement des écarts affectant les matériels, en particulier pour ce qui concerne l'efficacité de la chaîne de remontée vers les services centraux des écarts détectés sur les sites et la maîtrise des délais et des programmes de résorption. L'ASN a demandé à l'exploitant de mettre en œuvre un plan d'action en ce sens qui devra lui être présenté début 2014.

En complément du traitement individuel des écarts consistant à les identifier, les analyser et à les résorber, l'arrêté du 7 février 2012 exige désormais qu'une revue des écarts soit réalisée périodiquement afin d'évaluer l'impact de leur cumul. Conformément à cette exigence, EDF a développé une méthode d'analyse du cumul des écarts affectant les matériels. Cette méthode sera examinée dans le cadre d'une réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires prévue en février 2014.

Enfin, 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'action 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.

Première barrière

En 2013, une amélioration est notée sur plusieurs sites en ce qui concerne la propreté des chantiers, destinée à éviter l'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire qui peuvent entraîner l'apparition de défauts d'étanchéité des gaines du combustible. L'ASN constate cependant la présence dans les circuits primaires de plusieurs réacteurs de nombreux corps étrangers. Pour certains sites, la situation sur ce point se détériore et doit être améliorée en priorité. Dans le cas du palier N4, ceux-ci proviennent notamment de l'usure de visseries des pompes primaires (voir point 5-4). À la demande de l'ASN, EDF a engagé des travaux pour traiter ce point sur l'ensemble des réacteurs du palier.

Des percements de gaines des crayons de combustible ont encore été détectés en 2013, mais le nombre d'événements marquants concernant l'intégrité des gaines de combustible est en réduction en 2013. En particulier, les phénomènes d'usure vibratoire des assemblages de combustible apparaissent mieux maîtrisés, notamment grâce à l'évolution apportée à leur conception.

Enfin, quelques incidents se sont produits en 2013 lors de travaux sur des assemblages ou lors de la manutention de ces derniers. L'ASN estime qu'une attention particulière doit être portée sur ces points.

Deuxième barrière et équipements sous pression

Les équipements sous pression dans lesquels circule le fluide en contact avec les éléments combustible du réacteur constituent la seconde barrière de confinement. Les exigences de l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation de ces équipements sont correctement respectées mais l'ASN note toutefois l'occurrence encore trop fréquente de transitoires mal maîtrisés tels que des surpressions qui sollicitent de manière préjudiciable la tenue des équipements. Par ailleurs, la qualité de la documentation nécessaire, lors de chaque remise en service du réacteur, à l'appréciation de l'état de ces équipements doit être améliorée. L'ASN considère qu'EDF reste, pour ce qui concerne globalement la deuxième barrière de confinement, dans une situation perfectible mais que cette situation continue à s'améliorer avec la stratégie de remplacement des générateurs de vapeur et le programme des opérations de maintien en propreté de la partie secondaire des générateurs de vapeur.

L'appréciation de l'ASN sur les autres équipements sous pression ne constituant pas la seconde barrière est globalement satisfaisante. Les services d'inspection reconnus par le préfet, chargés de veiller à l'application, sur chaque site, des dispositions réglementaires relatives aux équipements sous pression, fonctionnent de manière adaptée. L'ASN maintient une surveillance spécifique sur ces services reconnus, cette reconnaissance leur permettant d'adapter, en fonction des risques, le contenu et la périodicité des programmes d'inspection.

Même si l'appréciation de l'ASN est globalement satisfaisante, elle note toutefois que l'application de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires autres que ceux des circuits primaires et secondaires principaux reste à consolider sur certains sites.

Troisième barrière et confinement

Gestion globale de la fonction de confinement

De manière générale, en 2013, l'état du confinement, de la troisième barrière et de ses constituants est considéré comme perfectible, notamment pour ce qui concerne la gestion des ruptures de confinement (ouverture d'une zone confinée pour un chantier par exemple). L'ASN note toutefois un nombre plus faible d'événements relatifs à la troisième barrière par rapport à l'année 2012.

Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Le vieillissement des enceintes des réacteurs de 900 MWe a été examiné de manière globale en 2005 afin d'évaluer la pérennité dans le temps de leur étanchéité et leur tenue mécanique. À l'exception de l'enceinte de Bugey 5, les résultats des épreuves décennales des enceintes de ces réacteurs ont montré jusqu'ici des taux de fuite conformes aux critères réglementaires (16 réacteurs sur 28 ont réalisé cette épreuve). Une augmentation significative du taux de fuite de l'enceinte de Bugey 5 ayant été observée lors de son épreuve réalisée en 2011, le site devra réaliser une épreuve anticipée de l'enceinte 5 ans plus tard, en 2016.

Les enceintes à double paroi

Les résultats des épreuves enceintes à double parois réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de précontrainte de certains câbles plus importantes qu'anticipé à la conception.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados de la paroi interne des enceintes les plus affectées des réacteurs de 1 300 MWe mais aussi des réacteurs du palier N4.

Les épreuves réalisées depuis ces travaux, lors des secondes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe et des premières visites décennales des réacteurs du palier N4, ont montré que toutes les enceintes concernées respectaient leurs critères réglementaires de taux de fuite.

Pour autant, l'ASN reste vigilante quant à l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes non revêtues à la conception par une peau métallique intégrale. Une analyse des enjeux liés au confinement des réacteurs à double parois a ainsi été examinée par le GPR le 26 juin 2013, dans la perspective des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe. L'ASN prendra position sur ce sujet au début de l'année 2014.

6-1-2 Évaluation des dispositions concernant les hommes et les organisations

Les dispositions concernant les hommes et les organisations dans les activités d'exploitation

L'ASN note les efforts importants engagés par EDF pour développer des pratiques visant à fiabiliser les interventions dans le cadre du projet national « performance humaine ». L'ASN note

que, sur certains sites, les actions d'amélioration dans le domaine des FOH se résument principalement à la déclinaison de ce projet. Pour l'ASN, le projet « performance humaine » doit être complémentaire d'autres actions d'amélioration concernant l'organisation, le management de la sûreté ou les conditions d'intervention. En effet, même sur les sites où les pratiques de fiabilisation sont bien instaurées, des composantes « humaines » ou « organisationnelles » contribuent toujours à la survenue d'événements significatifs.

L'ASN considère que les actions « facteurs humains » (FH) mises en place par EDF visent principalement à diffuser et mettre en œuvre les politiques et exigences managériales définies au niveau de la direction, mais ne contribuent pas encore suffisamment à une meilleure prise en compte des réalités du terrain par le management du site.

L'ASN a par ailleurs relevé que les managers renforcent globalement leur présence sur le terrain, en particulier pour recueillir les besoins en formation des intervenants. Toutefois, ces visites de terrain sont plutôt réalisées dans la perspective de contrôler des écarts de comportement des intervenants ou bien l'état des installations, plutôt que pour effectuer des observations de situations de travail qui permettraient d'y détecter des améliorations possibles.

