



## 1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES 353

- 1 | 1 La description d'une centrale nucléaire
  - 1 | 1 | 1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
  - 1 | 1 | 2 Le cœur, le combustible et sa gestion
  - 1 | 1 | 3 Le circuit primaire et les circuits secondaires
  - 1 | 1 | 4 Les circuits de refroidissement
  - 1 | 1 | 5 L'enceinte de confinement
  - 1 | 1 | 6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
  - 1 | 1 | 7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

## 2 LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE 356

- 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 Garantir l'emploi de méthodes de contrôle performantes
  - 2 | 3 | 3 Examiner les programmes d'essais périodiques et en contrôler l'application
- 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 Contrôler les équipements sous pression
  - 2 | 5 | 1 Contrôler les circuits primaire et secondaires principaux
  - 2 | 5 | 2 Surveiller les zones en alliages à base de nickel
  - 2 | 5 | 3 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs
  - 2 | 5 | 4 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur
  - 2 | 5 | 5 Contrôler les autres équipements sous pression des réacteurs
  - 2 | 5 | 6 Contrôler la fabrication des équipements sous pression nucléaires
- 2 | 6 Vérifier la conformité des enceintes de confinement
- 2 | 7 Protection contre les événements naturels, les incendies et les explosions
  - 2 | 7 | 1 Prévenir les risques liés au séisme
  - 2 | 7 | 2 Élaborer les règles de prévention des inondations
  - 2 | 7 | 3 Prévenir les risques liés à la canicule et à la sécheresse
  - 2 | 7 | 4 Contrôler la prise en compte du risque d'incendie
  - 2 | 7 | 5 Contrôler la prise en compte du risque d'explosion

## Les centrales électronucléaires

### 3 **CONTRÔLER LA RADIOPROTECTION, LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS ET MAÎTRISER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL** 366

- 3|1 Le droit du travail dans les centrales nucléaires
- 3|2 La radioprotection des personnels
- 3|3 Évaluer 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** 368

- 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 d'exploitation
- 4|3 La poursuite d'exploitation des centrales nucléaires
  - 4|3|1 L'âge du parc électronucléaire français
  - 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 d'exploitation
- 4|4 Le réacteur EPR de Flamanville
  - 4|4|1 Les étapes jusqu'à la mise en service du réacteur de 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 2012** 378

- 5|1 La campagne d'inspections des centrales nucléaires et les évaluations complémentaires de sûreté à la suite de l'accident de Fukushima
- 5|2 Le contrôle de la construction en 2012 du réacteur EPR de Flamanville 3
- 5|3 La poursuite d'exploitation 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 sur l'environnement et les rejets
- 5|8 L'examen des options de sûreté du projet de nouveau réacteur ATMEA 1

### 6 **LES APPRÉCIATIONS** 386

- Réacteurs en exploitation
  - 6|1 Évaluer les services centraux d'EDF et les performances globales des centrales nucléaires
    - 6|1|1 Évaluer la sûreté nucléaire
    - 6|1|2 Évaluer les dispositions concernant les hommes et les organisations
    - 6|1|3 Évaluer la santé et la sécurité, les relations professionnelles et la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires
    - 6|1|4 Évaluer et analyser la radioprotection
    - 6|1|5 Évaluer et analyser les dispositions prises en matière de protection de l'environnement
    - 6|1|6 Analyser les statistiques sur les événements significatifs
  - 6|2 Évaluer chaque site
- Nouveaux réacteurs
  - 6|3 Évaluer la construction du réacteur EPR Flamanville 3
  - 6|4 Évaluer la fabrication des équipements sous pression nucléaires

### 7 **PERSPECTIVES** 402

- 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|7 Durée de fonctionnement du parc

Le contrôle des centrales électronucléaires est une mission fondamentale de l'ASN. Leurs 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 du fait de la standardisation et sont aujourd'hui exploités 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 exploitation, 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. Enfin, l'ASN complète son jugement en examinant les liens entre sûreté et compétitivité. Cette vision intégrée permet à l'ASN d'affiner son appréciation et de prendre position chaque année sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des centrales nucléaires.

## 1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES

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

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, comme l'enceinte de confinement du réacteur qui comporte une double paroi en béton au lieu d'une seule paroi doublée d'une peau d'étanchéité en acier comme sur les réacteurs de 900 MWe. Les réacteurs du palier P'4 présentent quelques différences avec ceux du palier P4, notamment en ce qui concerne le bâtiment d'entreposage du combustible.

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 générant un courant électrique triphasé d'une tension de 400 000 V. La vapeur, après détente, passe dans un condenseur où elle est refroidie au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique.

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

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 sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions supports : traitement des effluents primaires, récupération du bore, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur (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, mélangée à 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 et, 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 (absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire qui est ajustée pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en matériau fissile.

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

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

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO<sub>2</sub>) enrichi en uranium 235, à 4,5 % au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, des fabricants de combustible AREVA et WESTINGHOUSE ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'usine MÉLOX d'AREVA. La teneur initiale en plutonium est limitée à 8,65 % (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une équivalence énergétique avec du combustible UO<sub>2</sub> 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 (exprimé en GWj/t) ;
- la durée d'un cycle de fonctionnement ;
- le nombre d'assemblages de combustible neufs rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages) ;
- le mode de fonctionnement du réacteur permettant de caractériser les sollicitations subies par le combustible.

## 1 | 1 | 3 Le circuit primaire et les circuits secondaires

Le circuit primaire et les circuits secondaires permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité, sans que l'eau en contact avec le cœur ne sorte de l'enceinte de confinement.

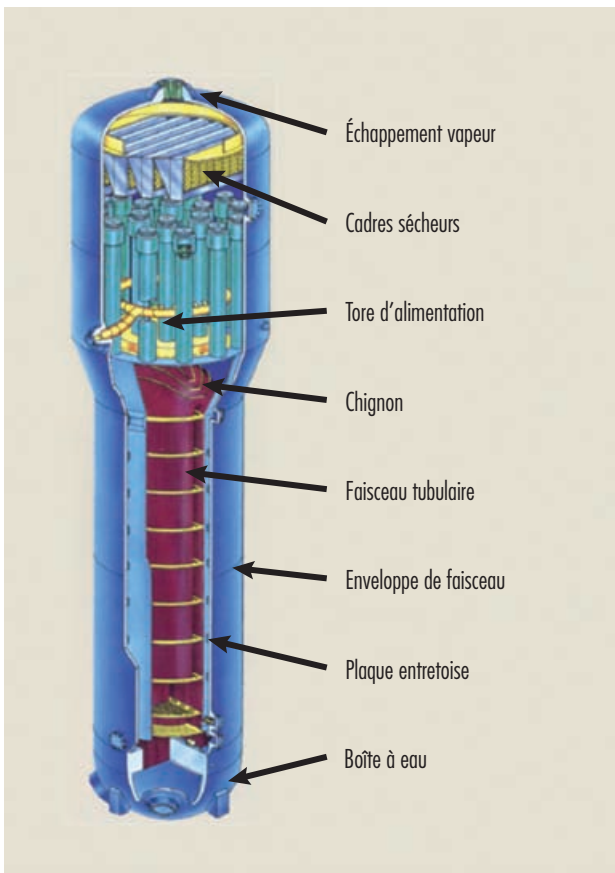


Schéma d'un générateur de vapeur

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 type EPR) dont le rôle est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite eau primaire. Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite pompe primaire, et un générateur de vapeur (GV). L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bar par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est 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 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. L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. L'emploi de titane ou d'acier inoxydable comme matériau de construction des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, en remplacement du laiton qui a naturellement un effet limitant la prolifération des micro-organismes, impose la mise en œuvre de traitements biocides ou d'autres moyens de désinfection, par exemple les rayons ultraviolets pour prévenir la prolifération d'amibes. Les tours aéroréfrigérantes contribuent à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide...).

## 1 | 1 | 5 L'enceinte de confinement

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

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



Bâtiments réacteurs de la centrale nucléaire de Paluel

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 une peau métallique de faible épaisseur, située sur la face interne de la paroi en béton ;

- celles des réacteurs de 1 300 MWe et de 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 le système de ventilation (EDE) qui canalise, dans l'espace situé entre les parois, les fluides radioactifs et les produits de fission qui pourraient provenir de l'intérieur de l'enceinte à la suite d'un accident. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe.

### 1|1|6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, ou lors de la mise à l'arrêt normal du réacteur, les fonctions fondamentales de sûreté : maîtrise de la réactivité neutronique, évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible, confinement des matières radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit

principalement du circuit d'injection de sécurité (RIS), du circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS) et du circuit d'eau alimentaire de secours des GV (ASG).

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

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

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires ; ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de la source froide ;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles 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 LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

### 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

##### *Évolutions des spécifications techniques d'exploitation (STE)*

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

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.

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...). Les STE précisent également la conduite à tenir en cas de franchissement de ces limites. Les STE définissent aussi les matériels requis en fonction de l'état du réacteur et indiquent les actions à mettre en œuvre en cas de dysfonctionnement ou d'indisponibilité de ces matériels.

EDF peut être amenée à modifier de manière pérenne les STE pour intégrer son retour d'expérience, améliorer la sûreté de ses installations, améliorer ses performances économiques ou



Contrôle des carnets individuels de formation lors d'une inspection de l'ASN à la centrale nucléaire du Blayais – Octobre 2012

encore intégrer les conséquences des modifications matérielles. En outre, lorsqu'EDF est amenée à s'écarter de la conduite normale imposée par les STE lors d'une phase d'exploitation ou d'une intervention, elle doit déclarer à l'ASN une modification temporaire des STE. L'ASN examine ces modifications, pérennes ou temporaires, avec le soutien technique de l'IRSN, et peut délivrer un accord, sous réserve éventuellement de la mise en œuvre de mesures complémentaires si elle estime que celles proposées par l'exploitant sont insuffisantes.

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

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

### *Examen des modifications apportées aux matériels*

EDF met en œuvre périodiquement des modifications portant sur les matériels, qui sont issues par exemple du traitement d'écarts, des réexamens de sûreté ou encore de la prise en compte du retour d'expérience.

Le décret du 2 novembre 2007 définit les exigences relatives à la mise en place des modifications par EDF et à leur examen par l'ASN. En 2012, 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).

### *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.



Inspection de l'ASN à la centrale nucléaire de Bugey – Mai 2012

## 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 déclinaées 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. Pour faire face à de telles situations, peu probables, diverses mesures sont prises pour permettre aux 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).

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

Ces arrêts peuvent être de deux types :

- arrêt pour simple rechargement (ASR) et arrêt pour visite partielle (VP) : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont



Inspection de l'ASN sur la conduite accidentelle à la centrale nucléaire du Blayais (en zone contrôlée) – Octobre 2012



Travaux de maintenance pendant l'arrêt du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Paluel – Juin 2012

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.

## 2|3 La maintenance et les essais

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

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

La politique actuelle d'EDF en matière de maintenance consiste à renforcer la compétitivité des réacteurs nucléaires sans dégrader leur niveau de sûreté. Il s'agit essentiellement de recentrer les opérations de maintenance sur les équipements dont la défaillance présente les enjeux les plus importants sur la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

Plusieurs méthodologies ont été élaborées par EDF, à la lumière des meilleures pratiques de l'industrie et des exploitants étrangers de centrales nucléaires.

Chaque méthodologie a fait l'objet d'un examen par l'ASN, réalisé avec le soutien technique de l'IRSN :

- l'optimisation de la maintenance par la fiabilité, qui permet de définir le type de maintenance à réaliser en fonction des conséquences sur les enjeux de sûreté des modes de défaillance d'un système ;
- la maintenance conditionnelle, qui privilégie la surveillance des matériels pour détecter les signes précurseurs d'une défaillance, permet de limiter les opérations intrusives, sources de dose pour le personnel et d'erreur de remontage. L'ASN a toutefois rappelé à EDF que cette méthode peut conduire à ne pas détecter un défaut nouveau ou inattendu et a donc demandé à EDF d'accompagner son déploiement par le maintien de visites périodiques systématiques pour certains équipements ;
- la maintenance par appareil témoin, qui permet de réduire le nombre de matériels sur lesquels intervenir en effectuant des contrôles complets sur certains d'entre eux, représentatifs de l'ensemble de la famille d'équipements. Cependant, l'ASN a également rappelé à EDF la nécessité de s'interroger sur la validité de cette démarche en cas de découverte d'une dégradation ou en cas d'opérations de réparations qui conduiraient à remettre en cause l'homogénéité des familles d'équipements.

En 2010, EDF a annoncé à l'ASN son intention d'évoluer vers une nouvelle méthodologie de maintenance, l'AP913. Cette méthodologie a été définie par l'*Institute of nuclear power operations* (INPO) avec les exploitants américains en 2001. Elle conduit à modifier à la fois la forme et le fond des programmes de maintenance des équipements dont le fonctionnement est important pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement. Actuellement en cours de déploiement sur certaines centrales nucléaires d'EDF, cette méthodologie fait l'objet d'une instruction par l'ASN avec le soutien technique de l'IRSN.



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

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

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. Il s'agit, selon les cas, soit de démontrer que la technique de contrôle utilisée permet de détecter une dégradation décrite dans un cahier des charges, soit d'explicitier les performances de la méthode.

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 les 39 procédés qui seront mis en œuvre lors de la visite complète initiale seront qualifiés d'ici mi-2013.

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

Tout élément jugé comme important pour la sûreté nucléaire, la radioprotection ou la protection de l'environnement est soumis à des essais périodiques conformément aux programmes du chapitre IX des RGE. Ces contrôles garantissent la pérennité des fonctions assignées à ces éléments lors de leur qualification au regard des situations dans lesquelles ils sont nécessaires, notamment en cas d'accident.

L'ASN s'assure que les contrôles techniques périodiques relatifs à ces éléments définis par l'exploitant sont pertinents et font l'objet d'une amélioration continue.

## 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, dite « gestion de combustible » (voir 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



Piscine d'entreposage du combustible lors de la visite décennale de l'unité de production n°3 de la centrale nucléaire de Cattenom - Février 2011

des réacteurs, 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 démonstration de sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel et sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons de combustibles présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF à l'aide d'une mesure permanente de l'activité des radioéléments présents dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est 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 d'y remédier. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation en réacteur. Par ailleurs, les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation dont certaines participent à la démonstration de sûreté et dont le respect par EDF est vérifié par l'ASN. L'ASN effectue en outre des inspections afin de s'assurer qu'EDF assure une surveillance adéquate sur ses fournisseurs

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

## 2|5 Contrôler 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, le traitement du pétrole, 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. Ces équipements jouent 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 génère un accident nucléaire ou empêche de le maîtriser.

La réglementation qui s'applique aux ESPN, et en particulier l'arrêté du 12 décembre 2005, prend en compte celle qui s'applique aux équipements sous pression du domaine conventionnel et celle de la sûreté des installations nucléaires. Elle fait partie intégrante des règles de sûreté nucléaire et concerne à la fois la conception, la fabrication et la surveillance en fonctionnement de ces équipements.

### 2|5|1 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 à toutes les fonctions fondamentales de sûreté : confinement, refroidissement, 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'ensemble des programmes de surveillance établis par EDF pour ces équipements sont examinés par l'ASN qui 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 2012, six réacteurs ont fait l'objet d'une requalification périodique de leur circuit primaire principal et dix réacteurs ont fait l'objet d'une requalification des circuits secondaires principaux.

### 2|5|2 Surveiller les zones en alliages à base de nickel

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression sont fabriquées en alliage à base de nickel : tubes, cloison et revêtement côté primaire de la plaque tubulaire pour les GV, adaptateurs de couvercle, pénétrations de fond de cuve, soudures des supports inférieurs de guidage des internes de cuve, drains des GV des réacteurs de 1300 MWe et zones réparées des tubulures pour la cuve.

La résistance forte de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de sollicitations mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, parfois rapidement comme observé sur les tubes de GV dès le début des années 1980 ou sur les piquages d'instrumentation des pressuriseurs des réacteurs de 1300 MWe à la fin des années 1980.

L'ASN a demandé à EDF d'adopter une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, doit répondre à des exigences portant sur les objectifs et la périodicité des contrôles. En outre, les GV font l'objet d'un programme de remplacement important (voir point 2|5|4).

En 2004, des fissures imputées à la corrosion sous contrainte ont été observées sur la cloison d'un GV qui sépare la branche chaude de la branche froide, pour la circulation du fluide primaire, dans la partie basse du GV. En conséquence, l'ensemble des GV équipés d'une cloison en alliage Inconel 600 est contrôlé avant les troisièmes visites décennales des réacteurs.

Fin 2012, 11 cloisons de GV présentent des indications de corrosion sous contrainte et font l'objet d'un suivi particulier. A ce jour, les contrôles de suivi n'ont montré aucune variation significative des indications de corrosion sous contrainte.