L'organisation mise en place par EDF prévoit un poste de « consultant facteurs humains (FH) » pour deux réacteurs. L'ASN note globalement une professionnalisation satisfaisante des consultants FH, qui ont soit un profil technique et viennent du terrain, soit un profil en sciences humaines et sociales. Le référentiel d'EDF prévoit que les missions des consultants FH s'articulent autour de trois champs : participer au processus de retour d'expérience du site, améliorer les situations de travail et les pratiques, et développer le domaine facteur humain, notamment à travers l'animation d'un réseau de correspondants dans les services. Dans les faits, l'ASN constate que les missions des consultants FH consistent majoritairement en la participation au processus de retour d'expérience et en la formation des intervenants, EDF ou prestataires, aux pratiques de fiabilisation des interventions humaines. Certains sites commencent à être dotés d'un réseau de correspondants locaux FH présents au sein des services métiers et animé par le consultant FH. Toutefois, le temps qui est alloué aux correspondants locaux pour cette mission est en général très limité. La constitution et l'efficacité de ces réseaux sont encore insuffisantes, sans que ce constat n'évolue depuis plusieurs années. L'ASN considère que les missions des consultants FH pourraient être étendues à d'autres champs des facteurs organisationnels et humains, tels que la participation au système de management des compétences ou aux démarches qui permettent de tenir compte des besoins des intervenants et de l'organisation dans l'évolution des systèmes d'information ou dans les modifications de certains matériels.

L'organisation du travail et les conditions de travail

L'ASN relève encore en 2013, sur plusieurs sites, de nombreuses insuffisances qui concernent la disponibilité du matériel, les documents opérationnels et les interfaces hommes-machines. L'ASN a ainsi pu constater des défauts d'éclairage, des matériels inadaptés aux tâches à effectuer du fait, par exemple, de leur indisponibilité ou de leur contamination, des

locaux exigus ou inaccessibles, des documents inappropriés, incomplets ou peu accessibles, des défauts de repérage, des indications difficiles à lire. Ces insuffisances peuvent induire de la pénibilité pour les intervenants et ont pu contribuer à la survenue d'événements significatifs.

L'ASN note que les modifications matérielles étant gérées essentiellement au niveau national, les sites n'ont pas toujours les marges de manœuvre souhaitées pour pouvoir améliorer l'environnement de travail des intervenants quand un besoin local est identifié. Ainsi, les actions de progrès effectuées par les sites se résument à la mise en œuvre de parades ne traitant pas les causes profondes du problème, comme en atteste l'exemple suivant : la faible lisibilité du positionnement de vannes en termes d'ouverture ou de fermeture peut induire des erreurs de manipulation entraînant des erreurs de lignage et de consignation administrative. Faute de modification ou de remplacement de ces vannes, les parades généralement mises en œuvre par les sites consistent en un double contrôle de la part des intervenants.

Les intervenants doivent également faire face aux contraintes liées à l'organisation du travail, à l'insuffisance de la préparation de certaines activités, à des modifications de planning et à des problèmes de coordination des chantiers, qui engendrent des retards ou des reports d'activités.

EDF met en œuvre depuis plusieurs années une organisation permettant le pilotage en continu des arrêts de réacteur. Ce mode de pilotage a pour objectif, entre autres, de favoriser la prise de recul et la capacité à anticiper des personnes en charge du pilotage d'un arrêt en les protégeant des sollicitations multiples auxquelles elles sont confrontées en temps réel. Le déploiement de ce mode de pilotage des arrêts de réacteurs est toujours en cours au sein des sites.

La gestion des compétences, des habilitations et de la formation

L'organisation en place sur les sites pour gérer les compétences et les habilitations est globalement satisfaisante et les processus de gestion sont bien documentés et cohérents. L'ASN note que sur certains sites commencent à se mettre en place des comités de formation intégrant la direction et les équipes, ce qui permet un suivi réactif des besoins en formation.

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 de la radioprotection et de la maîtrise de l'impact des installations sur l'environnement.

Des insuffisances sur certains sites sont relevées par l'ASN lors des inspections, pour ce qui concerne la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), même si, de manière générale, l'ASN note les investissements importants consentis par EDF en matière de recrutement et de formation pour anticiper le renouvellement des compétences lié au départ en inactivité des intervenants. Des cas de défaut d'anticipation du départ massif dans certains métiers ont été remarqués sur quelques sites, entraînant des effectifs au minimum prévus,

pouvant induire la survenue d'événements significatifs et pouvant impliquer des difficultés pour le compagnonnage des jeunes embauchés par les personnes plus expérimentées, par ailleurs très occupées.

L'ASN note aussi que le relatif équilibre qui a pu être observé jusqu'à présent du point de vue de la GPEC risque d'être bouleversé alors que s'engagent simultanément une relève importante des générations et des travaux considérables à la suite des ECS.

Les dispositions concernant les hommes et les organisations dans les activités de modification des réacteurs en exploitation

La démarche « SOH » d'EDF a pour ambition de transformer les pratiques d'ingénierie chez EDF, pour mieux tenir compte des hommes et des organisations dans l'évolution des systèmes d'information et dans la modification des matériels et des organisations, ceci dès le début des projets de conception. L'ASN considère la philosophie de la démarche SOH comme pertinente et importante pour garantir la sûreté des installations et la sécurité des travailleurs.

6-1-3 Évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

En 2013, l'inspection du travail de l'ASN a mené 834 interventions lors de 282 journées d'inspection sur le terrain, a assisté à 38 réunions de CHSCT, relevé 1786 observations et adressé 10 procès verbaux aux parquets concernés.

En matière de dialogue social, sur l'ensemble des centrales nucléaires, l'inspection du travail de l'ASN note que les institutions représentatives du personnel fonctionnent correctement dans l'ensemble, bien que le dialogue social soit parfois difficile localement, comme en témoignent certains recours à la procédure de « danger grave et imminent ». Les élections professionnelles ont eu lieu en fin d'année 2013. L'ASN note avec satisfaction l'adoption d'un accord social portant notamment sur le maintien et le renouvellement des compétences dans un contexte de fort renouvellement de personnels.

L'ASN juge que le fonctionnement des commissions inter-entreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) doit être amélioré afin que ces instances soient un véritable lieu d'échange. Des efforts doivent également être entrepris pour assurer une représentation équilibrée des personnels EDF et prestataires dans ces instances.

En matière d'organisation du travail, l'ASN note en 2013 des progrès dans le respect des temps de repos quotidien. Cependant, l'ASN a de nouveau relevé des dépassements parfois très importants des maxima de durée du travail et des temps de repos insuffisants. L'ASN considère que ces situations et les organisations du travail associées doivent encore évoluer, car elles peuvent être préjudiciables à la santé et à la vigilance des travailleurs, et à la sûreté des installations.

En matière de santé et de sécurité et de conditions de travail, l'ASN considère qu'EDF doit développer sa politique de

prévention des risques professionnels, par exemple par un meilleur suivi des vérifications réglementaires, en particulier dans le domaine du levage, une amélioration des analyses des risques professionnels dans le document unique d'évaluation des risques et des plans de prévention prévus par la réglementation lors des interventions de salariés d'entreprises extérieures, et une homogénéisation des exigences et des pratiques des différents sites en matière de sécurité.

L'ASN estime nécessaire qu'EDF accentue sa politique « d'amélioration continue des conditions de travail » pour l'ensemble des travailleurs (par exemple pour améliorer les conditions des interventions dans les générateurs de vapeur ou prévenir les expositions aux risques chimiques et CMR ou aux fumées de soudage...), et renforce la présence sur le terrain des médecins du travail, ainsi que le rôle des CHSCT. L'ASN relève favorablement le recours sur certains sites à des expertises dans le domaine des risques psychosociaux.