En septembre 2011, des fissures attribuées au phénomène de corrosion sous contrainte ont été découvertes sur une pénétration de fond de cuve (PFC) du réacteur 1 de Gravelines. La découverte d'une telle indication, pour la première fois sur une cuve française, a conduit l'ASN à demander à EDF d'engager la réalisation des contrôles de l'ensemble des PFC des réacteurs. La mise en place de ces contrôles complémentaires a débuté en 2012. Aucune indication similaire n'a été détectée à ce jour.

### 2|5|3 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs

La cuve est l'un des composants essentiels d'un réacteur à eau sous pression. Ce composant, d'une hauteur de 14 mètres et d'un diamètre de 4 mètres pour une épaisseur de 20 cm (pour les réacteurs de 900 MWe), contient le cœur du réacteur ainsi que son instrumentation. Entièrement remplie d'eau en fonctionnement normal, la cuve, d'une masse de 300 tonnes, supporte une pression de 155 bar à une température de 300 °C.

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

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, à la fois pour des raisons de faisabilité technique et de coût ;
- la rupture de cet équipement n'est pas prise en compte dans les études de sûreté. C'est une des raisons pour lesquelles toutes les dispositions doivent être prises dès sa conception afin de garantir sa tenue pendant toute la durée d'exploitation du réacteur.

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

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

- un programme de contrôle de l'irradiation : des éprouvettes réalisées dans le même métal que la cuve ont été placées à 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 leur troisième visite décennale a été présenté au Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires en juin 2010. L'ASN a considéré que l'exploitation de ces cuves pendant la durée considérée était acceptable, sous réserve qu'EDF répondent à certaines demandes et fournisse des éléments complémentaires. L'ASN instruit à présent les premières réponses apportées par EDF dans ce dossier et se prépare à l'instruction du dossier relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe au-delà de leur troisième visite décennale.

### 2|5|4 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

L'intégrité du faisceau tubulaire des GV est un enjeu important pour la sûreté. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire peut générer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. De plus, la rupture d'un des tubes du faisceau (RTGV) conduirait à contourner l'enceinte du réacteur qui constitue la troisième barrière de confinement. Or, les tubes de GV sont soumis à plusieurs phénomènes de dégradation, comme la corrosion ou les usures.

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

#### *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 qui se forme sur les tubes diminue l'échange thermique. Les dépôts, en rétrécissant ou en bouchant les passages d'eau foliés, 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.

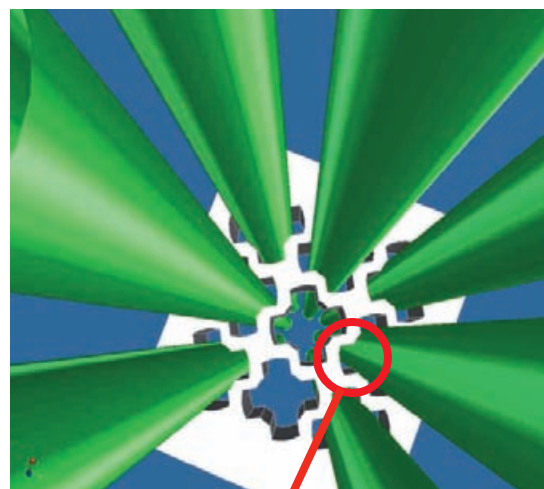


Illustration du colmatage des passages foliés des plaques entretoises d'un générateur de vapeur

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.

Ces méthodes ont pour objectifs de contribuer à maintenir un niveau satisfaisant de l'état de propreté des GV.

### 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 le RGV de Blayais 3. Elle se poursuit par les RGV des paliers 900 et 1300 MWe dont le faisceau tubulaire est en Inconel traité thermiquement (600 TT). Les RGV de GV en Inconel 600TT sur les paliers 900 et 1300 MWe seront réalisés au plus tard lors de la quatrième visite décennale en raison d'un taux de fissuration élevé en pied de tubes. Ils débiteront sur le palier 900 MWe par celui de Cruas 4 en 2014, et par celui de Paluel 2 en 2015 sur le palier 1300 MWe.

Une inspection est systématiquement réalisée par l'ASN à l'occasion de chacun des remplacements de générateur de vapeur.

### Prise en compte du retour d'expérience international

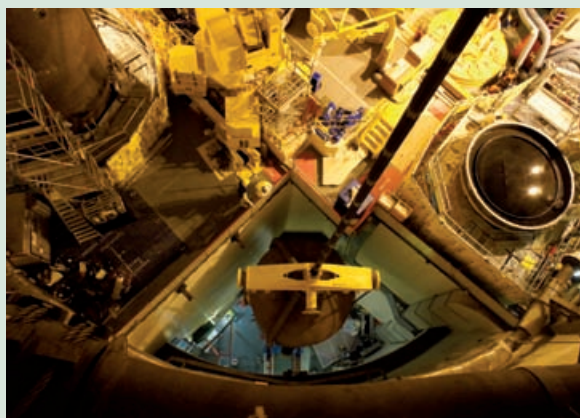
En 2012, une fuite primaire-secondaire est survenue sur un GV de la centrale de San Onofre (USA). Le phénomène en cause est une usure prématurée de certains tubes du GV. L'ASN s'est assurée qu'EDF avait examiné les phénomènes à l'origine de cette dégradation. EDF a fourni des éléments justifiant que les causes de ces dégradations ne sont pas rencontrées sur les réacteurs exploités en France.

### 2|5|5 Contrôler les autres équipements sous pression des réacteurs

L'arrêté du 12 décembre 2005 soumet les équipements sous pression nucléaires à des exigences spécifiques entrées en application le 22 janvier 2011. 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 l'évaluation de la conformité des équipements réparés et la requalification périodique.

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. A ce titre, l'ASN réalise en particulier des audits et les visites de surveillance des services d'inspection des sites. Ces

### Remplacements des générateurs de vapeur de Bugey 3 – 2010



Opération de maintenance au niveau de la trémie de la partie supérieure d'un générateur de vapeur biblocs



Opération d'accostage du générateur de vapeur avec la tuyauterie primaire côté branche chaude

Opération de soudage Tig Orbital Chanfrein Etroit (TOCE) : raccordement du générateur de vapeur à la tuyauterie primaire côté branche chaude



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|5|6 Contrôler la fabrication des équipements sous pression nucléaires

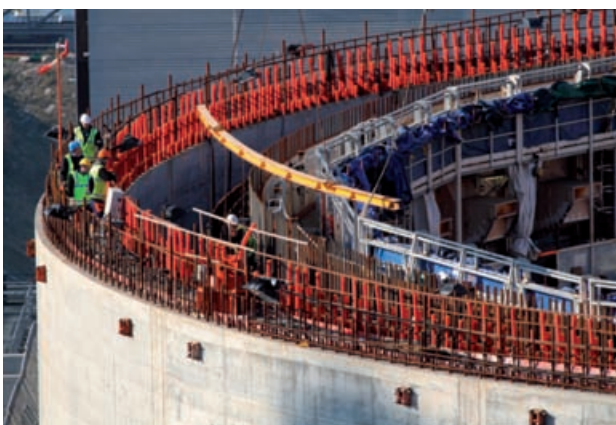
Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires est encadré par l'arrêté du 12 décembre 2005 qui ajoute aux exigences réglementaires applicables à la fabrication des équipements sous pression du domaine conventionnel (décret du 13 décembre 1999) des exigences complémentaires en matière de sécurité, de qualité et de protection contre les rayonnements ionisants.

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|6 Vérifier la conformité des enceintes de confinement

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



Chantier de la construction du bâtiment réacteur de l'EPR de Flamanville.  
L'enceinte de confinement – Février 2012



Vue aérienne du bâtiment réacteur de l'EPR de Flamanville – Septembre 2012

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

## 2|7 Protection contre les événements naturels, les incendies et les explosions

### 2|7|1 Prévenir 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 survenus dans la région du site compte tenu des connaissances historiques et instrumentales, en prévoyant des marges significatives.

#### Règles de conception

La règle fondamentale de sûreté (RFS) 2001-01 du 31 mai 2001 définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les INB de surface (à l'exception des stockages à long terme des déchets radioactifs).

Cette RFS est complétée par un guide de l'ASN daté 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 ainsi que des méthodes acceptables pour :

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

## Réévaluations sismiques

Dans le cadre des réexamens de sûreté en cours, la réévaluation sismique consiste notamment à actualiser le niveau de séisme à prendre en compte en appliquant la RFS 2001-01.

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 le réacteur 2 du Bugey et en 2011 pour les réacteurs 4 et 5. Le réacteur 3 de Bugey sera renforcé en 2013.

Les études menées dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1300 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 la réalisation de modifications afin 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.

La définition des séismes de référence à prendre en compte dans le cadre des réexamens de sûreté nécessite un travail important. A cet effet, l'ASN a mis en place dès 2006 un groupe de travail réunissant des représentants d'EDF, de l'IRSN et de l'ASN pour préparer les prochaines réévaluations sismiques (réexamen à quarante ans pour les réacteurs de 900 MWe et à trente ans pour les réacteurs de 1300 MWe). Pour le réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe associé à leur troisième visite décennale, EDF a proposé à l'ASN une mise à jour des niveaux de séisme. En 2011, l'ASN a demandé à EDF d'apporter des justifications complémentaires portant notamment sur le caractère pénalisant des choix faits pour déterminer les séismes à retenir au regard des incertitudes associées. EDF a engagé un programme de travail à cette fin.

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

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 après avoir identifié les cheminement d'eau possibles protection de la source froide contre une arrivée massive de débris...). L'ASN a prescrit à EDF d'achever les travaux restants (réhausse de murets, extension de la protection volumétrique à la salle des machines...) avant fin 2014.

La démarche globale de prise en compte du risque d'inondation externe pour les INB a été soumise à l'avis du GPR et du GPU



Vue de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire lors des inondations de décembre 2003

en 2007. En se fondant sur cet avis, l'ASN a formulé six demandes particulières concernant les risques de rupture de barrage, de circuits ou d'équipements, les risques de crue, les protections contre les pluies et la protection du site du Tricastin. À cette occasion, une difficulté a été soulevée : la sûreté de certaines installations vis-à-vis de l'inondation externe dépend largement du comportement d'ouvrages extérieurs qui n'appartiennent pas à EDF, notamment pour les centrales nucléaires de Cruas-Meysses et du Tricastin. L'évaluation de la robustesse, de la surveillance et de l'entretien de ces ouvrages nécessite une coordination entre les concessionnaires des ouvrages, les autorités publiques et EDF. Ainsi, pour les centrales nucléaires de Cruas-Meysses et du Tricastin, une convention a été signée en 2011 entre EDF et la Compagnie nationale du Rhône (CNR) concernant les parades à mettre en œuvre. Dans sa décision 2011-DC-0227 du 27 mai 2011, l'ASN a demandé à EDF d'améliorer la protection du site du Tricastin vis-à-vis du risque d'inondation en réalisant des travaux sur l'ouvrage hydraulique de Donzère-Mondragon.

## 2|7|3 Prévenir les risques liés à la canicule et à la sécheresse

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

EDF a donc proposé d'établir un référentiel « grands chauds », ce qui nécessite d'examiner et de réévaluer le fonctionnement des installations dans des conditions plus sévères que celles

retenues à la conception, en prenant des hypothèses de température d'eau et d'air plus élevées. EDF a proposé une déclinaison de ce référentiel pour les réacteurs de 900 MWe et une autre pour les réacteurs de 1300 MWe et 1450 MWe. L'ASN a pris une première position en 2009 concernant le référentiel pour les réacteurs de 900 MWe. A la suite de l'instruction par l'ASN, avec l'aide de son appui technique, des réponses apportées par EDF aux remarques et demandes de compléments émises en 2009, l'ASN a donné son accord en 2012 à l'intégration des modifications matérielles qui renforcent la robustesse des réacteurs aux grands chauds, et a pris position sur le référentiel utilisé sur le palier CPY. L'ASN a par ailleurs demandé à EDF de tenir compte du retour d'expérience issu de l'instruction du référentiel du palier CPY dans les référentiels des paliers 1300 MWe et 1450 MWe.

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

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

## 2|7|4 Contrôler la prise en compte du risque d'incendie

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

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

- le principe de découpage de l'installation en secteurs conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné, chaque secteur étant délimité par des éléments de sectorisation (portes, murs coupe-feu, clapets coupe-feu...) 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 conception des éléments de sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie. En particulier, pour tous les travaux susceptibles d'initier un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

La lutte contre un incendie doit permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

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

## 2|7|5 Contrôler la prise en compte du risque d'explosion

Parmi les accidents susceptibles de se produire dans une installation nucléaire, l'explosion représente un risque important. En effet, 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 INB 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 issues des prescriptions de la décision n° 2008-DC-0118 du 13 novembre 2008 relative à la maîtrise du risque d'explosion. Ces dispositions peuvent être organisationnelles (mise en place d'une organisation permettant de garantir le respect de la réglementation relative au risque d'explosion, examen de la conformité de l'ensemble des canalisations de fluides explosifs et revue approfondie de la prise en compte des risques d'explosion) ou matérielles (remplacement des tuyauteries véhiculant de l'hydrogène, etc.).

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

## 3 CONTRÔLER LA RADIOPROTECTION, LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS ET MAÎTRISER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

### 3|1 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

Les dix-neuf centrales nucléaires en exploitation, les huit réacteurs en démantèlement et le réacteur EPR en construction à Flamanville relèvent de l'inspection du travail de l'ASN. En fonction du nombre de réacteurs (2 à 6), l'effectif travaillant dans une centrale nucléaire varie de 800 à 2 000 personnes (personnels d'EDF et prestataires permanents), se répartissant entre différentes fonctions :

- conduite : 50 % ;
- maintenance : 20 % ;
- administratif et support : 30 %.

À ces personnels 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, le nombre d'intervenants supplémentaires peut représenter de 300 à 2 700 personnes.

Ces travailleurs sont exposés, d'une part, aux risques liés aux rayonnements ionisants (voir point 3|2), d'autre part, aux risques communs à toute industrie. Parmi ces risques « classiques », figurent 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.

Au 31 décembre 2012, 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 ;
- un directeur du travail au niveau central, chargé 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<sup>er</sup> mars 2011 et déclinée en région par des conventions entre les divisions de l'ASN et les DIRECCTE.

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.

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 organisationnels et humains (FOH).



Travaux sur une tour aéroréfrigérante

### 3|2 La radioprotection des personnels

L'exposition aux rayonnements ionisants dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement des produits d'activation, et dans de moindres proportions, des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons,  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90 % des doses proviennent des expositions externes aux rayonnements  $\beta$  et  $\gamma$ , dont l'origine réside dans les phénomènes d'érosion et de corrosion. 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 et ce, durant tout le cycle d'exploitation de l'installation.

Ce contrôle prend deux formes principales :

- la réalisation d'inspections :
  - spécifiquement sur le thème de la radioprotection, programmées une à deux fois par an et par site ;
  - lors des arrêts des réacteurs ;
  - à la suite d'incidents d'exposition aux rayonnements ionisants ;
  - dans les services centraux en charge de la doctrine en matière de radioprotection.
- l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs, 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 de portée nationale établis sous la responsabilité d'EDF ;



- des documents élaborés par EDF relatifs à la mise en œuvre de la réglementation relative à la radioprotection.

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

Enfin, des réunions périodiques sont réalisées afin de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels à l'étude ou en déploiement.

### 3|3 Évaluer l'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires



Prélèvement d'échantillons d'effluents radioactifs et chimiques au cours d'une inspection de l'ASN à la centrale nucléaire du Bugey – Mai 2012

#### 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 des installations nucléaires de base (voir point 3|3|1 du chapitre 4).

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

- en ce qui concerne les rejets radioactifs, l'ASN tend à abaisser les limites réglementaires, en se fondant sur le retour d'expérience des rejets réels, tout en tenant compte des aléas pouvant résulter du fonctionnement courant des réacteurs ;
- pour les substances non radioactives, l'ASN a décidé de fixer des prescriptions de rejets pour des substances non réglementées par le passé, afin d'encadrer la quasi totalité des rejets et de s'inscrire dans une démarche d'amélioration de la prise en compte des enjeux environnementaux ;
- dans tous les cas, les limites sont fixées aussi bas que possible, compte tenu des connaissances techniques et économiques du moment, en garantissant l'absence d'impact significatif sur

l'homme et sur l'environnement, tout en permettant un fonctionnement normal de l'installation.

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

#### 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 à 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).*

COMPRENDRE

#### 3|3|2 Contrôler la gestion des déchets

La gestion des déchets radioactifs produits par les centrales nucléaires exploitées par EDF s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets par toute INB, présenté dans le chapitre 16 du présent rapport. Pour l'ensemble des déchets, radioactifs ou non, l'ASN examine le référentiel de l'étude déchets de l'exploitant, tel que demandé par la réglementation, comme décrit au chapitre 3, point 3|5|1.