En 2013, les fréquences d'accidents du travail (nombre d'accidents avec arrêt de travail par million d'heures de travail) sur l'ensemble des centrales nucléaires étaient de trois pour EDF (en légère hausse) et de 3,6 pour les sous-traitants (en baisse). Ces fréquences restent significativement inférieures aux moyennes observées dans l'industrie française. Les salariés des entreprises prestataires intervenant majoritairement sur des chantiers et pour des travaux de maintenance, ces derniers sont plus exposés aux risques conventionnels par rapport aux salariés d'EDF. Trois salariés ont été victimes d'accidents du travail mortels en 2013, tous trois salariés d'entreprises prestataires.

Enfin, de nouveau en 2013, l'ASN a attiré l'attention d'EDF sur des situations potentielles, voire avérées (relevées par voie de procès verbal) de marchandage et de prêt illégal de main-d'œuvre.

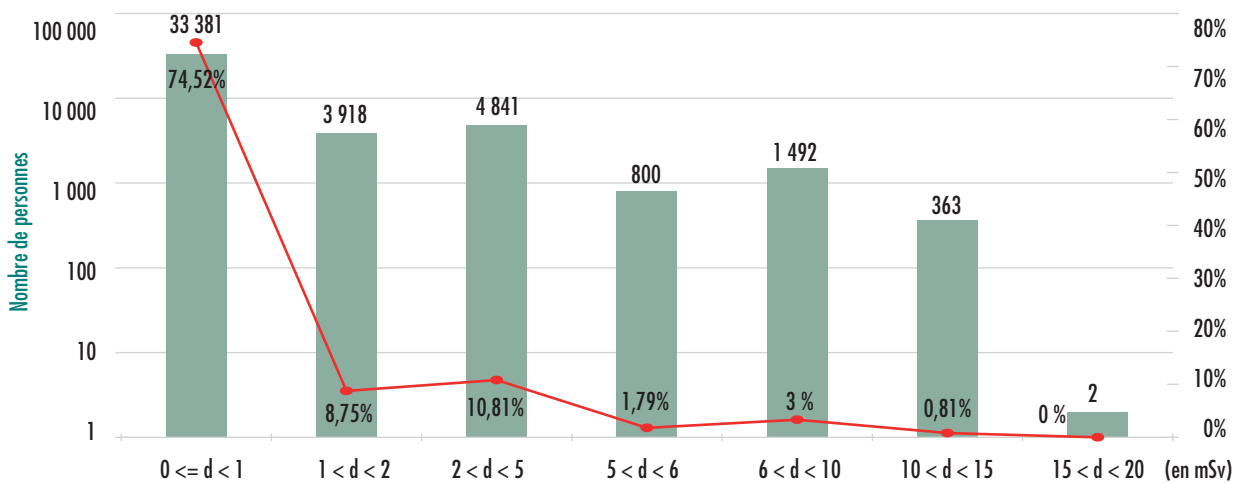
6-1-4 Analyse et évaluation de la radioprotection

En 2013, l'ASN a mené 24 inspections dédiées au contrôle de la radioprotection dans les centrales nucléaires, ainsi que de nombreuses inspections dans le cadre de la surveillance des arrêts des réacteurs.

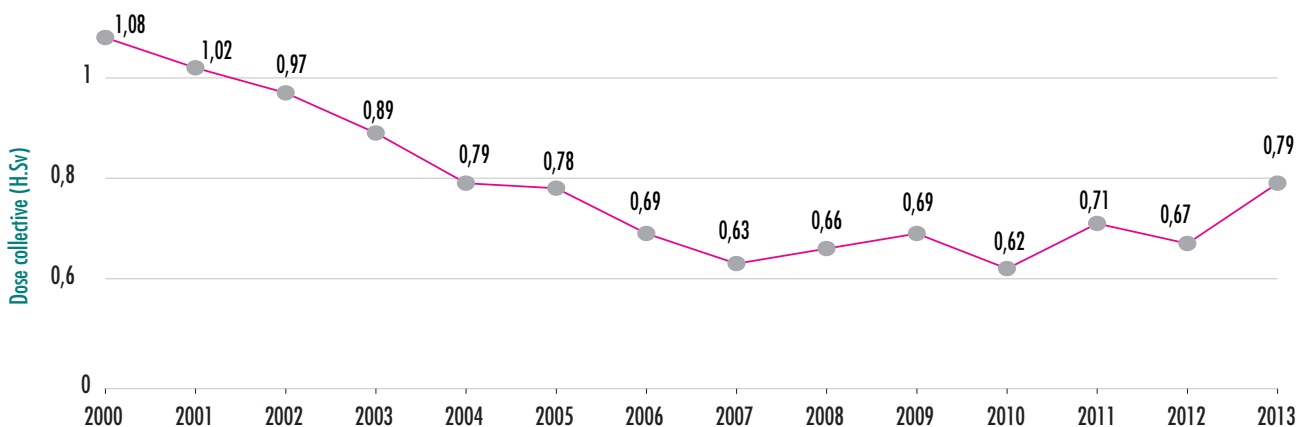
La dosimétrie collective par réacteur a augmenté d'environ 18% par rapport à l'année 2012, notamment en raison d'une augmentation des activités de maintenance. Cette augmentation était attendue mais est toutefois plus importante que prévu, notamment à cause d'une sous-estimation de l'enjeu dosimétrique de certaines activités et de la prolongation importante de certains arrêts. EDF doit accentuer, lors des futures campagnes d'arrêts de réacteurs, ses efforts pour limiter l'augmentation attendue des dosimétries collectives. Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 2, 3 et 4.

L'ASN relève également que, pour la seconde année consécutive, alors que des progrès significatifs avaient été réalisés depuis plusieurs années, le nombre d'événements significatifs concernant les opérations de radiographie industrielle reste élevé. L'ASN considère que des actions doivent être mises en œuvre pour améliorer la maîtrise du balisage de la zone d'opération et la prise en compte du risque de co-activité avec

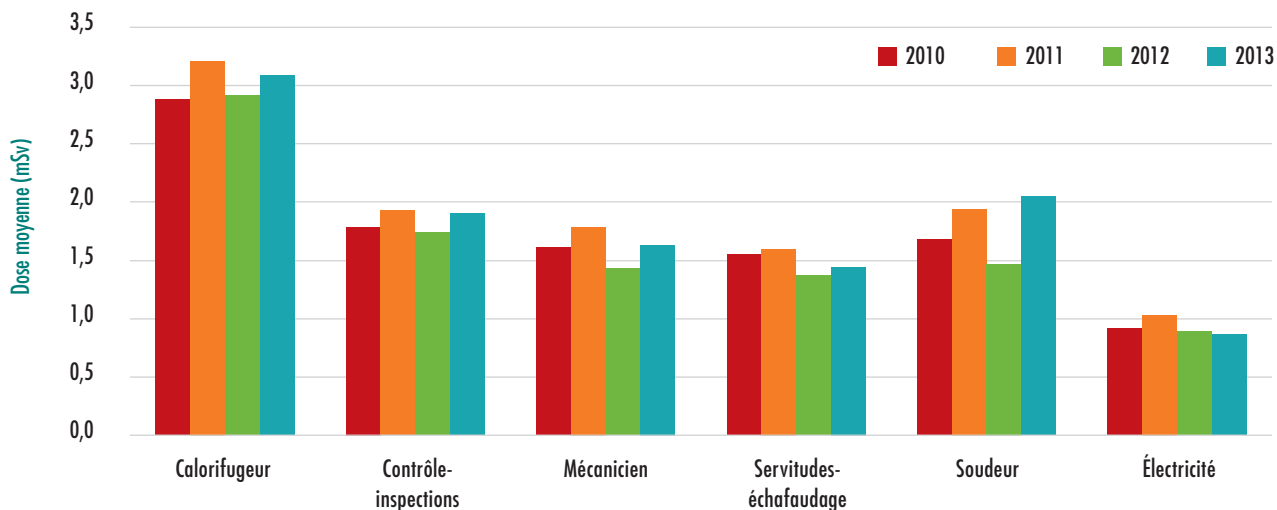
Graphique 2 : répartition de la population par plage de dose sur l'année 2013 (données EDF)



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



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



d'autres chantiers, notamment en cas d'évolution de la planification de l'intervention.

Enfin, l'ASN considère que la maîtrise de la dispersion de la contamination en zone contrôlée doit être améliorée, notamment en raison de difficultés logistiques ou de comportements inadéquats, ce qui peut engendrer des risques de contamination des travailleurs.

6-1-5 Analyse et évaluation des dispositions en matière de maîtrise de l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets

En 2013, l'ASN a mené 51 inspections relatives à la prévention des nuisances, à la maîtrise des rejets dans l'environnement et la gestion des déchets dans les centrales nucléaires.

L'ASN observe encore de nombreux écarts sur l'ensemble des centrales nucléaires et estime que les performances dans ce domaine sont perfectibles. En effet, malgré une organisation satisfaisante en matière d'environnement sur la plupart des sites, le traitement des écarts relatifs à la conformité des installations, la déclinaison des programmes de maintenance et la mise à jour des documents opérationnels ne font pas l'objet d'une attention suffisante de la part d'EDF, et plusieurs irrégularités ont été relevées par l'ASN dans l'application des prescriptions réglementant les rejets et des dispositions générales relatives à la prévention et la limitation des nuisances.

En 2013, l'ASN a porté une attention particulière aux inéchantés de certains puisards et tuyauteries (voir point 5-7), sujet insuffisamment pris en compte par EDF, et à la gestion des déchets. Dans ce dernier domaine, l'ASN a relevé que l'exploitation des bâtiments de conditionnement et d'entreposage de déchets radioactifs ainsi que des aires d'entreposage et de gestion des déchets radioactifs, conventionnels ou potentiellement pathogènes était perfectible sur la plupart des sites.

L'ASN a noté positivement la compétence des personnels (ingénierie et laboratoires) et les efforts d'analyse des performances environnementales par les sites, ainsi qu'une évolution à la baisse de certains rejets (volumes d'effluents du circuit secondaire et hydrazine notamment). L'ASN constate en revanche que l'articulation entre les différents métiers impliqués demeure perfectible sur plusieurs sites, que la sensibilisation au domaine de la protection de l'environnement des personnels indirectement concernés est très hétérogène. L'ASN constate également que la gestion des groupes frigorifiques ne permet toujours pas de réduire significativement les rejets à l'atmosphère associés.

Enfin, l'ASN a noté une implication hétérogène des sites dans la déclinaison des nouvelles exigences réglementaires, et considère que les services centraux d'EDF devraient encourager davantage certaines bonnes pratiques ou initiatives locales, et insuffler, au travers de l'appui fourni aux sites, une dynamique plus ambitieuse dans l'appropriation de la réglementation.

6-1-6 Analyse du retour d'expérience

Le processus de retour d'expérience

En 2013, l'ASN a inspecté 18 des 19 sites en exploitation sous l'angle de l'organisation mise en place pour effectuer le retour d'expérience. L'ASN a plus particulièrement contrôlé la manière dont les sites s'organisent pour analyser les écarts et les événements significatifs, la méthodologie employée, la profondeur des analyses menées, ainsi que l'élaboration et la mise en œuvre des suites données à ces analyses.

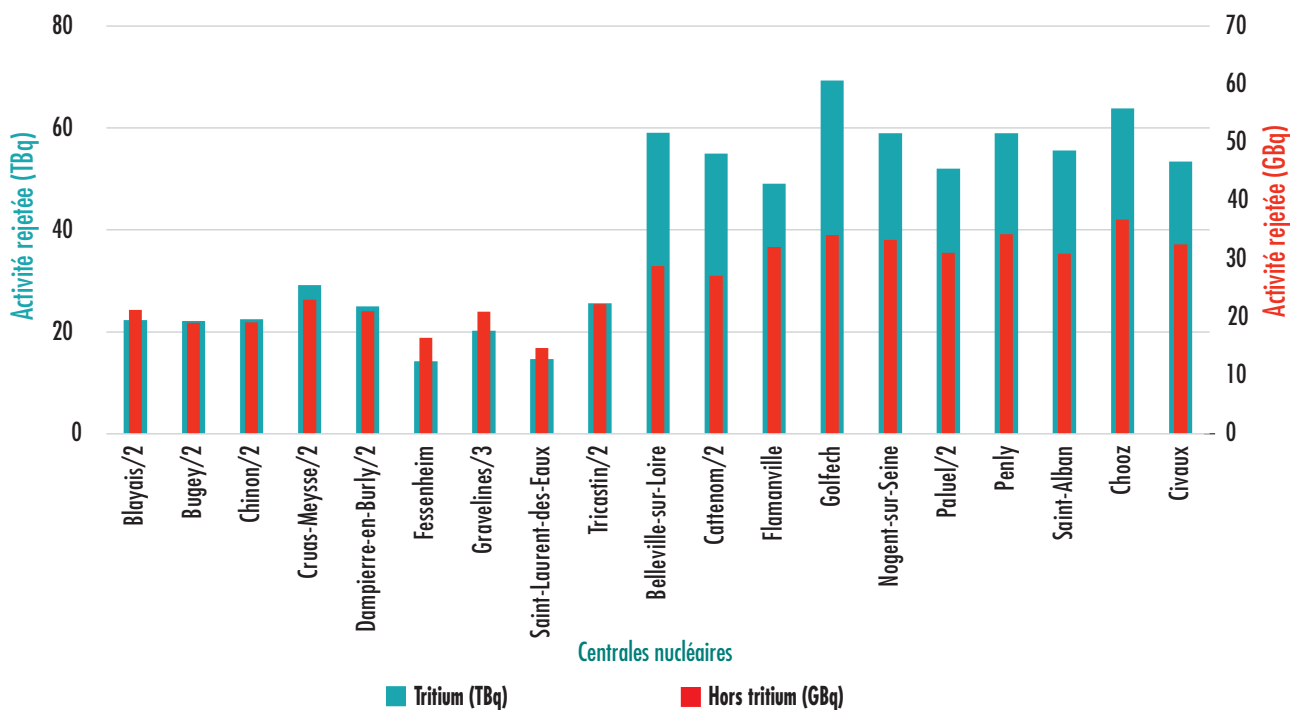
L'ASN constate que l'avancement de la déclinaison du Programme d'actions correctives (PAC), qui consiste à mettre en œuvre une boucle d'analyse et de traitement des constats issus du terrain, est variable en fonction des sites : certains sites débute la mise en place du PAC, alors que d'autres ont déjà mis en œuvre une organisation et traitent les écarts d'une façon qui se rapproche de celle demandée par les services centraux d'EDF. En plus du PAC, les sites s'organisent pour traiter les événements significatifs et le retour d'expérience communiqué par le niveau national et par d'autres sites. À plusieurs reprises, l'ASN a constaté que les différentes démarches relatives au retour d'expérience ne sont pas coordonnées au sein d'une organisation formalisée.