Ce référentiel comprend les thèmes suivants :

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

Chaque site envoie annuellement à l'ASN les détails de sa production de déchets avec les filières d'élimination choisies, une analyse des tendances en comparaison des années précédentes, un bilan traitant des écarts constatés et du fonctionnement de l'organisation du site en matière de gestion des déchets et les faits marquants survenus. Les perspectives futures sont également abordées. 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 et la réglementation constituent la base utilisée par l'ASN pour contrôler la gestion des déchets produits par les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN procède régulièrement à des inspections, au cours desquelles les inspecteurs passent en

revue l'organisation du site en matière de gestion des déchets, divers points comme le traitement associé aux anomalies et contrôlent l'exploitation des zones d'entreposage et de traitement des déchets.

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

#### *Maîtrise du risque microbiologique*

Les tours aéroréfrigérantes, fonctionnant par circulation d'eau refroidie dans un flux d'air, s'avèrent particulièrement favorables au développement des légionelles (voir point 1|1|4). 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.

Par la suite, sur la base d'avis rendus par l'ANSES, l'ASN a demandé à EDF de définir et mettre en œuvre des dispositions préventives ou curatives pour réduire le risque de prolifération des micro-organismes dans les circuits de refroidissement, tout en cherchant à minimiser 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 de lutte anti-légionelles. Enfin, l'ASN a engagé une réflexion pour faire évoluer cette réglementation de manière cohérente avec la réglementation des ICPE (voir 5|7).

## 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.

#### *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 ;
- les activités de constitution et d'utilisation du retour d'expérience, qui est une fonction importante du système de management de la sûreté, lors de la conception, de la construction et de l'exploitation des réacteurs. En particulier, l'ASN attend que l'exploitant analyse les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et qu'il identifie, mette en œuvre et évalue l'efficacité des actions correctives associées, ceci dans la durée.

#### *Exigences de l'ASN*

L'arrêté du 10 août 1984 (voir point 3|2|1 du chapitre 3) prévoit les dispositions à mettre en œuvre par l'exploitant pour définir, obtenir et maintenir la qualité de son installation et de son exploitation. Ces dispositions concernent, en particulier, l'organisation de l'exploitant pour assurer la maîtrise des activités concernées par la qualité.

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

### 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'exercice et aux moyens mis à leur disposition pour l'effectuer. Plus précisément, la qualité et la mise en œuvre du système de gestion des emplois, des compétences, de la formation et des habilitations d'EDF sont contrôlées. Il en est de même pour les moyens, 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 sera sollicité sur la thématique du management de la sûreté et de la radioprotection lors des arrêts de réacteur. L'ASN anime aussi le Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH), qui est l'instance d'échanges pluridisciplinaires mise en place pour faire progresser les réflexions sur les trois axes prioritaires identifiés dans l'avis de l'ASN du 3 janvier 2012 sur les évaluations complémentaires de sûreté, à savoir le renouvellement des effectifs et des compétences des exploitants, l'organisation du recours à la sous-traitance et la recherche sur ces thèmes (voir point 2 | 6 | 3 du chapitre 2).

## 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 compétences extérieures ou le souci d'abaisser les coûts.

Un système de qualification préalable des prestataires a été mis en place par EDF. Il repose sur une évaluation du savoir-faire technique et de l'organisation des entreprises sous-traitantes et il est formalisé dans la « charte de progrès et de développement durable », signée entre EDF et ses principaux prestataires. La réglementation impose à l'exploitant d'exercer une surveillance des activités réalisées par ses prestataires et d'évaluer en continu leur capacité à conserver leur qualification. Enfin, l'exploitant doit veiller à la disponibilité d'un nombre suffisant de prestataires disposant de la compétence requise pour assurer les opérations de maintenance nécessaires à minima au maintien du niveau de sûreté des réacteurs.

### 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.

### Contrôle de l'ASN

L'ASN réalise des inspections sur les conditions dans lesquelles se déroule la sous-traitance. L'ASN contrôle, en particulier, la mise en œuvre et le respect par EDF d'une démarche permettant d'assurer la qualité des activités sous-traitées : le choix des entreprises, la surveillance, la prise en compte du retour d'expérience et l'adaptation des ressources au volume de travail à réaliser. L'ASN veille aussi à la protection des travailleurs, notamment au respect des règles en matière de santé et sécurité, au respect de la durée des temps de travail et des repos, et vérifie la licéité des contrats de prestations de service en appréciant, en particulier, l'autonomie pour la réalisation des prestations par rapport aux donneurs d'ordre (absence de subordination et de fournitures d'outillages ou matériels). Les inspections sur cette thématique sont effectuées dans les centrales nucléaires en fonctionnement et également au sein des différents services d'ingénierie chargés des études de conception du réacteur de Flamanville 3 (voir point 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 par EDF à son initiative et les vérifications systématiques 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... L'ASN considère que les actions de détection des écarts, dont l'accomplissement est prescrit par l'arrêté INB du 7 février 2012, jouent un rôle important pour le maintien du niveau de sûreté des installations.

#### 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.

### *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.

### *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. Les écarts les plus significatifs (à partir du niveau 1 sur l'échelle INES) font l'objet d'une information du public sur le site Internet de l'ASN. Cette procédure s'inscrit dans le principe de la transparence vis-à-vis de l'ASN et du public.

### *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 en tenant compte de leur degré de gravité. C'est pourquoi, pour les écarts les plus significatifs, l'ASN examine les modalités et les délais de remise en conformité proposés par EDF. Pour réaliser cet examen, l'ASN prend en compte les conséquences réelles et potentielles de l'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 à la préparation d'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 d'exploitation**

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

Le retour d'expérience constitue une source de maintien de la conformité et d'amélioration continue pour les domaines de la

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

L'ASN examine aux niveaux local et national l'ensemble des événements significatifs déclarés (le bilan pour l'année 2012 figure au point 6|1|6). Pour certains événements significatifs considérés comme plus notables du fait de leur caractère marquant ou récurrent, l'ASN fait procéder à une analyse plus approfondie par l'IRSN. L'ASN contrôle la manière dont EDF exploite le retour d'expérience des événements significatifs 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 d'exploitation des centrales nucléaires**

Comme toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires sont sujettes au vieillissement. L'ASN s'assure qu'EDF prend en compte, en cohérence avec sa stratégie générale d'exploitation et de maintenance, les phénomènes liés au vieillissement afin de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant pendant toute la durée d'exploitation des installations.

### **4|3|1 L'âge du parc électronucléaire français**

Les centrales nucléaires actuellement en exploitation en France ont été construites sur une période de temps assez courte : quarante-cinq réacteurs représentant 50 000 MWe, soit les trois quarts, ont été mis en service entre 1979 et 1990 et treize réacteurs, représentant 10 000 MWe supplémentaires, entre 1990 et 2000. En décembre 2012, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 31 ans pour les trente-quatre réacteurs de 900 MWe ;
- 25 ans pour les vingt réacteurs de 1 300 MWe ;
- 15 ans pour les quatre réacteurs de 1 450 MWe.

### **4|3|2 Les principaux facteurs de vieillissement**

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

### Événement significatif pour la sûreté déclaré le 18 janvier 2012 concernant les tuyauteries de refroidissement des piscines d'entreposage de combustible irradié de la centrale de Cattenom

Le 18 janvier 2012, EDF a déclaré à l'ASN l'absence d'un orifice « casse-siphon » sur les tuyauteries de refroidissement des piscines d'entreposage de déchets ou de combustible irradié des réacteurs 2 et 3 de la centrale de Cattenom. Cet événement significatif pour la sûreté, détecté lors d'un contrôle interne, a été classé au niveau 2 de l'échelle INES, qui va de 0 à 7.

Dans chaque réacteur, une piscine est destinée à l'entreposage de combustible irradié avant son évacuation vers des installations de retraitement. Les combustibles sont maintenus sous eau et refroidis en permanence par un système de circulation d'eau borée (système PTR). L'eau de refroidissement est injectée au fond de la piscine par une tuyauterie.

En cas de manœuvre incorrecte de certaines vannes ou en cas de rupture d'une tuyauterie connectée au système de refroidissement, la tuyauterie d'injection d'eau borée pourrait aspirer l'eau de la piscine par un phénomène de siphon. Cette situation provoquerait une baisse du niveau de l'eau dans la piscine susceptible de conduire à un découvrement des assemblages combustibles et de provoquer leur endommagement. Un orifice, appelé « casse-siphon », est aménagé dans cette tuyauterie au voisinage de la surface de la piscine pour enrayer tout amorçage d'un siphonage.

A la suite de l'analyse de cet événement par l'ASN et l'IRSN, l'ASN a demandé à EDF de réaliser une vérification systématique de la présence des casse-siphons sur l'ensemble des piscines d'entreposage de combustible irradié des réacteurs en exploitation.

Ces vérifications ont mis en évidence, sur les réacteurs du palier 1300 MWe - P'4, que les casse-siphons aménagés sur les tuyauteries des piscines de Belleville 1 et Golfech 1 présentaient respectivement des diamètres de 15 et 17 mm, pour un diamètre

attendu de 20 mm ; ces casse-siphons ont été remis en conformité. Pour les tuyauteries des piscines de Nogent-sur-Seine 1 et de Penly 2, EDF a justifié que les diamètres des casse-siphons mesurés entre 19 et 20 mm étaient suffisants pour que ces derniers remplissent leur rôle en situation accidentelle.

Pour le palier 1300 MWe - P4, la conception de ces systèmes est différente : elle prévoyait en effet dès l'origine des diamètres inférieurs, de l'ordre de 10 mm. Les diamètres mesurés sur les réacteurs concernés sont conformes à cette exigence de conception.

Par ailleurs, afin de renforcer la robustesse des installations pour des situations qui n'ont pas été envisagées à la conception (par ex., la rupture complète d'une tuyauterie), l'ASN a demandé à EDF, dans le cadre des réexamens de sûreté en cours, de prévoir une modification des casse-siphons pour en accroître les dimensions. La réalisation de cette modification a débuté en 2011. À la suite des évaluations complémentaires de sûreté menées après l'accident de Fukushima, l'ASN a imposé à EDF d'accélérer sa réalisation pour garantir une mise en œuvre sur l'ensemble des réacteurs de tous paliers en mars 2014 au plus tard.

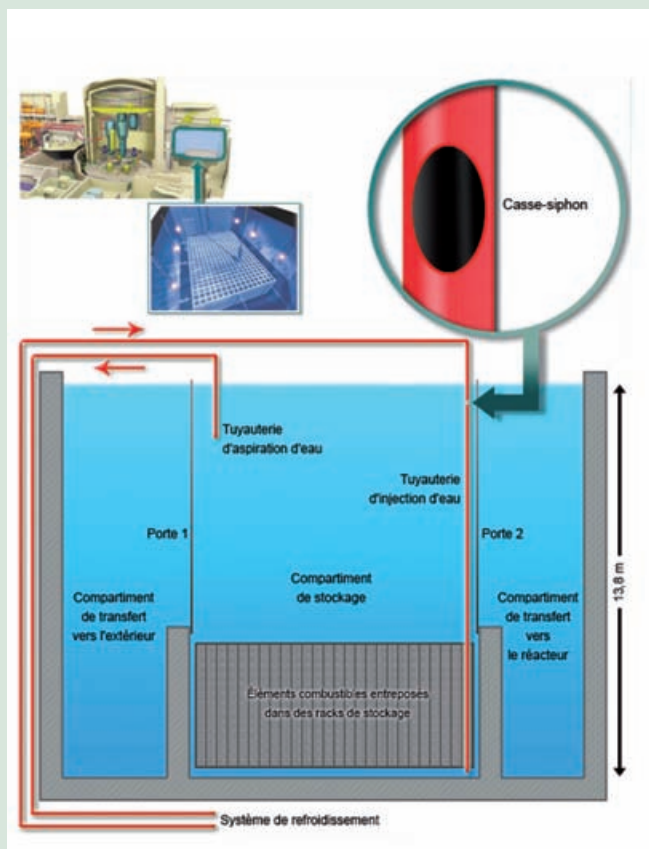


Schéma de coupe d'une piscine d'entreposage de combustible et d'un casse-siphon

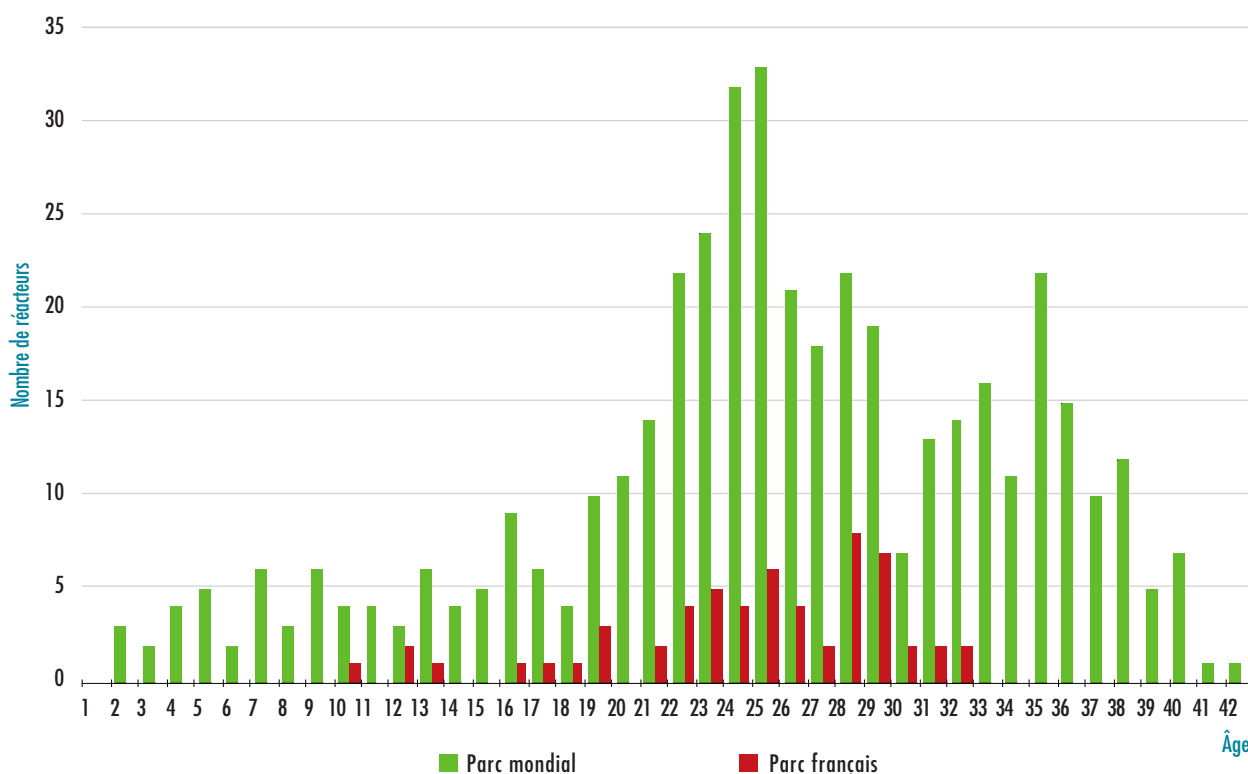
#### Durée de vie des matériels non remplaçables

Les matériels non remplaçables font l'objet d'une surveillance étroite permettant de s'assurer que leur vieillissement est bien conforme à celui anticipé. C'est notamment le cas de la cuve (voir point 2|5|3) et de l'enceinte de confinement (voir point 2|6).

#### Dégradations des matériels remplaçables

Le vieillissement des matériels résulte de phénomènes tels que l'usure des pièces mécaniques, le durcissement et la fissuration des polymères, la corrosion des métaux... De telles dégradations doivent être prises en compte lors de la conception et la fabrication, et dans un programme de

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



surveillance et de maintenance préventive et de réparations ou de remplacement si nécessaire (voir point 4 | 3 | 3).

### Obsolescence des matériels ou de leurs composants

Certains équipements, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'une « qualification » ; il s'agit du processus visant à s'assurer que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions dans toutes les situations pendant lesquelles ils sont requis, notamment en conditions accidentelles. La disponibilité des pièces de rechange de ces équipements est fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs. En effet, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur peuvent générer des difficultés d'approvisionnement en pièces d'origine pour certains systèmes. De nouvelles pièces de rechange doivent alors faire l'objet d'une justification de leur niveau de sûreté en préalable à leur montage. Cette justification vise à démontrer que l'équipement reste « qualifié » avec la nouvelle pièce de rechange. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte anticipation est requise de l'exploitant.

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

La stratégie d'EDF vis-à-vis du vieillissement des matériels, de type « défense en profondeur », s'appuie sur trois lignes de défense.

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

2) Surveiller et anticiper les phénomènes de vieillissement : au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être mis en évidence. Les programmes de surveillance périodique et de maintenance préventive, les examens de conformité (voir point 4 | 2 | 1) 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.

### 4 | 3 | 4 L'examen de la poursuite d'exploitation

Les textes qui encadrent le fonctionnement des centrales nucléaires en France ne prévoient pas de limitation dans le temps à leur autorisation d'exploitation. En contrepartie, 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.

Le réexamen de sûreté est l'occasion d'examiner en profondeur l'état des installations pour vérifier qu'elles sont conformes au référentiel de sûreté applicable. Il a en outre pour objectif d'améliorer le niveau de sûreté des installations. Dans ce but, les exigences applicables aux installations actuelles sont comparées à celles auxquelles doivent répondre les installations les plus récentes et les améliorations qui peuvent être raisonnablement mises en place sont réalisées à l'occasion des visites décennales. À ce titre, les réexamens de sûreté constituent l'une des pierres angulaires de la sûreté en France, en imposant à l'exploitant non seulement de maintenir le niveau de sûreté de son installation mais aussi de l'améliorer.

Le réexamen de sûreté est aussi l'occasion de réaliser un examen approfondi des effets du vieillissement sur les matériels. Ainsi, pour les réacteurs passant leur troisième visite décennale, une analyse du vieillissement doit être réalisée pour l'ensemble des mécanismes de dégradations pouvant affecter, de manière directe ou indirecte, les composants importants pour la sûreté. La démonstration de la maîtrise du vieillissement doit être apportée en s'appuyant sur le retour d'expérience d'exploitation, les dispositions de maintenance et la possibilité de réparer ou de remplacer les composants. Cette analyse débouche sur l'élaboration, à l'occasion de la troisième visite décennale de chaque réacteur, d'un dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation.

En outre, dans la perspective, souhaitée par EDF, d'une poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, la maîtrise du vieillissement et la gestion de l'obsolescence des équipements constituent des enjeux majeurs. Dans ce cadre, les propositions d'EDF concernant le programme d'études à lancer ont été soumises au GPR lors de sa réunion du 19 janvier 2012. A l'issue de cette séance, EDF s'est engagée à réaliser des études conséquentes pour une meilleure compréhension des phénomènes de vieillissement.

### *Processus de réexamen*

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, comprenant notamment son décret d'autorisation de création (DAC) 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. A l'issue de ces études, des modifications

permettant des améliorations de sûreté sont définies. Elles seront déployées pendant la visite décennale du réacteur.

#### **3) Le déploiement des améliorations issues du réexamen de sûreté**

Les visites décennales sont des moments privilégiés pour mettre en œuvre les modifications issues du réexamen de sûreté. Pour déterminer le calendrier des visites décennales, EDF doit tenir compte des échéances de réalisation des épreuves hydrauliques fixées par la réglementation des équipements sous pression nucléaires et de la périodicité des réexamens de sûreté prévue par la loi TSN.

#### **4) La remise par l'exploitant d'un rapport de conclusions de réexamen**

A 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 modifié. L'ASN communique au ministre en charge de la sûreté nucléaire son analyse du rapport et peut fixer à l'exploitant des prescriptions complémentaires.

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

Dans le cadre de la préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF d'établir, pour chacun des réacteurs concernés, un point précis de l'état du vieillissement et de démontrer la possibilité d'en poursuivre l'exploitation au-delà de trente ans dans des conditions satisfaisantes de sûreté. EDF a élaboré un programme de travail relatif à la gestion du vieillissement des réacteurs de 900 MWe.

En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite de l'exploitation 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.

Cette appréciation générique ne tient pas compte d'éventuelles spécificités de réacteurs. Aussi, l'ASN se prononce sur l'aptitude individuelle de chaque réacteur à la poursuite d'exploitation, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles réalisés dans le cadre de l'examen de conformité du réacteur lors de la troisième visite décennale et sur l'évaluation du rapport de réexamen de sûreté du réacteur (voir point 5 | 3 pour les prises de position de l'ASN en 2012).

#### *Réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe*

L'ASN s'est prononcée favorablement en 2006 concernant la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 1 300 MWe jusqu'à

leur troisième visite décennale, sous réserve de la réalisation effective des modifications décidées dans le cadre de ce réexamen. Les améliorations découlant de ce réexamen de sûreté seront intégrées d'ici 2014 à l'occasion des deuxièmes visites décennales (voir point 5 | 3).

### *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.

### *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 1450 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 intégrer au cours des prochaines années (voir point 5 | 3).

### *Enjeux de la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de quarante ans*

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

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

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

## **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 du DAC et du permis de construire, les travaux de construction du réacteur de Flamanville 3 ont débuté au mois de septembre 2007. Les premiers travaux de coulage du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil (gros œuvre) se poursuivent et, pour certains bâtiments tels que la station de pompage ou les locaux abritant les générateurs diesel de secours, sont désormais achevés. La mise en place des premiers composants (réservoirs, canalisations, câbles et armoires électriques...) se poursuit. Parallèlement aux activités du chantier sur le site de Flamanville, la fabrication des systèmes, des composants et des équipements sous pression, notamment ceux constitutifs des circuits primaire (cuve, pressuriseur, pompes, robinetterie, tuyauteries...) et secondaires (générateurs de vapeur, robinetterie, tuyauteries...) est en cours dans les ateliers des fabricants. Au cours de l'été 2011, EDF a annoncé qu'il prévoyait désormais la mise en service de Flamanville 3 en 2016.

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

En application du décret du 2 novembre 2007 (voir point 3 | 1 | 3 du chapitre 3), l'introduction du combustible nucléaire dans le périmètre de l'installation et le démarrage de cette dernière sont soumis à l'autorisation de l'ASN. Conformément à l'article 20 de ce même décret, l'exploitant doit adresser à l'ASN, un an avant la date prévue pour la mise en service, et 6 mois avant l'introduction du combustible dans le périmètre INB de Flamanville 3, un dossier comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le plan d'urgence interne, 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 du dossier de demande de mise en service :

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

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



### Inspections de l'ASN sur le chantier du réacteur EPR de Flamanville



Inspection sur le thème du génie civil du bâtiment diesel sud – Décembre 2012



Inspection sur le thème du génie civil du bâtiment diesel nord – Décembre 2012



Inspection des travaux d'enlèvement du bouchon entre le canal d'amenée d'eau de mer du réacteur 2 et celui du réacteur 3 – Octobre 2012

#### 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 :

- d'inscrire le contrôle de la construction dans le nouveau cadre réglementaire fixé par la loi TSN ;
- de contrôler la qualité d'exécution des activités de réalisation de l'installation de manière proportionnée aux enjeux de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement afin de pouvoir se prononcer sur la qualité de la réalisation de l'installation et son aptitude à répondre aux exigences définies ;
- de capitaliser l'expérience acquise par chacun des acteurs au cours de la construction de ce nouveau réacteur.

Pour cela, l'ASN a fixé pour l'application du DAC des prescriptions relatives à la conception et à la construction de Flamanville 3 et à l'exploitation des deux réacteurs de Flamanville 1 et 2 à proximité du chantier. Les principes et les modalités de contrôle de la construction de Flamanville 3 couvrent les étapes suivantes :

- la conception détaillée dont les études définissent les données nécessaires à la réalisation ;
- les activités de réalisation qui englobent la préparation du site

après la délivrance de l'autorisation de création, la fabrication, la construction, la qualification, le montage et les essais des structures, systèmes et composants, sur le chantier ou chez les fabricants.

Ce contrôle porte en outre sur la maîtrise des risques liés aux activités de construction sur les INB voisines (réacteurs de Flamanville 1 et 2) et sur l'environnement. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN a également en charge l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les principales actions de l'ASN en la matière en 2012 sont décrites au point 5 | 2.

#### *Contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires*

L'ASN assure le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires les plus importants pour la sûreté, dits « équipements de niveau N1 ». Ces équipements sont ceux qui constituent les circuits primaire et secondaires principaux de la chaudière nucléaire. L'ASN s'appuie pour ce contrôle sur des organismes qu'elle a au préalable agréés et qu'elle mandate pour

la réalisation d'une partie des actions de surveillance à réaliser sur ces équipements lors de leur fabrication et leur conception.

En ce qui concerne les autres équipements sous pression, les organismes agréés sont responsables de l'évaluation de leur conformité aux exigences réglementaires. L'ASN exerce dans ce cas une surveillance globale de l'action des organismes agréés. Les actions de l'ASN en la matière en 2012 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 étrangers.

##### *Relations bilatérales*

L'ASN entretient des relations privilégiées avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères afin de bénéficier des expériences passées ou en cours liées aux procédures d'autorisation et au contrôle de la construction de nouveaux réacteurs. 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 2012, elle s'est concrétisée par la tenue d'une réunion technique d'avancement des deux projets et la participation de STUK à une inspection à Flamanville 3 en mars, puis la tenue d'une réunion technique sur la conception détaillée du contrôle-commande de l'EPR en novembre. Des échanges réguliers entre le STUK et l'ASN ont également lieu afin de partager l'expérience en matière de fabrication des équipements sous pression nucléaires.

Au-delà de la coopération avec STUK, l'ASN et l'IRSN ont participé en 2012 à de nombreuses réunions bilatérales sur des sujets liés aux procédures d'autorisation et au contrôle de la construction de nouveaux réacteurs avec des Autorités de sûreté nucléaire étrangères : Inde, Royaume-Uni et Chine.

##### *Vers une coopération multinationale*

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

L'ASN est membre du *Multinational Design Evaluation Programme* (MDEP) dédié à l'évaluation de la conception des nouveaux réacteurs (voir point 2 | 4 du Chapitre 7). Dans ce cadre, l'ASN a ainsi participé en 2012 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



Inspection de l'ASN avec l'Autorité de sûreté finlandaise (STUK) du chantier de l'EPR à Flamanville – Mars 2012

probabilistes de sûreté, à la modélisation des accidents et des transitoires, aux spécifications techniques et aux agressions internes. Le groupe plénier s'est également réuni deux fois. Une partie de ces deux réunions était ouverte aux concepteurs et futurs exploitants (AREVA, EDF et autres industriels) afin de discuter des actions lancées dans le cadre de la prise en compte de l'accident de Fukushima ; des visites à Flamanville 3 et à Olkiluoto 3 ont également été organisées lors de ces réunions. La prochaine réunion de ce groupe plénier est prévue en janvier 2013.

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'Agence de l'énergie nucléaire (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 étayer cette base de données.

Pour l'ASN, ces échanges internationaux sont un des moteurs de l'harmonisation des exigences de sûreté et des pratiques du contrôle.

#### 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 génération<sup>1</sup> (« GEN IV ») notamment dans le cadre de coopérations internationales au sein du GIF « *Generation IV International Forum* ». Ce forum est né en 2000 d'une initiative du 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

1. La « 4<sup>e</sup> génération » de réacteurs 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).

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.

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, radioprotection et protection de l'environnement, par rapport aux réacteurs de troisième génération de type EPR 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 fin 2013.

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 ASTRID. 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 (DOs) du prototype ASTRID. Ce dossier précède le dossier d'options de sûreté (DOS) qui sera rédigé, selon le CEA, 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 fera ainsi l'objet d'un examen par les groupes permanents d'experts dont les conclusions seront connues en 2013.

## 5 FAITS MARQUANTS 2012

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

A la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) des installations nucléaires civiles françaises vis-à-vis du type d'événements qui ont entraîné l'accident de Fukushima devait être engagée. Ces ECS répondent aux demandes exprimées par le Premier ministre le 23 mars 2011 et le conseil européen les 24 et 25 mars 2011. Les exploitants ont présenté les évaluations complémentaires de la sûreté de leurs installations dans des situations extrêmes en septembre 2011 à l'ASN. Celles-ci ont fait l'objet d'un examen par les Groupes permanents pour les réacteurs nucléaires (GPR) et les laboratoires et usines (GPU) en novembre 2011. 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 renforçant la sûreté des installations.

Par ailleurs, en complément du programme normal d'inspection, les thématiques visées par les évaluations complémentaires de sûreté ont fait l'objet de 19 inspections ciblées en 2011 sur les centrales nucléaires. En 2012, l'ASN a procédé à des inspections de contrôle de la mise en place des actions correctives demandées à la suite des inspections réalisées en 2011 sur l'ensemble des centrales. L'impression générale issue des inspections de récolement est positive. L'ASN considère que l'organisation définie et mise en place par EDF pour répondre aux demandes d'actions correctives à la suite des inspections ciblées réalisées en 2011 est globalement satisfaisante, même s'il subsiste certains points pour lesquels des compléments sont attendus ou qui feront l'objet de la vigilance de l'ASN.

Enfin, les rapports nationaux établis dans le cadre des ECS (appelées « stress tests » à l'international) ont fait l'objet de revues croisées par les pairs au niveau européen.



Inspection de l'ASN accompagnée par un député européen « Suivi des engagements – Récolement inspection Fukushima » à la centrale nucléaire de Civaux : contrôle des tuyauteries et des capteurs dans des groupes électrogènes diesels de la centrale – Octobre 2012

### Évaluations complémentaires de sûreté

A l'issue des évaluations complémentaires de sûreté des réacteurs électronucléaires, l'ASN a considéré que ces réacteurs présentaient un niveau de sûreté suffisant pour qu'elle ne demande l'arrêt immédiat d'aucun d'entre eux. Dans le même temps, l'ASN a considéré que la poursuite de leur exploitation nécessitait d'augmenter dans les meilleurs délais, au-delà des marges de sûreté dont ils disposent déjà, leur robustesse face à des situations extrêmes. L'ASN a pris le 26 juin 2012 dix-neuf décisions pour imposer la mise en place, notamment, des mesures suivantes :

- un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, pour toutes les installations concernées par le rapport ECS. Les exploitants ont proposé à l'ASN, avant le 30 juin 2012, le contenu et les spécifications du « noyau dur » propre à chaque installation ;
- à partir de 2012, 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 ;
- la réalisation d'études de faisabilité de dispositifs supplémentaires de protection des eaux souterraines et superficielles en cas d'accident grave.

A 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 le 13 décembre 2012 au GPR qui a rendu son avis à l'ASN.

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

### 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 comme rapport de la France sur les tests de résistance 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 (« peer review »), qui s'est déroulé de janvier à avril 2012 comprenait deux phases successives : tout d'abord un examen transverse thématique de l'ensemble des rapports nationaux, et ensuite une revue détaillée de chaque rapport national. Cette revue a mobilisé quelque 80 experts de 24 États et de la Commission européenne.

Le 26 avril 2012, le groupe institutionnel des Autorités de sûreté européennes ENSREG et la Commission européenne ont adopté un rapport sur les résultats des stress tests menés sur les centrales nucléaires européennes. L'ENSREG et la Commission ont salué la qualité du travail accompli et les efforts consentis

### 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 précis
- 15 septembre 2011 : pour les installations prioritaires, les exploitants transmettent à l'ASN 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 : l'ASN remet son rapport 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 l'ENSREG du rapport des conclusions des revues croisées (peer review) européennes
- 26 juin 2012 : l'ASN prend dix-neuf décisions pour imposer des prescriptions complémentaires applicables à l'ensemble des centrales nucléaires au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté
- 28-29 juin 2012 : présentation par la Commission européenne de son rapport sur les tests de résistance au Conseil européen
- 10-14 septembre 2012 : missions de suite de la peer review européenne (fact finding missions)
- 13 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 l'ENSREG du plan d'action national de l'ASN à la suite des tests de résistance.

par tous les acteurs européens pour mener ce travail sans précédent dans les meilleures conditions. L'ENSREG et la Commission européenne ont également souligné les avancées que le rapport sur les stress tests va permettre de réaliser dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Les résultats des stress tests menés en France ont fait l'objet d'une appréciation favorable dans le rapport de l'ENSREG qui note le caractère complet des évaluations menées sous le contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire française. Le rapport de l'ENSREG salue le large éventail des améliorations décidées afin de renforcer la sûreté des installations nucléaires françaises au-delà des marges de sûreté dont elles disposent déjà, et notamment la mise en place d'un « noyau dur » conçu pour assurer les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes. Ce rapport formule par ailleurs plusieurs recommandations que l'ASN s'attache à mettre en œuvre.