Concernant les ressources humaines dédiées au retour d'expérience (REX), l'ASN a noté la nomination d'animateurs REX et d'animateurs PAC, ainsi que la création de réseaux de correspondants métiers sur le retour d'expérience et le PAC, qui cumulent ces fonctions avec une autre fonction principale et sans que les objectifs attendus, les compétences nécessaires et le temps alloué aux fonctions liées au retour d'expérience ou au PAC ne soit précisés.

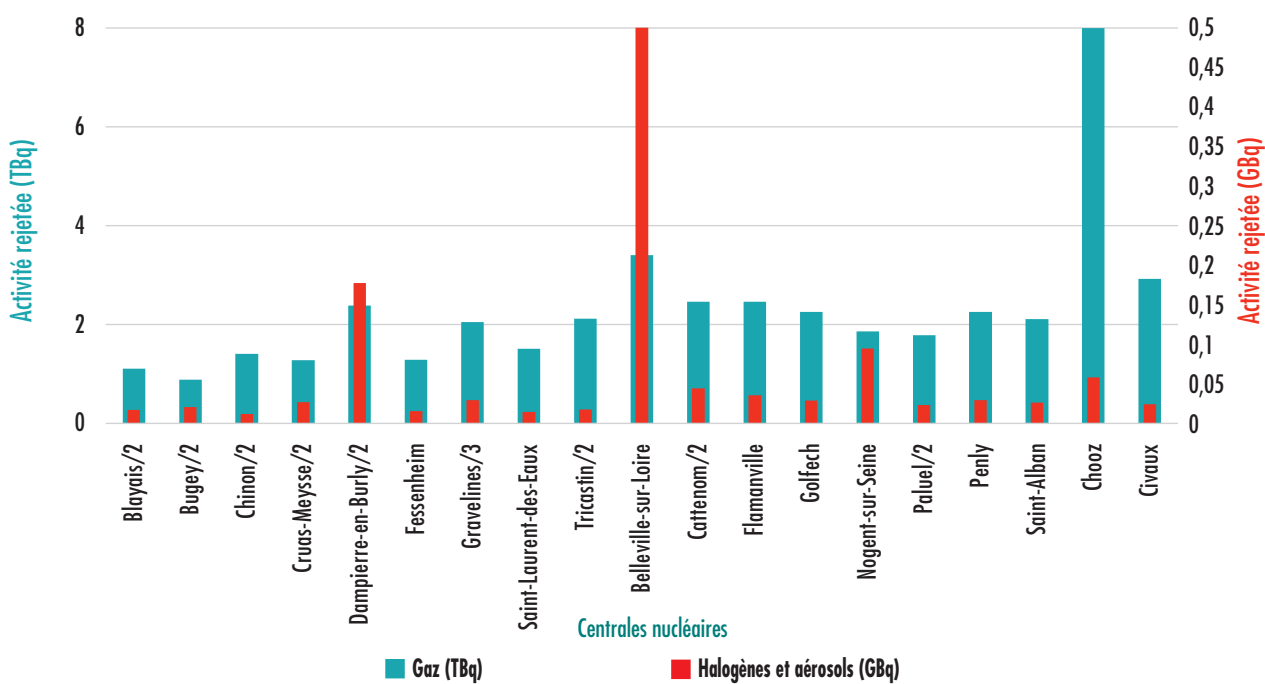
Concernant le retour d'expérience *réactif* – effectué à la suite d'un événement significatif – l'ASN a constaté que plusieurs sites utilisaient une nouvelle méthode d'analyse proposée par les services centraux d'EDF. L'ASN note globalement une amélioration de la qualité des rapports d'événements significatifs qu'elle reçoit lorsque cette nouvelle méthode est utilisée. L'ASN a constaté que, sur la majorité des sites, aucune méthode de collecte des données orales à la suite de la détection d'un événement significatif n'a été formalisée, que ce soit en termes de compétence ou de méthodologie(s) à employer (par exemple, formation aux techniques d'entretien). La collecte des données peut donc être effectuée par des personnes membres de la hiérarchie du personnel interviewé : l'absence de certitude sur la neutralité des échanges, importante pour assurer l'authenticité du récit, et sur l'absence de sanction envers l'interviewé ne favorise pas la récolte de toutes les informations sur l'événement. L'ASN a remarqué que les personnes impliquées lors des événements significatifs ne sont pas systématiquement tenues au courant des résultats des analyses ni des mesures correctives associées, ce qui peut induire un écart entre leur vision de l'événement et le résultat présenté par le rapport d'analyse.

L'ASN a constaté à plusieurs reprises que les attentes et les méthodologies à employer pour la définition et la mise en œuvre des mesures correctives à la suite de la détection d'un événement significatif ne sont pas formalisées. L'ASN considère

Graphique 5 : rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2013



Graphique 6 : rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2013



que la définition des mesures correctives devrait davantage associer les intervenants concernés par celles-ci, pour s'assurer de leur faisabilité et de leur acceptabilité et ainsi anticiper leur éventuel impact organisationnel et leur impact sur les situations de travail des intervenants.

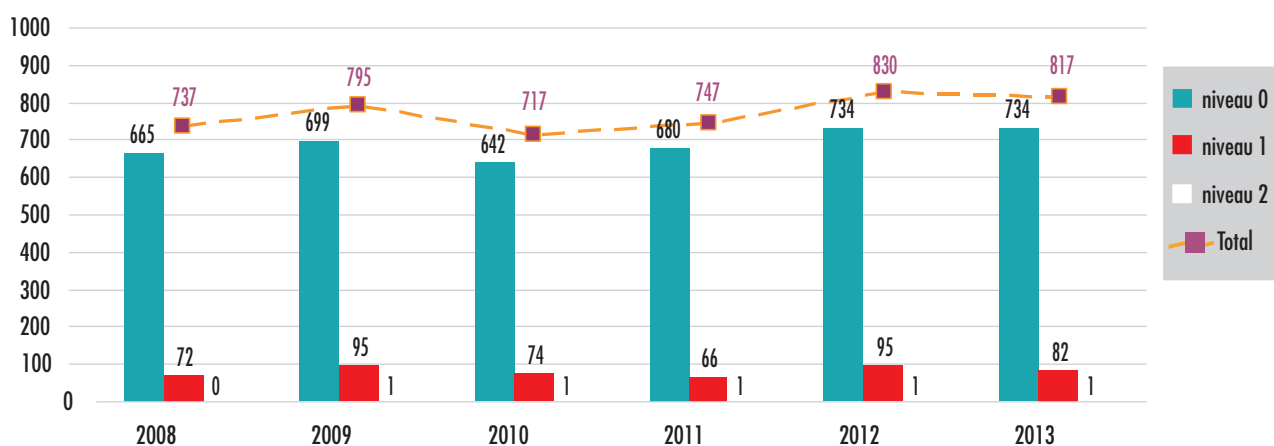
Enfin, l'ASN a noté que les sites n'évaluaient pas formellement les actions correctives mises en œuvre à la suite d'un événement significatif.