## 5|2 Le contrôle de la construction en 2012 du réacteur EPR de Flamanville 3

### Examen de la conception détaillée de Flamanville 3

L'examen de la conception détaillée est réalisé par l'ASN avec l'appui technique de l'IRSN sur la base d'un examen documentaire. Cet examen de la conception détaillée 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 2007-1557. Dans ce cadre, en 2012, l'ASN et l'IRSN ont finalisé l'instruction de la conception de l'architecture du système de contrôle-commande (voir encadré) et ont poursuivi l'examen du génie civil de l'installation et de la conception détaillée de certains systèmes importants pour la sûreté du réacteur, en se focalisant



Vue d'ensemble du chantier de l'EPR à Flamanville – Octobre 2012

### Validation par l'ASN de l'architecture du « contrôle-commande »

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

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

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

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

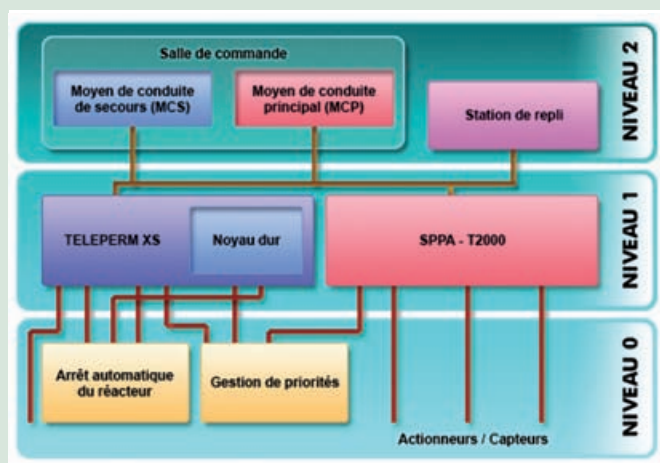


Schéma du contrôle-commande du réacteur EPR de Flamanville 3

A l'issue de l'analyse menée par l'IRSN sur ces modifications et de l'avis du 16 juin 2011 du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR), l'ASN considère que l'architecture du contrôle-commande du réacteur EPR de Flamanville 3 proposée par EDF est apte à garantir la sûreté des systèmes utilisés pour gérer les situations d'incidents ou d'accidents et leur indépendance vis-à-vis des systèmes de contrôle utilisés pour exploiter l'installation en fonctionnement normal. EDF peut donc poursuivre le déploiement de ce système dont la conception détaillée sera analysée par l'ASN préalablement à l'autorisation de mise en service.



Vue aérienne du chenal d'amenée d'eau du site de Flamanville, lors de la mise en eau de la station de pompage de Flamanville 3 – Novembre 2012

sur les systèmes novateurs et les systèmes intervenant dans la protection et la sauvegarde du réacteur ou dans le maintien des

trois fonctions de sûreté. L'ASN a également achevé l'examen de la conception détaillée des éléments relatifs à l'optimisation de la radioprotection et au dimensionnement de protections radiologiques du bâtiment du réacteur.

En complément de l'examen technique d'études de conception détaillée réalisé avec l'appui de l'IRSN, l'ASN a mené en 2012 six inspections dans les services d'ingénierie en charge de leur réalisation et de la surveillance des fabrications chez les fournisseurs. L'ASN a ainsi contrôlé la mise en œuvre des exigences de l'arrêté du 10 août 1984 dans le système de management du projet, en particulier les exigences relatives à la gestion et la surveillance des prestataires, y compris via des inspections réalisées directement dans les ateliers des fabricants, à l'identification et à la gestion des activités concernées par la qualité, à la gestion des écarts et à la gestion du retour d'expérience.

#### 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, dix-huit inspections en 2012. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

- le génie civil, dont les activités relatives à la construction de l'enceinte interne, du récupérateur de corium et de la coque avion ;

- les activités de montage mécanique, dont le soudage des tuyauteries et de leurs supports, le montage des revêtements en acier inoxydable des bâches<sup>3</sup> et des piscines, le montage des tambours filtrants de la station de pompage, le montage des groupes électrogènes de secours principaux ;
- les activités de montage des systèmes électriques, dont le montage des tableaux électriques ;
- les contrôles non destructifs et la radioprotection ;
- l'organisation et le management de la sûreté au sein du chantier et au sein de l'équipe d'exploitation du futur réacteur nucléaire de Flamanville 3 ;
- l'impact du chantier sur la sûreté des réacteurs de Flamanville 1 et 2 ;
- l'impact environnemental du chantier de construction.

De manière plus précise, l'ASN a porté en 2012 une attention particulière sur les sujets suivants :

- les activités de bétonnage complexe. En juillet 2011, EDF a informé l'ASN de la découverte de « nids de cailloux » sur certains voiles des piscines des bâtiments réacteur et combustible. Ces voiles de béton présentent ainsi localement une concentration d'agglomérats et un manque de ciment qui nécessite une réparation. Au-delà du traitement de ces écarts ponctuels pour lesquels des réparations étaient déjà programmées, EDF a mis en œuvre, à la demande de l'ASN et pour améliorer la qualité de réalisation des bétonnages complexes, des formations complémentaires, renforcé la préparation des activités par des analyses de risques plus détaillées et renforcé les contrôles. L'ASN a réalisé plusieurs inspections sur ce thème en 2011 et en 2012, l'une d'entre elles accompagnée d'inspecteurs de l'autorité de sûreté finlandaise (STUK).

Par ailleurs, en mars 2012, EDF a informé l'ASN de la présence de « vides » derrière les logements de batardeaux des piscines<sup>4</sup> du bâtiment du réacteur ; ce remplissage partiel en béton résulte d'activités ayant eu lieu lors de l'été 2011, avant la mise en œuvre de dispositions complémentaires pour les bétonnages complexes. Ce défaut a été détecté à Flamanville par EDF à la suite d'un retour d'expérience issu du chantier du réacteur EPR d'Olkiluoto où une anomalie similaire avait été découverte auparavant. Les réparations engagées par EDF ont fait l'objet d'une inspection inopinée de l'ASN le 21 août 2012 et d'une réunion technique sur site le 13 octobre 2012 afin notamment de présenter les résultats des premières réparations. L'ASN restera vigilante sur la qualité de réalisation finale, c'est-à-dire après contrôle et réparation, des piscines du réacteur de Flamanville 3 ;

- les activités de soudage du liner des bâches et des piscines. Depuis fin 2010, les opérations de montage du cuvelage de certaines bâches importantes pour la sûreté ont débuté. Elles concernent notamment le cuvelage des piscines du bâtiment du réacteur et du bâtiment combustible. L'ASN apporte une attention particulière au contrôle de ces activités pour s'assurer de la maîtrise par EDF des méthodes de fabrication.

Il ressort de ces contrôles que l'organisation d'EDF et du titulaire du contrat principal de génie civil est satisfaisante.

Notamment, l'ASN constate que le retour d'expérience du soudage de ce type de revêtement est intégré au fur et à mesure des difficultés rencontrées. L'ASN restera attentive au contrôle de ces activités et à la qualité finale de réalisation de ces revêtements, à travers notamment des tests en eau des bâches et des piscines.

### *Inspection du travail sur le chantier de la construction du réacteur Flamanville 3*

Les actions menées par les inspecteurs du travail de l'ASN en 2012 ont consisté en :

- la réalisation de contrôles de sécurité sur le chantier ;
- la participation à des réunions de la commission interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) et des Comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) d'entreprises ;
- la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés.

En 2012, les inspecteurs du travail de l'ASN ont en particulier contrôlé le respect des dispositions du code du travail, par les entreprises intervenant sur le chantier, relatives aux conditions de détachement des travailleurs étrangers, à la déclaration des accidents du travail, et aux risques liés à la co-activité.

En 2012, le chantier de construction de Flamanville 3 a été marqué par la décroissance importante des effectifs affectés aux travaux de génie civil. L'intervention de l'inspection du travail sur cette thématique a consisté à conseiller les salariés et les employeurs concernés sur leurs droits et les a orientés le cas échéant sur les conseils des Prud'hommes compétents en la matière.

### *Contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires du réacteur de Flamanville 3*

Au cours de l'année 2012, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires (ESPN) des circuits primaire et secondaires du réacteur EPR (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 entamées pour la plupart des robinets, vannes et clapets. Outre l'examen de la documentation technique relative à la conception et à la fabrication des ESPN, l'ASN et les organismes agréés qu'elle a spécialement mandatés pour la réalisation de contrôles ont réalisé plus de 660 inspections pour surveiller la fabrication de ces équipements de niveau N1, ce qui correspond à plus de 1 300 hommes.jours de présence dans les usines du fabricant AREVA NP, ainsi que de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants. De leur côté, les organismes agréés par l'ASN ont réalisé plus de 165 inspections dans le cadre de l'évaluation de conformité des ESPN de niveau N2 et N3 destinés au réacteur EPR, ce qui correspond à plus de 350 hommes.jours de présence dans les usines du fabricant AREVA NP, ainsi que de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants.

3. Réservoirs fermés à parois en acier inoxydable situés dans les bâtiments de l'installation.

4. Les piscines du réacteur EPR sont divisées en différents compartiments permettant la manutention et l'entreposage des assemblages combustibles et des internes de cuve sous eau afin de garantir le refroidissement permanent des assemblages combustibles et d'assurer une protection radiologique des intervenants. Les différents compartiments des piscines sont séparés par des batardeaux amovibles permettant de vider et remplir indépendamment chaque compartiment.



Mise en place de consoles sur l'enceinte interne du bâtiment réacteur de l'EPR de Flamanville 3

### Défauts de fabrication observés sur les consoles du pont polaire de Flamanville 3

Au cours d'une inspection le 14 décembre 2011, l'ASN a été informée d'écarts survenus lors de la fabrication des consoles du pont polaire du bâtiment réacteur. Des défauts au niveau des soudures de ces consoles ont été découverts par EDF en usine avant leur peinture, puis sur le site de Flamanville, à l'occasion de contrôles complémentaires. Alors que ces défauts avaient été découverts initialement sur un nombre limité de consoles, l'ASN a demandé à EDF de procéder à des contrôles supplémentaires sur d'autres consoles. Ces contrôles supplémentaires ont révélé la présence de défauts sur un grand nombre d'entre elles. EDF a alors informé l'ASN de sa décision de faire fabriquer à nouveau l'ensemble des consoles du pont polaire. Des réunions ont eu lieu entre l'ASN, l'IRSN et EDF afin que l'exploitant présente les actions engagées pour comprendre l'origine de ces nombreuses anomalies.

Une inspection a été réalisée par l'ASN pour vérifier la bonne mise en œuvre par EDF des actions prévues pour se prémunir de défauts du même genre sur les nouvelles consoles. Les inspecteurs ont aussi examiné les actions engagées par EDF pour analyser si d'autres équipements destinés à Flamanville 3 présentaient des défauts similaires, ce qui s'est avéré le cas. EDF a engagé le traitement des défauts détectés, le cas échéant en renvoyant en usine pour réparation l'équipement concerné.

## 5|3 La poursuite d'exploitation des centrales nucléaires

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

### Réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe

Après s'être prononcée en 2010 sur la poursuite d'exploitation du réacteur 1 de Tricastin et en 2011 sur celle du réacteur 1 de Fessenheim à l'issue de leur troisième visite décennale, l'ASN a considéré, le 10 juillet 2012, que le réacteur 2 du site du Bugey était apte à être exploité pour une durée de dix années supplémentaires après son troisième réexamen de sûreté. En application de l'article L.593-19 du code de l'environnement, l'ASN a imposé à EDF par décision n°2012-DC-0311 du 4 décembre 2012 trente-trois nouvelles prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté du réacteur 2 de la centrale nucléaire du Bugey. Ces prescriptions intègrent notamment les exigences applicables à des installations présentant des objectifs et des pratiques de sûreté plus récents.

### Réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe

Après les réacteurs de Penly 1 et Cattenom 3 en 2011, le réacteur de Golfech 1 a intégré en 2012 les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de sa deuxième visite décennale.

### Réexamen de sûreté associé aux premières visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe

Après le réacteur 1 de Civaux en 2011, le réacteur 2 de Civaux a intégré en 2012 les modifications issues du réexamen de

sûreté dans le cadre de sa première visite décennale. Comme pour les réacteurs de 900 et de 1300 MWe, l'ASN se prononcera en 2013 sur la poursuite d'exploitation de chacun des réacteurs après examen des rapports de conclusions remis par EDF.

### Poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans

EDF a émis en 2009 le souhait d'étendre la durée de fonctionnement de ses réacteurs au-delà de 40 ans. En France, la durée de fonctionnement d'un réacteur n'est pas limitée dans le temps réglementairement (voir point 4|3|4), mais son aptitude à la poursuite d'exploitation doit être périodiquement réexaminée et la sûreté réévaluée. A ce titre, l'exploitation d'un réacteur au-delà de 40 ans constitue une étape significative. L'ASN demande, en particulier, 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.

A 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 d'études d'EDF associé au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs en exploitation 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, dans une perspective d'utilisation des réacteurs jusqu'à 60 ans.



L'ASN se prononcera prochainement sur les orientations de ce programme d'études dédié au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs.

## 5|4 Faits marquants relatifs au contrôle des équipements sous pression

### *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 Doel 3 et a été mis en œuvre à la demande de l'autorité de sûreté nucléaire belge, l'AFCN.

Ces défauts sont 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.

L'ASN a examiné la situation des réacteurs électronucléaires français au regard de cet événement :

- l'industriel qui a fabriqué la cuve de Doel 3 n'a forgé aucune pièce destinée à des cuves de réacteurs électronucléaires français ;
- en France, l'ASN assure le contrôle de la fabrication et du suivi en fonctionnement des principaux équipements sous pression des réacteurs nucléaires, et notamment la cuve. Un suivi spécifique de la construction de ces équipements est mis en place depuis 1974. Pour l'ensemble des composants de la cuve 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, sont réalisés des contrôles par ultrasons des zones fortement irradiées des cuves des réacteurs français en service. Ces contrôles n'ont à ce jour pas mis en évidence de défauts de cette nature.

Les informations disponibles concernant les pratiques de fabrication en vigueur depuis le début des années 70 en France ne conduisent pas à suspecter la présence, sur des cuves des réacteurs électronucléaire français, de défauts de fabrication en nombre et dimensions analogues à ceux découverts sur la cuve du réacteur 3 de Doel. 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 lui proposer un programme de contrôle de certaines cuves afin de conforter encore les garanties apportées.

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

### *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 2012, 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 ;
- les activités impliquant l'utilisation de produits chimiques cancérigènes, mutagènes ou ayant un impact sur la reproduction (CMR), l'amiante ou encore le plomb ;
- la réalisation de travaux dans l'enceinte du réacteur alors que celui-ci est en puissance, tant sur le plan de l'exposition aux rayonnements ionisants, à la chaleur et aux autres risques conventionnels notamment vapeur, qu'en termes de risque psycho-social ;
- la participation à la campagne du ministère du travail relative aux risques psycho-sociaux notamment pour en vérifier son évaluation et sa prise en compte dans le document unique d'évaluation des risques (DUER) en matière de santé et sécurité au travail, qui doit être tenu à jour par chaque établissement ;
- les inspecteurs du travail de l'ASN ont réalisé simultanément sur huit centrales nucléaires un contrôle de l'application de la réglementation concernant les vérifications obligatoires des installations électriques et de levage et, dans une approche intégrée, de l'impact des éventuels écarts constatés sur la sûreté des centrales nucléaires. Cette journée a permis aux inspecteurs de vérifier que les obligations en la matière étaient globalement remplies notamment en matière de périodicité des contrôles. Néanmoins, les inspecteurs ont relevé que certains locaux ne sont pas visités en raison des risques radiologiques pour les vérificateurs. Les inspecteurs du travail ont constaté des disparités selon les sites dans la prise en charge, l'exécution et la traçabilité de certains travaux de remise en conformité.

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 2012 et aucun accident du travail mortel n'a été à déplorer.

### *Contrôle du temps de travail*

En 2012, les inspecteurs du travail de l'ASN ont poursuivi les contrôles sur le respect de la réglementation relative aux temps de travail ainsi qu'aux repos journaliers et hebdomadaires, spécifiquement lors des périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance. Ils ont encore constaté, pour certaines populations de techniciens et de cadres très sollicitées par les activités intenses menées en périodes d'arrêt de réacteur, des infractions concernant le respect des durées maximales de travail quotidiennes et hebdomadaires et des temps de repos. L'ASN note que la politique d'anticipation de l'organisation du travail lors des arrêts de réacteurs, encouragée par l'ASN et le ministère du travail en

2011 afin qu'EDF anticipe et sollicite les dérogations nécessaires dans le respect des dispositions du code du travail, est mise en œuvre de manière hétérogène.

En juin, l'ASN a rappelé formellement à EDF les obligations réglementaires qui s'imposent en matière de temps de travail et de repos, ainsi que les risques sur la santé et la sécurité des opérateurs ou pour la sûreté des installations que peuvent engendrer les excès constatés et les insuffisances de repos. L'ASN a également adressé à EDF un rappel concernant le respect des dispositions sur le travail le 1<sup>er</sup> mai.

### *Sous-traitance*

Des enquêtes approfondies sur le recours à des prestations de service, notamment dans le domaine tertiaire, ont été poursuivies en 2012 sur plusieurs sites, notamment sur le site en construction de Flamanville 3 concernant les prestations de service internationales effectuées par des entreprises étrangères.

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.

### *Procédures pénales engagées*

L'inspection du travail de l'ASN a adressé aux différents parquets concernés onze procès-verbaux (PV) relevés sur des centrales nucléaires en 2012.

## **5|6** **Faits marquants concernant la radioprotection des personnels**

### *Trois inspections renforcées sur le thème de la radioprotection*

L'ASN a mené, au cours du mois d'avril 2012, trois inspections renforcées qui portaient sur la prise en compte de la réglementation relative à la radioprotection par les centrales nucléaires du Blayais, de Golfech et de Civaux. Six inspecteurs de la radioprotection de l'ASN ont examiné, avec l'appui de trois experts de l'IRSN, plusieurs thèmes relatifs à la radioprotection (organisation et management de la radioprotection, application de la démarche ALARA<sup>5</sup>, propreté radiologique, suivi des travailleurs, gestion des sources radioactives, etc.) et ont noté que l'organisation définie et mise en œuvre sur les trois centrales nucléaires en matière de radioprotection était globalement satisfaisante.

### *Incident de gammagraphie du 20 mars 2012 (centrale nucléaire du Blayais)*

Dans le cadre de l'arrêt pour visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Blayais, des contrôles de la qualité des soudures ont été réalisés, avec un gammagraphe de type GAM 120, sur une vanne qui venait d'être remplacée à l'intérieur du

bâtiment réacteur. À la fin d'un contrôle, dans la nuit du 19 au 20 mars 2012, les opérateurs n'ont pas pu réintégrer la source dans l'appareil en position de sécurité, la source s'étant désolidarisée de son câble d'entraînement.

Le gammagraphe se trouvait sur une plateforme en hauteur, accessible seulement par une échelle à crinoline. L'encombrement de la zone et l'ambiance dosimétrique de l'ordre de 400 mGy/h au débouché de l'échelle à crinoline ont rendu l'opération de récupération de la source complexe.

Cet incident, classé au niveau 1 de l'échelle INES, est détaillé dans le point 4 du chapitre 10.

### *Surveillance collective du risque d'exposition des travailleurs*

L'ASN s'est prononcée en 2012 sur la capacité des moyens dédiés à la limitation du risque d'exposition collective interne ou externe des travailleurs à remplir leur fonction (notamment les balises de surveillance de l'activité en iode et aérosols du bâtiment réacteur, les chaînes de surveillance du débit de dose gamma des piscines du bâtiment réacteur et du bâtiment combustible et les déprimogènes<sup>6</sup>).

## **5|7** **Faits marquants concernant l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement et les rejets**

### *Actions menées en matière de lutte contre les micro-organismes*

La rénovation des condenseurs (voir point 1|1|4) rend nécessaire la mise en œuvre de traitements biocides afin de limiter le développement des légionelles et des amibes. Compte tenu notamment des progrès réalisés par EDF pour limiter les rejets associés à ces traitements, l'ASN va imposer progressivement aux circuits de refroidissement des grandes tours aéroréfrigérantes des centrales nucléaires une limite de colonisation maximale en légionelles cohérente avec la réglementation des ICPE. Afin de préparer cette évolution, l'ASN a formulé en 2012 à EDF diverses demandes portant notamment sur l'optimisation du traitement biocide sur les centrales situées sur la Loire, les méthodes de détection rapide des amibes et des légionelles dans le processus de surveillance du risque de développement des micro-organismes.

### *Révision des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau*

En 2012, l'ASN a poursuivi l'instruction des dossiers relatifs aux rejets d'effluents et aux prélèvements d'eau des centrales nucléaires de Cruas-Meysses, de Belleville-sur-Loire, de Cattenom et du Bugey. Les demandes d'EDF pour ces quatre sites concernent l'évolution du conditionnement chimique du circuit secondaire, la mise en place d'un traitement antitartre des circuits de refroidissement (sauf à Belleville) et d'un traitement

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

6. Matériels permettant de réduire le risque de contamination à l'intérieur d'une zone de travail en aspirant les éventuelles particules radioactives émises lors de l'intervention

biocide par chloration massive à pH contrôlé, ainsi que d'un traitement biocide par monochloramination à Cattenom.

Au Bugey, ces demandes s'accompagnent d'un renouvellement complet de l'arrêté du 7 août 1978<sup>7</sup> et les futures prescriptions encadreront également les rejets associés aux activités de démantèlement du réacteur 1 du Bugey et à l'installation ICEDA, une fois mise en service.

L'ASN a également initié l'instruction des dossiers de Saint-Alban-Saint-Maurice, Saint-Laurent-des-Eaux et de Fessenheim.

### *Risque de rejets intempestifs via le réseau d'eaux pluviales*

La réunion du GPR du 28 mai 2009 consacrée aux rejets et effluents des centrales nucléaires avait mis en évidence que des rejets de certaines substances chimiques, notamment de phosphates, de morpholine et d'hydrazine, risquaient de se produire via le réseau d'eaux pluviales (SEO), alors qu'ils ne sont pas prévus par les prescriptions de rejets, ni surveillés, ni comptabilisés. A la suite de cette réunion, EDF s'était engagée à réaliser un état des lieux exhaustif des voies de rejets vers le réseau SEO pour toutes les centrales nucléaires avant la fin 2011. En 2012, l'ASN a émis un ensemble de demandes complémentaires, demandant notamment à EDF de prévoir des dispositions compensatoires techniques et organisationnelles permettant d'empêcher le déversement vers le réseau SEO des substances dont le rejet via ce réseau n'est pas prévu dans les prescriptions et des dispositions pérennes permettant d'exclure physiquement de tels déversements.

### *État des rétentions et prévention des pollutions*

Dans le cadre du suivi des actions engagées par EDF après les incidents de fuite de substances radioactives sur les sites de SOCATRI et de FBFC en juillet 2008, et à la suite de l'événement ayant révélé une fuite de tritium dans les eaux souterraines de la centrale nucléaire de Civaux en janvier 2012, l'ASN a procédé à plusieurs inspections. L'ASN a en conséquence adressé à EDF de nouvelles demandes d'amélioration notamment sur le contrôle et la surveillance des rétentions, tuyauteries, piézomètres et organes de confinement des eaux d'extinction d'incendie.

## 518 L'examen des options de sûreté du projet de nouveau réacteur ATMEA 1

La société ATMEA, coentreprise formée par l'industriel français AREVA et l'industriel japonais Mitsubishi Heavy Industries (MHI), a sollicité l'ASN en 2010 afin de réaliser une revue des options de sûreté<sup>8</sup> d'un nouveau réacteur à eau sous pression dénommé ATMEA 1. Ce réacteur de moyenne puissance (1 100 MWe) est, selon ATMEA, destiné principalement à l'exportation.

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

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

L'ASN a rendu publiques les conclusions de cet examen début 2012. A l'issue de la revue, l'ASN a considéré que les options de sûreté du réacteur ATMEA 1 étaient globalement satisfaisantes au regard des exigences françaises. L'ASN indiqua qu'au stade de la conception détaillée, la société ATMEA devrait être particulièrement vigilante sur l'optimisation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, sur les dispositions nécessaires à l'« élimination pratique » de certains accidents ou à l'exclusion de la rupture de certaines tuyauteries et, bien évidemment, sur la poursuite de la prise en compte des enseignements tirés de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

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

7. Autorisation de rejet d'effluents radioactifs gazeux par la centrale nucléaire du Bugey : modification des articles 1er à 6 de l'arrêté du 17 mars 1978.

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

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

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

## 6 LES APPRÉCIATIONS

### Réacteurs en exploitation

#### 6|1 Évaluer les services centraux d'EDF et les performances globales des centrales nucléaires

L'appréciation générale qui suit résume de manière thématique l'évaluation par l'ASN des services centraux et des performances des centrales nucléaires d'EDF en matière de sûreté, de radio-protection, d'environnement et d'inspection du travail.

Cette évaluation est elle-même construite sur les résultats des contrôles réalisés par l'ASN en 2012, en particulier à travers les inspections, le suivi des arrêts de réacteur et l'analyse du traitement des événements significatifs par EDF, ainsi que sur la connaissance par les inspecteurs des sites qu'ils contrôlent. En 2012, l'ASN a réalisé 457 inspections dans les centrales nucléaires en exploitation et dans les services centraux d'EDF ainsi que 281 journées d'inspection du travail.

L'appréciation générale qui suit représente le point de vue de l'ASN sur l'année 2012 et contribue à orienter les actions de contrôle de l'ASN en 2013.

#### 6|1|1 Évaluer la sûreté nucléaire

##### *Exploitation des réacteurs*

Les documents nécessaires à l'exploitation sont, dans leur ensemble, correctement gérés. En particulier, le nombre d'écarts de déclinaison des règles d'essais périodiques continue à diminuer. Toutefois, la préparation et l'intégration des modifications des règles générales d'exploitation doivent faire l'objet d'améliorations.

La gestion des formations et habilitations du personnel d'exploitation est globalement satisfaisante. De même qu'en 2011, des améliorations, relatives à la formation des équipes de conduite, restent attendues.

L'amélioration de la rigueur de l'exploitation reste une priorité forte pour EDF. Toutefois, l'ASN n'a pas noté d'amélioration dans ce domaine par rapport à 2011. L'ASN considère que les efforts faits sur ce point depuis quelques années doivent être renouvelés.

L'identification, la gestion et la résorption des « dispositifs et moyens particuliers » et des modifications temporaires présents depuis plusieurs années sur les réacteurs sont améliorées à la suite des efforts réalisés par EDF depuis 2010.

En revanche, la préparation des interventions d'exploitation reste un point faible et des actions d'amélioration doivent être mises en œuvre sur ce sujet.

Les interfaces entre l'exploitation et les métiers de maintenance ou des essais sont souvent à l'origine d'écarts, à la suite d'un défaut de communication ou d'une mauvaise compréhension. Les actions d'amélioration doivent donc être poursuivies sur ce sujet.

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

Enfin, tout comme en 2011, l'application rigoureuse des référentiels d'exploitation et la gestion des consignes temporaires d'exploitation restent perfectibles et doivent donc faire l'objet d'améliorations.

##### *Situations d'urgence*

L'année 2012 a été marquée par la mise en place, le 15 novembre 2012, du nouveau référentiel relatif aux plans d'urgence interne (PUI) sur les sites EDF. L'ASN considère que ce nouveau référentiel améliore la préparation d'EDF à la gestion des situations d'urgence.

Les inspections menées en 2012 sur le thème de la gestion de crise ont montré que les écarts identifiés lors des inspections post-Fukushima de 2011 ont pour la plupart été corrigés par les sites. Toutefois, les inspections réalisées en 2012 ont permis d'identifier des axes d'amélioration portant notamment sur le suivi des exercices et des actions correctives, sur la gestion des moyens mobiles de secours et sur les sirènes PPI. Les conventions des sites avec les organismes extérieurs, dont celles avec les hôpitaux, ont progressé mais les efforts des sites doivent continuer car certaines sont toujours obsolètes et méconnues.

##### *Incendie et explosion*

En 2012, l'ASN et son appui technique l'IRSN se sont particulièrement intéressés aux actions mises en œuvre par EDF pour traiter la problématique des ruptures de sectorisation incendie, ainsi qu'à la gestion des situations réelles rencontrées, en particulier le départ de feu sur une pompe primaire dans le bâtiment du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Penly.

Sur ces dix dernières années, l'ASN constate que des moyens importants ont été déployés pour renforcer la prise en compte du risque d'incendie et que le niveau global s'est amélioré. Néanmoins, des insuffisances subsistent. Ainsi, les écarts liés à la gestion des ruptures de sectorisation incendie, à la réalisation des permis de feu ou au contrôle de la formation des prestataires à la prévention incendie restent trop fréquents. Par ailleurs, la gestion des potentiels calorifiques s'améliore sur certains sites mais n'est pas correctement maîtrisée sur d'autres. Concernant l'intervention, les exercices incendie sont effectués trop peu fréquemment en zone contrôlée et prennent insuffisamment en compte la complexité des situations potentielles (risque hydrogène, blessés, contamination, indisponibilité des secours extérieurs...). Enfin, les mises en situation réalisées lors des inspections ont parfois révélé des difficultés à maîtriser les situations postulées.

Concernant le risque d'explosion interne aux sites, l'ASN a demandé en 2012 le renforcement des exigences du référentiel de sûreté afin de répondre aux objectifs fixés pour les réexamens de sûreté des réacteurs de 900 MWe associé à leur troisième visite décennale et des réacteurs du palier N4 associé à leur première visite décennale.

### Activités de maintenance

Par le passé, EDF n'a pas suffisamment anticipé certaines problématiques de vieillissement des équipements, ni pris suffisamment en compte le retour d'expérience international, ce qui l'a conduit à revoir sa stratégie désormais orientée vers les actions préventives. Le déploiement de la méthode de maintenance AP913 (voir point 2 | 3 | 1) vise à renforcer la surveillance des matériels et à engager les actions de réparation associées avant leur défaillance. Toutefois, l'ASN constate que certaines problématiques présentant des enjeux de sûreté comparables ne font pas l'objet du même degré d'anticipation.

L'ASN note qu'EDF n'identifie pas suffisamment tôt les équipements importants pour la sûreté qui présentent un risque d'obsolescence (voir point 4 | 3 | 2) ou bien qui n'étaient pas conçus pour être remplacés. Les modalités d'approvisionnement et de gestion en pièces de rechange génèrent aussi des anomalies récurrentes. Elles peuvent être à l'origine d'une déprogrammation d'une action de maintenance, voire d'une action de maintenance qui rend l'équipement non-conforme aux exigences de conception ou de construction.

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

- le référentiel de maintenance défini par EDF au niveau national est en évolution permanente. Les retards d'intégration persistent sur l'ensemble des centrales nucléaires et tendent à disperser les exigences ;
- les dossiers et analyses de risques qui doivent être réalisés en amont des actions de maintenance sont parfois inadaptés ou incomplets. Ces points doivent être améliorés et doivent faire l'objet, de la part d'EDF, d'une anticipation plus importante lors de la préparation de l'arrêt du réacteur ;
- enfin, la qualité de réalisation des interventions de maintenance passe également par une meilleure appréhension du facteur humain et par une meilleure surveillance des prestataires.

L'ASN considère qu'EDF doit veiller à disposer des moyens humains et matériels suffisants pour ces activités.

### 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 contribuent à maintenir les matériels des centrales nucléaires dans un état globalement satisfaisant.

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

### Première barrière

L'ASN considère qu'en 2012 la situation en ce qui concerne le maintien de l'intégrité de la première barrière est perfectible

sur certains points, en particulier sur la propreté des chantiers destinée à éviter l'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire. Sur ce point, la situation s'est légèrement dégradée par rapport à l'année précédente ; l'ASN relève en 2012 la présence de nombreux corps étrangers dans le circuit primaire.

En ce qui concerne l'intégrité du gainage du combustible nucléaire, les actions de long terme engagées par EDF ont conduit à une réduction sensible du nombre d'assemblages combustibles non étanches. En 2012, des défauts d'étanchéité affectant des assemblages de combustible RFA de certains réacteurs de 900 MWe ont été associés au phénomène d'usure vibratoire de ces assemblages de conception ancienne (sans grille de maintien). Les modifications de conception apportées à ces assemblages permettent d'envisager une disparition progressive de cette source de perte d'étanchéité. Le nombre de ces assemblages encore présents dans les réacteurs sera très faible en 2013 et sera insignifiant d'ici quelques années.

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

### Équipements sous pression et deuxième barrière

L'ASN considère que la situation des réacteurs électronucléaires relativement aux équipements sous pression est satisfaisante. Elle note en particulier les points positifs suivants :

- un fonctionnement des services d'inspections reconnus (voir point 2 | 5 | 5) globalement satisfaisant même si certains sites doivent rester vigilants sur leurs effectifs, sur la mise à jour documentaire ou leur réactivité ;
- le respect des exigences de l'arrêt du 10 novembre 1999 (voir point 2 | 5 | 1) et de l'arrêt du 12 décembre 2005 (voir point 2 | 5), malgré des disparités entre les sites.

Toutefois, l'ASN considère que des points faibles subsistent, notamment la récurrence d'erreurs de lignage qui sollicitent les équipements sous pression ou de transitoires dynamiques de type « coup de bélier », la préparation insuffisante de certains tests de résistance à la pression et la présence de nombreux colmatages. En outre, un manque d'information à l'ASN avant la mise en œuvre d'interventions notables est constaté ainsi que le non respect de l'article 17.3 du décret du 13 décembre 1999 dans la mesure où certains sites privilégient de maintenir en l'état des équipements non-conformes, sans présenter des éléments de justification suffisants.