Concernant le *REX proactif*, dont l'objectif est notamment d'identifier et d'analyser des événements sans conséquences et des événements évités de peu, la démarche « signaux faibles » est l'outil utilisé par les sites qui n'ont pas décliné le PAC. L'ASN a constaté à plusieurs reprises que la détection des

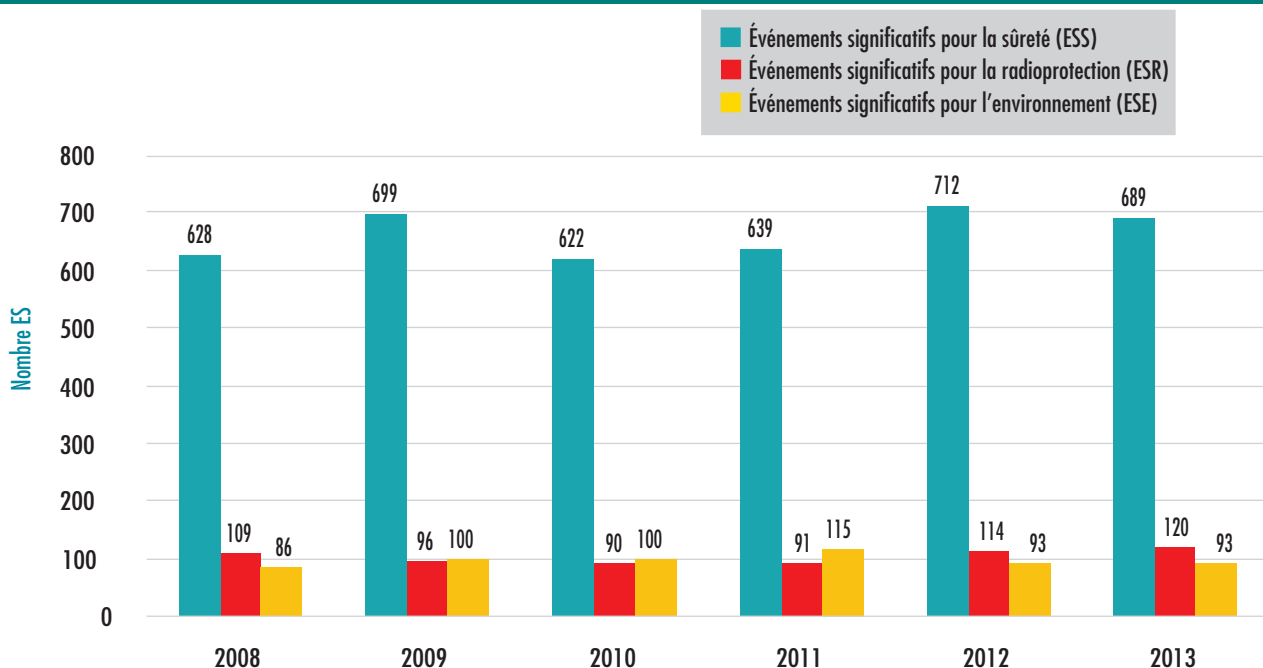
« signaux faibles » ou des écarts dans le cadre du PAC se fonde principalement sur les visites réalisées par les managers avec une implication insuffisante des intervenants d'EDF et des intervenants prestataires.

Pour ce qui concerne le *REX réactif*, l'ASN a noté que les consultants FH étaient diversement impliqués dans l'analyse des causes profondes, souvent organisationnelles, et dans l'identification, la mise en œuvre et le suivi des actions correctives. L'ASN a noté à plusieurs reprises que les consultants FH ne participaient pas suffisamment à l'analyse de tendance des signaux faibles ou des écarts, alors qu'il a été constaté, sur quelques sites, que leur participation permettait un gain qualitatif significatif.

Graphique 7 : évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2008 à 2013



Graphique 8 : évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2008 à 2013



Enfin, l'ASN a constaté que l'évaluation du processus de retour d'expérience en lui-même est peu effectuée par les sites.

Concernant les services centraux, l'ASN note que le processus de pilotage du retour d'expérience est désormais pris en charge par le plus haut niveau managérial de la DPN. Ce changement marque l'importance qu'EDF accorde au dispositif d'exploitation du retour d'expérience dans son système de management de la sûreté.

Au plan opérationnel, une entité dédiée a pour mission de collecter, analyser et hiérarchiser, de manière réactive, les situations d'exploitation rencontrées sur les sites à l'origine de constats d'écarts ou de bonnes pratiques. Son action reste toutefois centrée sur l'exploitation des données relatives au retour d'expérience « négatif », qui résulte d'un écart susceptible d'affecter défavorablement la sûreté nucléaire, la radioprotection ou la protection de l'environnement. Cette entité identifie, au profit des sites, la nécessité de conduire des actions correctives et préventives en interface avec les autres services d'ingénierie intéressés. Néanmoins, elle n'assure pas un suivi suffisant de la mise en œuvre de ces actions et ne mesure pas leur efficacité, ces tâches étant confiées à d'autres services d'ingénierie.

Analyse des statistiques sur les événements significatifs

Événements significatifs en 2013

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 2013, 689 événements significatifs au titre de la sûreté, 120 au titre de la radioprotection et 93 au titre de la protection de l'environnement (qui ne concernent ni la sûreté nucléaire ni la radioprotection).

Le graphique 7 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2008. 817 événements ont été classés sur l'échelle INES en 2013.

Le graphique 8 présente l'évolution depuis 2008 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : événements significatifs pour la sûreté (ESS), événements significatifs pour la radioprotection (ESR) et événements significatifs pour l'environnement (ESE).

Le nombre d'ESS déclarés est en diminution par rapport à 2012, mais reste élevé par rapport aux années 2010 et 2011 : les non-qualités de maintenance ou d'exploitation en sont la cause principale. EDF doit poursuivre les actions de fond entamées en 2013 sur la qualité de ses interventions de maintenance.

Le nombre d'ESR a augmenté d'environ 5 % par rapport à 2012. Le nombre d'événements concernant les opérations de radiologie industrielle reste à un niveau élevé par rapport aux années précédentes (2010 et 2011) et la hausse de 2013 est principalement due à l'absence d'identification de zone orange. EDF doit améliorer la maîtrise de ces deux situations à risques. Par ailleurs, un ESR a été classé au niveau 2 de l'échelle INES (voir encadré au point 5-6).

Le nombre d'ESE est stable par rapport aux autres années, néanmoins la protection de l'environnement doit rester au centre des préoccupations d'EDF.

Nouveaux réacteurs

6-2 Évaluation de la construction du réacteur EPR Flamanville 3

Management de la qualité associée aux activités d'études, de conception et de fabrication menées hors du chantier

En 2013, lors des inspections qu'elle a réalisées, l'ASN a constaté, comme en 2012, une mise en œuvre plus systématique par EDF de l'organisation définie pour assurer la qualité des activités d'ingénierie et de réalisation des matériels qui doivent être installés à Flamanville 3. Cependant :

- une plus grande rigueur doit être apportée par EDF à la validation des exigences de conception lorsque celles-ci lui sont initialement proposées par le fournisseur des matériels ainsi qu'à la cohérence d'ensemble des documents (rapport de sûreté, clauses techniques du contrat, notes d'études, procédures de fabrication...) décrivant les caractéristiques techniques des équipements ;
- certaines fabrications ayant par le passé débuté avant la validation par EDF des exigences applicables, EDF et les sous-traitants concernés doivent achever les actions visant à démontrer que les matériels fabriqués répondent effectivement aux caractéristiques attendues.