Pour ce qui concerne le respect de l'intégrité de la deuxième barrière des réacteurs, l'ASN considère qu'EDF est toujours dans une situation perfectible, même si cette situation tend à s'améliorer avec la poursuite de la stratégie de maintien en propreté de la partie secondaire des générateurs de vapeur.

### Troisième barrière et confinement

Comme les années précédentes, l'état du confinement et notamment de la troisième barrière et de ses constituants est considéré comme perfectible pour l'année 2012. L'ASN note que le nombre d'événements relatifs au confinement connaît un léger accroissement.

Le vieillissement des enceintes des réacteurs de 900 MWe a été examiné en 2005 lors du réexamen de sûreté associé à leur troisième visite décennale afin d'évaluer leur étanchéité et leur tenue mécanique. Cet examen n'a pas mis en lumière de problème particulier susceptible de remettre en cause leur exploitation pour dix années supplémentaires. Les résultats des épreuves décennales des enceintes de ces réacteurs ont montré jusqu'ici des taux de fuite conformes aux critères réglementaires. Les résultats de l'épreuve enceinte du réacteur 5 de Bugey, qui respectent les critères imposés par les règles d'exploitation, sont néanmoins moins satisfaisants que lors du précédent essai, 10 ans auparavant. L'exploitant poursuit ses actions d'expertise afin de détecter l'origine de l'augmentation du taux de fuite de l'enceinte, qui est probablement due à une traversée, et réalisera, à la demande de l'ASN, un essai supplémentaire de l'enceinte dans 5 ans.

Les résultats des épreuves initiales pour les enceintes des réacteurs de 1 450 MWe ou des premières épreuves décennales pour les enceintes des réacteurs de 1 300 MWe ont permis d'identifier une évolution des taux de fuite de la paroi interne de certaines de ces enceintes. Cette évolution résulte notamment des effets combinés des déformations du béton et de la perte de précontrainte de certains câbles. Bien que ces phénomènes aient été pris en compte à la conception, ils ont parfois été sous-estimés. En conséquence, en cas d'accident, certaines zones de la paroi seraient susceptibles de se fissurer, ce qui conduirait à des fuites supérieures à celles retenues dans les hypothèses de la démonstration de sûreté. Pour pallier ce phénomène, EDF a mis en œuvre un programme de réparation avec une peau d'étanchéité en résine, afin de restaurer l'étanchéité des zones les plus affectées. Des travaux ont ainsi été réalisés sur l'ensemble des vingt-quatre réacteurs concernés. Les épreuves réalisées lors des secondes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe et des premières visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe se sont toutes révélées satisfaisantes.

Une analyse des enjeux liés au confinement des réacteurs de 1 300 MWe et de 1 450 MWe a été réalisée en 2012, dont les conclusions seront examinées par le GPR dans la perspective des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe. L'étude approfondie de certains points a conduit à programmer la réunion du GPR en 2013.

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

### *Dispositions concernant les hommes et les organisations dans les activités d'exploitation*

L'ASN juge que l'organisation et les actions spécifiques d'amélioration de la prise en compte des facteurs humains dans les activités d'exploitation sont hétérogènes en fonction des sites. L'organisation mise en place par EDF prévoit un poste de « consultant facteurs humains » (CFH) pour deux réacteurs. L'ASN note une professionnalisation satisfaisante en « facteur humain » des consultants FH, qui ont généralement un profil technique et viennent du terrain. Les missions des CFH consistent principalement en la participation au processus de retour d'expérience du site et en la formation des intervenants EDF ou prestataires aux pratiques de fiabilisation des interventions

humaines. L'ASN considère que les missions des CFH pourraient être étendues à d'autres champs des facteurs organisationnels et humains, tels que la participation au système de management des compétences ou aux éventuelles démarches sociales, organisationnelles et humaines (SOH) déclinées par les sites, qui permettent de tenir compte des besoins des intervenants et de l'organisation dans l'évolution des systèmes ou dans les modifications de certains matériels.

Outre les consultants FH, quelques sites disposent d'un réseau de correspondants locaux FH présents au sein des services métiers, mais le temps qui leur est alloué pour cette mission est très limité et n'est souvent pas spécifié. Il est à noter que la constitution et l'efficacité de ces réseaux sont encore beaucoup trop limitées et qu'aucune amélioration de ces aspects n'a été constatée depuis plusieurs années.

L'ASN considère donc que la position des consultants FH et des correspondants FH dans l'organisation des sites doit continuer de s'améliorer, de façon à ce que le point de vue FOH puisse continuer à gagner en assise dans le système de management.

L'ASN a par ailleurs relevé que les managers renforcent globalement leur présence sur le terrain, même si parfois ces visites de terrain sont plutôt réalisées dans la perspective de contrôler des écarts de comportement des intervenants ou bien l'état des installations dans le cadre du projet « obtenir un état exemplaire des installations (OEEI) », plutôt que pour effectuer des observations de situations de travail qui permettraient d'y détecter des améliorations possibles ou des besoins en formation des intervenants. L'ASN note les efforts importants engagés par EDF pour développer la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation des interventions dans le cadre du projet national « performance humaine ». Pour l'ASN, l'application du projet « performance humaine » par les sites ne doit pas s'effectuer au détriment d'autres actions d'amélioration propres aux sites concernant l'organisation et le management de la sûreté, ou les conditions d'intervention, mais doit être considéré comme complémentaire. 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.

Enfin, l'ASN considère que les actions FH mises en place par EDF visent principalement à diffuser et mettre en œuvre les politiques et exigences managériales, mais ne contribuent pas suffisamment à une meilleure prise en compte des réalités du terrain par le management du site.

### *Conditions de travail*

L'ASN relève encore en 2012, sur plusieurs centrales électronucléaires, 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 mal adaptés aux tâches à effectuer (par exemple, un chariot utilisé pour les contrôles radiographiques qui ne passe pas sur la tuyauterie et qui est trop lourd à soulever, ce qui a eu comme conséquence l'utilisation d'un servomoteur classé de sûreté comme bureau pour la documentation de chantier), des locaux exigus, des documents inappropriés (par exemple, une gamme opératoire au mauvais indice), incomplets ou peu accessibles, des défauts de repérage, des indications

difficiles à lire, qui ont pu conduire parfois à des événements significatifs. De plus, la propreté de certains chantiers, en particulier lors des arrêts de réacteur, n'est pas satisfaisante.

L'ASN souligne que les défauts liés à l'ergonomie fragilisent d'autant plus l'activité des intervenants que ceux-ci doivent également faire face aux contraintes liées à l'organisation du travail, à des modifications de planning et à des problèmes de coordination des chantiers, qui engendrent des retards ou des reports d'activités.

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. Néanmoins, les améliorations suivantes ont été notées sur deux sites : lorsque l'opérateur est interrompu, des macarons magnétiques de couleur peuvent être positionnés à côté ou sur l'organe où une intervention est effectuée, afin de limiter le risque d'erreur ; par ailleurs, un écran qui regroupe les principaux paramètres à surveiller par les opérateurs est mis en place en salle de commande.

### *Gestion des compétences, habilitations et 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. Des insuffisances sur certains sites sont toutefois encore relevées par l'ASN lors des inspections, pour ce qui concerne la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences. Ainsi, des cas de défaut d'anticipation du départ massif sur certains métiers ont été remarqués sur quelques sites. Le relatif équilibre qui a pu être observé jusqu'à présent risque toutefois d'être bouleversé alors que s'engagent simultanément une relève importante des générations et des travaux considérables à la suite des ECS.

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

### *Analyse du point de vue FOH dans le retour d'expérience*

L'ASN a relevé que les « consultants facteur humain » (CFH) des sites interviennent parfois en appui auprès des métiers, le plus souvent à leur demande, pour aider à rechercher les causes profondes des événements, qui sont le plus souvent organisationnelles. En revanche, ces CFH ne sont pas systématiquement intégrés au processus d'analyse du retour d'expérience dans sa globalité, qui comprend l'identification, la mise en œuvre et le suivi des actions correctives à la suite de l'analyse de l'événement.

Lorsqu'ils existent, les réseaux de correspondants facteurs humains dans les services métiers sont parfois impliqués dans l'analyse des événements. L'ASN considère que les correspondants facteurs humains doivent être plus naturellement et systématiquement consultés lors des analyses d'événement.

La démarche proactive de prise en compte du retour d'expérience, basée notamment sur la démarche « signaux faibles », est satisfaisante dans ses objectifs. Toutefois, sa mise en œuvre reste perfectible, puisque, sur la majeure partie des sites, les signaux faibles sont uniquement relevés par les managers et pas par tous les intervenants, prestataires compris. De plus, le traitement et l'exploitation des signaux faibles relevés restent souvent limités ou parcellaires.

### *Dispositions concernant les hommes et les organisations dans les activités de modification des réacteurs en exploitation*

La démarche SOH 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 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. Dans les centres d'ingénierie inspectés en 2012, les inspecteurs ont relevé la mise en place d'une organisation pour la déclinaison de la démarche SOH, notamment à travers la nomination d'un référent SOH et la constitution d'un comité SOH.

## 6 | 1 | 3 Évaluer la santé et la sécurité, les relations professionnelles et la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

En 2012, l'inspection du travail de l'ASN a mené 749 interventions lors de 281 journées d'inspection sur le terrain, dont 36 réunions de CHSCT, relevé 1539 observations et adressé 11 procès verbaux aux parquets concernés.

En matière de santé et de sécurité des travailleurs, l'inspection du travail de l'ASN note une disparité entre les travailleurs d'EDF et ceux des sous-traitants. Ces derniers, qui interviennent majoritairement sur des chantiers et pour des travaux de maintenance, sont plus exposés aux risques conventionnels comme radiologiques. Les fréquences d'accidents du travail (nombre d'accidents avec arrêt de travail par million d'heures de travail) sur l'ensemble des réacteurs étaient de 2,9 en 2012 (4,1 en 2011) pour EDF et de 5 (4,8 en 2011) pour les sous-traitants ; ces fréquences restent néanmoins significativement inférieures aux moyennes observées dans l'industrie française. L'ASN considère qu'EDF doit développer sa politique de prévention des risques professionnels, par exemple par un meilleur suivi des vérifications réglementaires ou en améliorant la qualité et la précision des plans de prévention prévus par la réglementation lors des interventions de salariés d'entreprises extérieures.

En matière de conditions de travail et d'emploi, l'inspection du travail de l'ASN estime nécessaire qu'EDF accentue sa politique « d'amélioration continue des conditions de travail » de

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...), et renforce la présence sur le terrain des médecins du travail, ainsi que le rôle des CHSCT. L'ASN relève également des disparités entre les salariés d'EDF et ceux des sous-traitants, aux conventions collectives variées (salaires, déplacements...).

EDF mène une politique d'achat de « mieux-disance » et de vigilance, qui doit avoir un impact positif sur les prestations sous-traitées mais 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. Ces constats concernent aussi les entreprises sous-traitantes entre elles (sous-traitance « en cascade »), notamment lors d'aléas ou retards. Dans le contexte d'une augmentation anticipée du volume d'activités de maintenance, ce sujet devra faire l'objet d'une grande vigilance, notamment en raison d'un recours probable et important à la prestation de service internationale (PSI).

Sur le chantier de l'EPR de Flamanville 3, des situations de travail très difficiles pour les travailleurs car non anticipées à la conception, par exemple la finition-ponçage dans des gaines de ventilation en béton, ont été constatées en 2012. À la demande l'ASN, le site a mis en place, en 2012, une politique de prévention des risques professionnels plus efficace et assure avec plus de rigueur ses obligations de maître d'ouvrage en matière de lutte contre le travail illégal, notamment dans le cadre de la PSI particulièrement fréquente sur le site.

En matière de relations professionnelles et 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. Des grèves ont ponctuellement émaillé l'année 2012.

Les commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) sont dans l'ensemble jugées peu efficaces pour traiter des conditions de travail des salariés des sous-traitants sur les sites. A ce titre, certaines situations ont conduit à des conflits sociaux sur sites émanant de salariés d'entreprises sous-traitantes.

Lors des arrêts de réacteurs, l'organisation du travail mise en place pour respecter les délais impartis conduit régulièrement la plupart des sites à dépasser les maxima de durée du travail et à ne pas respecter les temps de repos. Si ces constats concernent un nombre restreint de salariés, les dépassements peuvent être très importants. L'ASN a de nouveau relevé à plusieurs reprises de telles situations en 2012 par voie de procès verbal. EDF a accompli des efforts notables pour redresser la situation, mettant en place en 2011 des procédures d'autorisation administrative prévues par la réglementation, puis en 2012 des systèmes d'alerte. Toutefois, sa politique doit impérativement considérer l'ensemble des personnels, y compris les cadres, particulièrement exposés. 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 potentiellement à la sûreté des installations.

## 6 | 4 Évaluer et analyser la radioprotection

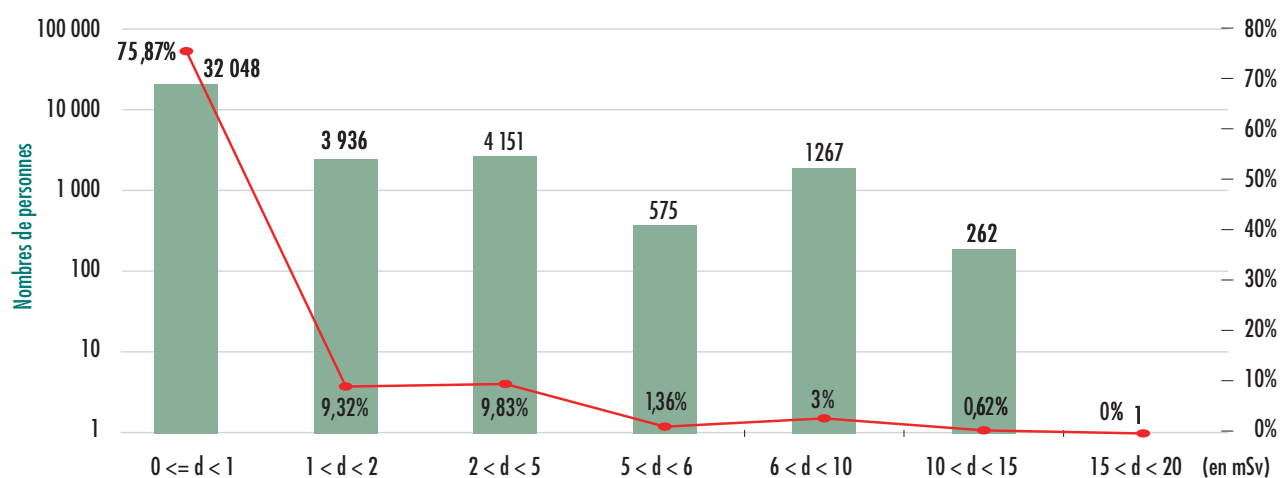
En 2012, l'ASN a mené 22 inspections spécifiques à la thématique radioprotection.

Au vu des différents constats effectués par l'ASN lors de ces inspections et les analyses des événements significatifs concernant la radioprotection, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre sur les centrales nucléaires en matière de radioprotection est globalement satisfaisante. En particulier, la dosimétrie collective par réacteur et la dosimétrie individuelle diminuent en 2012 par rapport à 2011. Cette diminution est en partie liée à un volume d'activités de maintenance plus faible. Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 2, 3 et 4.

Toutefois l'ASN estime que la situation moyenne des centrales nucléaires dans le domaine de la radioprotection reste perfectible sur une minorité de points et que des axes d'amélioration identifiés depuis plusieurs années subsistent.