Par ailleurs, l'ensemble des études détaillées de la conception du réacteur de Flamanville 3 n'étant à ce jour pas terminées, EDF devra, lorsque ces études seront finalisées, réaliser une vérification de la cohérence de l'ensemble des éléments assurant la démonstration de sûreté. Une attention particulière devra aussi être apportée à la cohérence entre cette documentation d'études et celle utilisée sur le site, notamment lors de la réalisation des futurs essais de démarrage de l'installation.

Fabrication des équipements sous pression du réacteur EPR de Flamanville 3

Au cours de l'année 2013, l'ASN a réalisé 7 inspections sur le chantier de Flamanville 3 pour contrôler le montage des équipements sous pression nucléaires. Ces inspections ont mis en évidence que des progrès restent à réaliser :

- dans l'identification des documents établis par les fabricants et définissant les précautions à prendre pour le transport et le montage des équipements ;
- dans la formalisation du résultat des contrôles attestant du respect des exigences relatives aux phases de stockage et de montage des équipements ;
- dans la prise en compte pour le stockage et le montage des exigences indiquées dans les notices d'utilisation des équipements compte tenu des risques résiduels liés à leur utilisation.

6-3 Évaluation de la fabrication

des équipements sous pression nucléaires

L'évaluation de conformité des ESPN implique la réalisation de gestes d'inspection réguliers chez les fabricants et leurs sous-traitants, aussi bien dans les ateliers de fabrication que sur les sites de construction des réacteurs. Pour ce faire, l'ASN fait appel à des organismes qu'elle agréé et contrôle.

Dans ce cadre, l'ASN et les organismes agréés ont réalisé en 2013 :

- plus de 2 700 inspections pour contrôler la fabrication des ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville 3, ce qui a représenté plus de 3 200 hommes.jours dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants ;
- plus de 2 000 inspections pour contrôler la fabrication de générateurs de vapeur de rechange destinés aux réacteurs électronucléaires en exploitation, ce qui a représenté plus de 5 000 hommes.jours dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants.

La majorité de ces inspections ont été réalisées par les organismes agréés, sous la surveillance de l'ASN.

Évaluation de conformité des ESPN

L'ASN considère que certaines des pratiques des fabricants en matière de conception et de fabrication sont perfectibles, sans toutefois qu'elles conduisent à remettre en cause la conformité aux exigences réglementaires des équipements en cours de fabrication. L'ASN considère que les fabricants d'ESPN doivent prendre les dispositions nécessaires pour que l'évaluation de la conformité des équipements puisse se faire selon les dispositions précisées dans le guide de l'ASN correspondant.

L'ASN note cependant que la prise en compte des nouvelles exigences réglementaires progresse chez l'ensemble des fabricants. Elle note en particulier qu'en 2013 les fabricants ont développé des méthodes satisfaisantes pour s'assurer, à l'issue de la fabrication des équipements, que leurs surfaces internes et externes étaient exemptes d'anomalies géométriques ou de défauts détectables visuellement.

En mai 2013, l'ASN a achevé l'évaluation de la conformité des premiers générateurs de vapeur de remplacement fabriqués par MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES (MHI) selon les exigences de l'arrêté du 12 décembre 2005, après avoir fait de même en octobre 2012 pour les équipements d'AREVA. À l'issue de ces évaluations, l'ASN considère que les pratiques des fabricants doivent encore évoluer pour s'adapter totalement au cadre introduit par cet arrêté, notamment en ce qui concerne le contenu de la documentation technique, afin de renforcer la

clarté du référentiel au regard des exigences réglementaires. L'ASN attend des fabricants qu'ils prennent en compte le retour d'expérience de ces premiers cas d'application, en justifiant notamment les dispositions de conception et de fabrication qui résultent de leur analyse des risques vis-à-vis de la tenue des équipements à la pression.

Pérennité dans le temps des dispositions prises pour maîtriser les risques en fabrication

Au début de l'année 2012, AREVA a détecté, lors de contrôles réalisés au cours du procédé de fabrication, des défauts dus à la présence d'hydrogène dans des viroles élaborées par Creusot Forge et destinées à des générateurs de vapeur de remplacement. Ce constat a entraîné le rebut de ces viroles et a conduit l'ASN à demander l'arrêt des opérations de fabrication afin de s'assurer qu'AREVA avait mis en place l'ensemble des mesures permettant de se prémunir contre l'apparition de ces défauts.

Des études approfondies avaient été menées dans les années 1980 concernant ce phénomène, qui avaient donné lieu à la mise en place de nombreuses mesures de prévention. L'ASN a cependant relevé que le retour d'expérience de plusieurs années de fabrication sans défauts observés avait conduit le fabricant à un relâchement dans l'application de ces mesures. L'ASN considère que les fabricants doivent maintenir dans le temps les mesures de prévention destinées à assurer la qualité des fabrications. La mise en place d'une surveillance spécifique de l'aciériste chargé de l'élaboration du matériau et la mise en place de pratiques plus rigoureuses dans ce domaine ont permis en juillet 2013 la reprise normale des fabrications après plusieurs mois d'arrêt. En septembre 2013, AREVA a engagé un programme de recherche qui permettra d'actualiser la connaissance des phénomènes métallurgiques conduisant à l'apparition de défauts dus à la présence d'hydrogène dans les composants produits par Creusot Forge.

Surveillance des organismes agréés par l'ASN pour évaluer la conformité des ESPN

Les organismes agréés jouent un rôle majeur dans le contrôle du respect des exigences réglementaires qui s'appliquent à la conception et à la fabrication des ESPN. Ils sont en effet impliqués, directement ou indirectement, par le biais de mandats délivrés par l'ASN, dans le contrôle de la fabrication de l'ensemble des ESPN.

À l'issue de la surveillance exercée en 2013 par l'ASN sur les organismes agréés, aucun écart significatif susceptible de remettre en cause les fondements de leur agrément n'a été constaté. L'ASN considère que les organismes qu'elle a agréés pour évaluer la conformité des ESPN ont fait évoluer leurs pratiques en 2013 pour mieux prendre en compte les exigences de qualité spécifiques aux équipements sous pression nucléaires.

7 Perspectives

Pour ce qui relève des centrales nucléaires, les axes de travail et les actions de contrôle de l'ASN en 2014 seront guidés par les principaux éléments suivants.

7-1 Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima

Dans la continuité des actions menées en 2013, l'ASN portera une attention particulière à la prise en compte par EDF du retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima. L'ASN assurera un suivi spécifique de la mise en œuvre des mesures complémentaires de sûreté demandées à la suite des ECS, notamment des premiers travaux liés à la mise en place du « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes.

La mise en service opérationnelle de la FARN a fait l'objet d'inspections. EDF respecte les prescriptions du 26 juin 2012 par l'acquisition progressive de moyens d'intervention mobiles, la formation de ses personnels, la définition d'une organisation adaptée et la construction de locaux. La FARN sera totalement opérationnelle pour intervenir sur l'ensemble des installations d'un site de quatre réacteurs fin 2014 et fin 2015 pour intervenir sur l'ensemble des installations de la centrale de Gravelines qui est le seul site français qui comprend 6 réacteurs.

7-2 Le contrôle du réacteur EPR et la coopération internationale associée

Le contrôle de la construction et des essais de démarrage 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 là, l'ASN poursuivra sur le chantier son action de contrôle sur la prévention des risques d'accident du travail. L'ASN poursuivra également ses contrôles de la surveillance exercée par EDF sur la qualité de réalisation des travaux effectués sur site et des fabrications réalisées hors site par ses fournisseurs, en particulier celles 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 (GPR). L'ASN mènera ses actions de manière concertée avec ses homologues étrangères également impliqués dans un tel projet.

L'ASN continuera à s'impliquer dans les actions de coopération internationale dans le domaine du contrôle des 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.

7-3 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 chantier. L'ASN s'attachera à décliner les mesures définies dans le plan d'action 2014 du ministère du Travail en matière d'inspection du travail, qui a fixé des priorités de contrôle portant sur la santé et la sécurité, notamment les risques liés à l'amiante, aux activités de levage et aux travaux en hauteur, sur la qualité de l'évaluation des risques et des plans de prévention, en particulier sur les chantiers fréquents ou présentant des risques particuliers notamment radiologiques, et sur la lutte contre le travail illégal. Sur ce dernier plan, les contrôles relatifs à la sous-traitance seront poursuivis en 2014 avec un accent porté sur les situations comportant le plus de risques pour la sûreté des installations.

À la suite des écarts relatifs aux dépassements des durées maximales de travail et aux insuffisances de repos constatés sur les sites depuis 2009, mais aussi de la mise en place par EDF en 2011 d'une politique de gestion prévisionnelle du temps de travail pendant les arrêts de réacteurs, l'ASN sera particulièrement attentive aux actions concrètes d'EDF concernant la durée du travail, en particulier pour les cadres. Elle poursuivra ses contrôles dans ce domaine pour évaluer les engagements d'EDF, apprécier leur mise en œuvre et sanctionner les écarts constatés.

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'Autorité, avec la poursuite d'actions coordonnées, notamment pour 2014 dans le domaine des risques chimiques et CMR.

7-4 Radioprotection et protection de l'environnement

Radioprotection

Dans la perspective de l'augmentation du volume de maintenance dans les années à venir sur les centrales nucléaires, l'ASN attend d'EDF un renforcement de sa politique en matière de radioprotection, avec notamment une meilleure optimisation des doses individuelles et collectives. À ce titre, l'ASN a saisi l'IRSN et le GPR afin d'instruire la stratégie mise en œuvre par EDF (voir point 5-6).

Le renforcement de la politique d'EDF en matière de radioprotection fera l'objet d'une attention particulière de l'ASN, dans l'instruction des dossiers qui lui sont soumis et lors des inspections sur site. L'ASN portera une attention particulière à la prise en compte du risque de contamination sur les chantiers, la maîtrise de la propreté radiologique des installations (notamment ceux expérimentant la démarche « EVEREST⁶ »), la gestion des « points chauds », la préparation des opérations de gammagraphie, les dispositions d'optimisation et, de manière plus générale, la prise en compte du retour d'expérience des interventions.

Protection de l'environnement

En 2014, l'ASN poursuivra l'instruction des dossiers de modifications des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau des sites du Bugey, de Saint-Alban, de Saint-Laurent-des-Eaux et de Fessenheim et débutera l'instruction des dossiers des sites de Chinon, de Paluel et de Cruas. L'ASN veillera à fixer les limites de rejets de ces sites en fonction des meilleures techniques disponibles, des objectifs de protection des milieux et en prenant en compte le retour d'expérience du parc en exploitation.

L'ASN poursuivra le contrôle de l'optimisation des rejets, conformément aux actions décidées à la suite de la réunion du GPR de 2009 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 et à la gestion des effluents de nettoyage.

Par ailleurs, elle s'attachera à vérifier sur le terrain que les actions auxquelles EDF s'est engagée en matière de lutte antilégionelles, de réduction des émissions de fluides frigorigènes et de gestion des déchets sont effectivement déclinées sur les sites.

Enfin, l'ASN continuera à contrôler la prise en compte du retour d'expérience des événements survenus récemment sur les centrales nucléaires (voir point 5-7), notamment par le contrôle des actions d'EDF sur les réservoirs et rétentions et sur la prévention des pollutions au travers de l'application de la décision du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, et à travers des inspections ciblées.

7-5

Gestion du retour d'expérience

Le retour d'expérience est un des leviers fondamentaux d'identification des améliorations à apporter aux installations et aux organisations pour renforcer la maîtrise de l'ensemble des activités à risques. En 2014, l'ASN se prononcera sur les enseignements qu'EDF a tirés des événements survenus entre 2009 et

2011 sur ses propres réacteurs électronucléaires et sur les réacteurs étrangers.

À la suite de la mise en œuvre de la nouvelle méthode d'analyse des événements significatifs proposée par les services centraux d'EDF, l'ASN sera particulièrement attentive en 2014 à ce que les premières améliorations de l'analyse des causes profondes des événements significatifs s'inscrivent dans la durée.

Concernant l'animation du retour d'expérience par l'exploitant, l'ASN sera particulièrement attentive aux modalités d'évaluation de l'efficacité, notamment sur le long terme, des mesures curatives, préventives et correctives liées au traitement des événements significatifs qu'il a déclarées.

7-6

Réexamens de sûreté associés

aux visites décennales

7-6-1 Phase d'instruction générique des réexamens de sûreté

Quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe

À la suite de la transmission par EDF en octobre 2013 du dossier d'orientation du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a débuté, avec l'appui de l'IRSN, l'examen du programme d'études et de travail proposé par EDF.

L'ASN prendra position sur ce programme début 2015 après une consultation du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR).

Troisièmes visites décennales des réacteurs du palier 1 300 MWe

Après plusieurs années d'instruction réalisée avec l'appui de l'IRSN, l'ASN prendra position début 2015, après une consultation du GPR, sur les conclusions des études réalisées par EDF dans le cadre du programme de réexamen des réacteurs du palier 1 300 MWe à l'occasion de leurs troisièmes visites décennales.

Deuxièmes visites décennales des réacteurs du palier N4

L'ASN prendra position, courant 2014, sur les orientations des études à mener par EDF, dans les prochaines années, en vue des réexamens de sûreté associés aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe, qui débiteront en 2018.

6. Démarche consistant à entrer et circuler en zone contrôlée en bleu de travail en revêtant des protections supplémentaires dans les zones où le risque de contamination est avéré.

7-6-2 Poursuite du fonctionnement des réacteurs à l'issue de leur réexamen

L'ASN fait connaître, après la fin de chaque visite décennale et l'examen du rapport de conclusion du réexamen de sûreté de l'exploitant, sa position sur l'aptitude de chaque réacteur à la poursuite de son fonctionnement, et encadre si nécessaire leur fonctionnement par des prescriptions complémentaires.

En 2014, l'ASN devrait notamment prendre position sur la poursuite du fonctionnement des réacteurs de Blayais 1, Bugey 5, Dampierre 1 et 2, Gravelines 1, Tricastin 2 et 3, Chooz B1, Civaux 1, Saint-Alban 1 et 2, Nogent-sur-Seine 1 et 2, Cattenom 2 et 3, Belleville 1 et 2, et Penly 1.