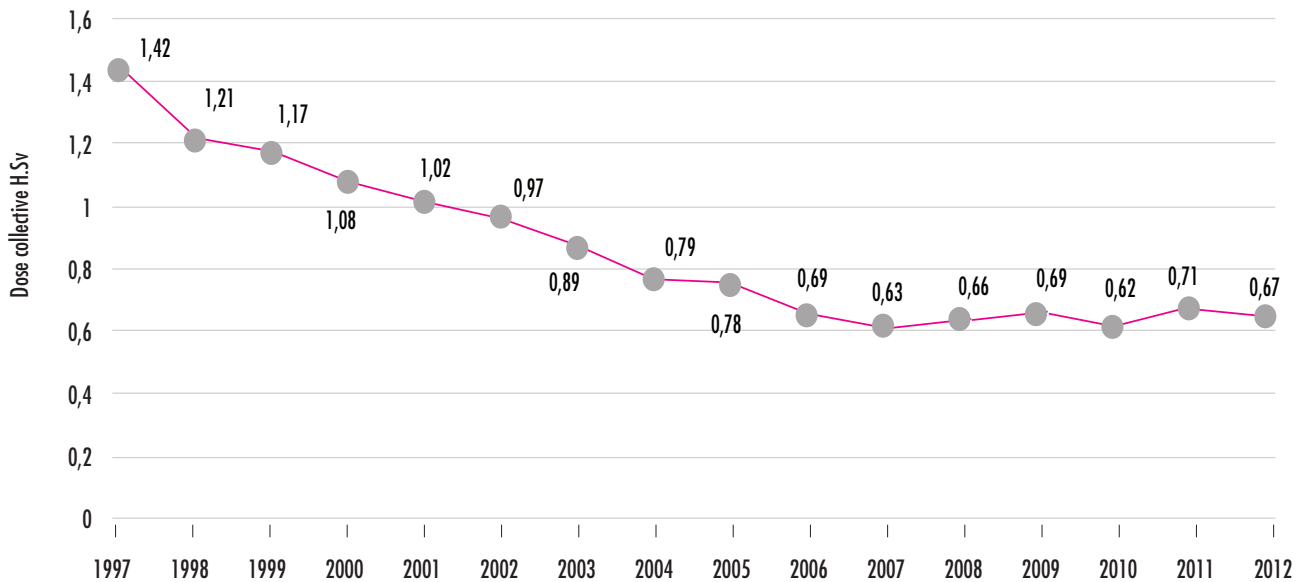
Dans la perspective du projet de rénovation des gros composants des centrales nucléaires, l'ASN considère qu'EDF doit accentuer, lors des futures campagnes d'arrêts de réacteurs, ses

Graphique 2 : répartition de la population par plage de dose sur l'année 2012 (données EDF)

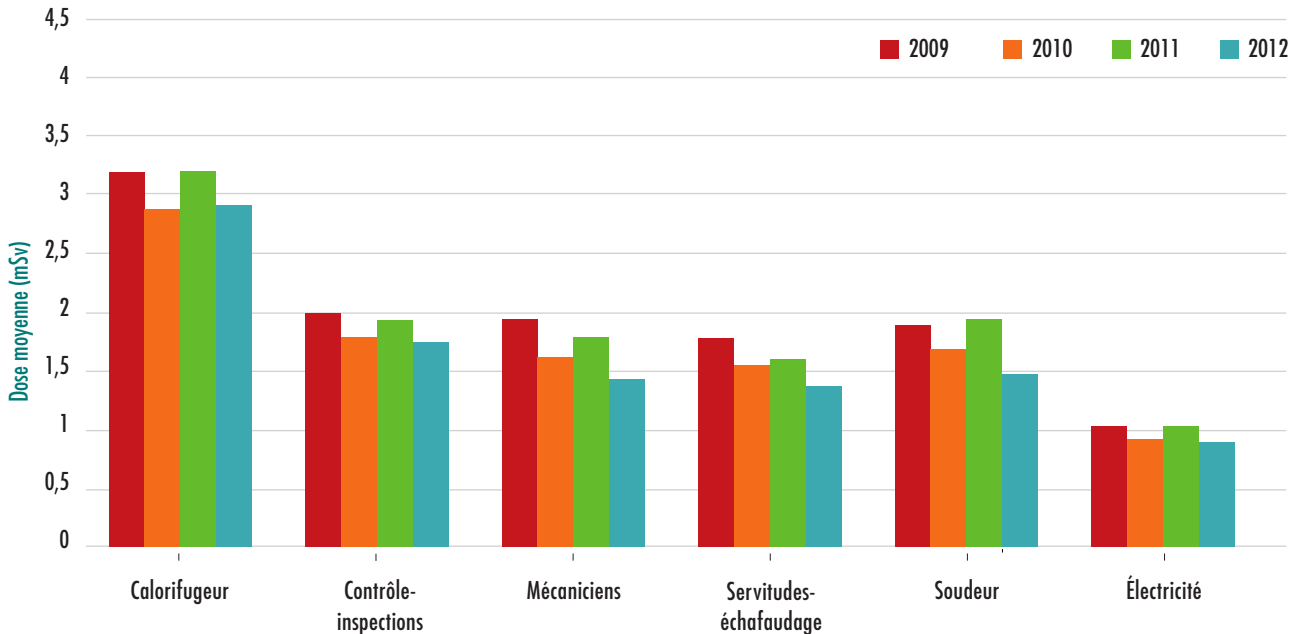




Graphique 3 : dose collective moyenne par réacteur (données EDF)



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



efforts pour limiter l'augmentation attendue des dosimétries collectives et individuelles.

Par ailleurs, l'ASN note, alors que des progrès significatifs avaient été réalisés depuis plusieurs années, une recrudescence d'événements concernant les opérations de radiographie industrielle, en particulier la qualité du balisage de la zone d'opération.

Enfin, l'ASN rappelle qu'EDF doit s'améliorer sur la qualité et la prise en compte des analyses de risques, la maîtrise de la contamination des zones contrôlées, la surveillance de l'application des règles de radioprotection, la gestion des appareils mobiles de radioprotection et le déploiement jusqu'aux intervenants du retour d'expérience et des bonnes pratiques.

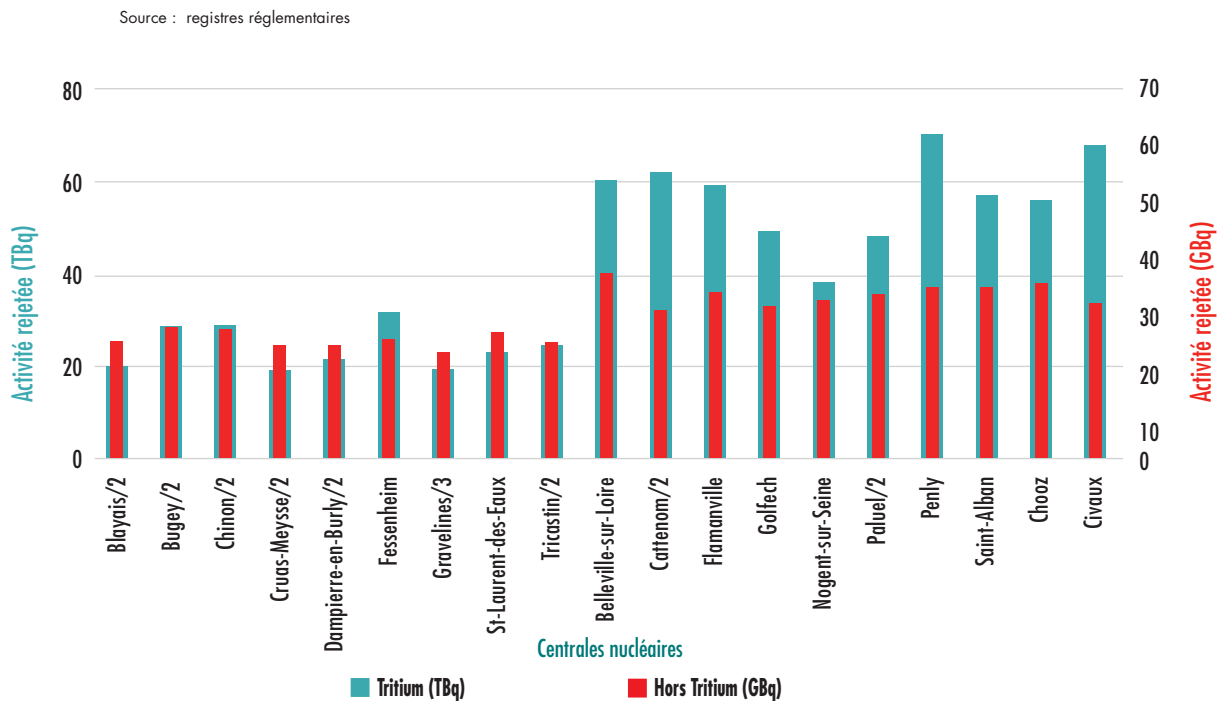
## 6 | 1 | 5 Évaluer et analyser les dispositions prises en matière de protection de l'environnement

Malgré une dynamique positive déjà relevée les années précédentes et une organisation en matière d'environnement

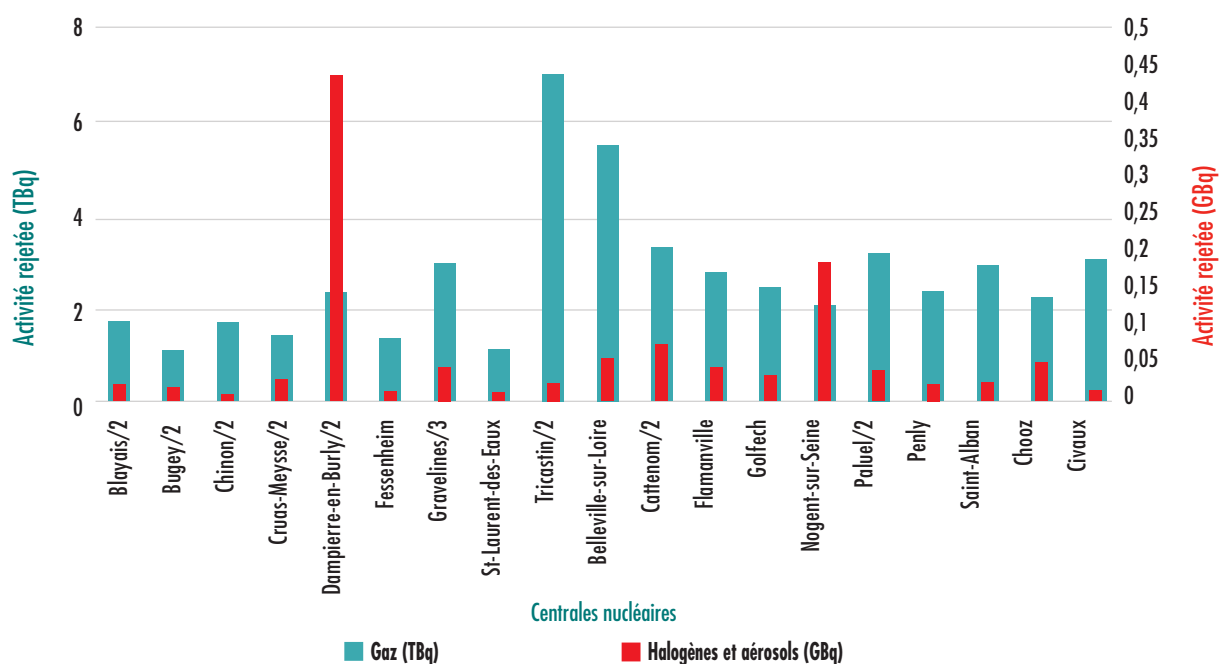
satisfaisante sur la plupart des sites, l'ASN observe encore de nombreux écarts sur l'ensemble des centrales nucléaires et estime que les performances dans ce domaine restent perfectibles.

En effet, le traitement des écarts relatifs à la conformité des installations, la déclinaison des programmes de maintenance et

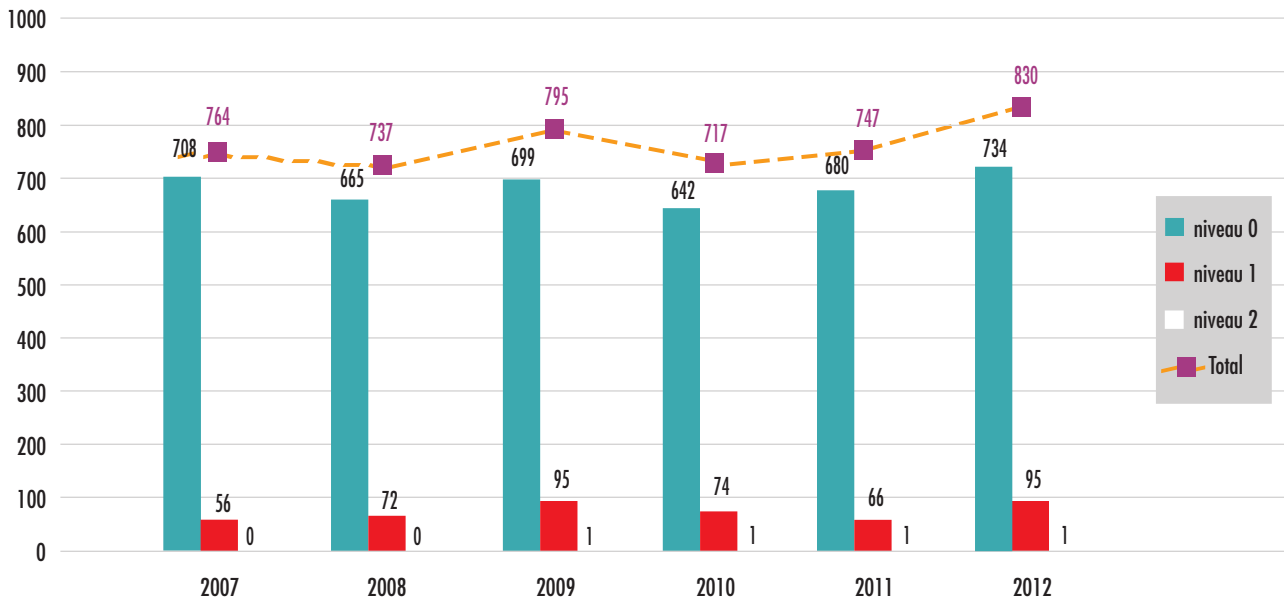
Graphique 5 : rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2012



Graphique 6 : rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2012



Graphique 7 : évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2007 à 2012



la mise à jour des documents opérationnels ne font pas l'objet d'une attention suffisante de la part d'EDF. En outre, plusieurs irrégularités ont été relevées par l'ASN dans l'application des prescriptions réglementant les rejets, des dispositions de prévention et de limitation des nuisances fixées par l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié, ainsi que dans la gestion des déchets.

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

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

### Événements significatifs en 2012

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 2012, 712 événements significatifs au titre de la sûreté, 114 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 2007. 830 événements ont été classés sur l'échelle INES en 2012.

Le graphique 8 présente l'évolution depuis 2007 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).

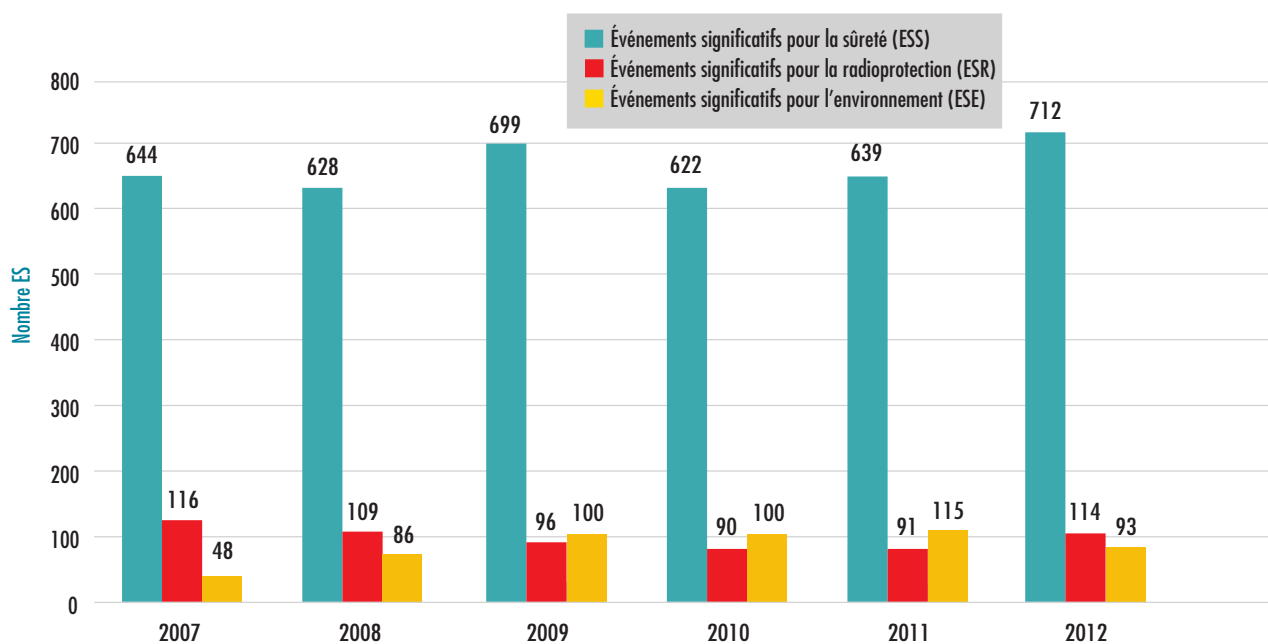
Le nombre d'ESS déclarés a augmenté d'environ 10 % par rapport à 2011, tout en restant à un niveau globalement comparable aux années précédentes. Un ESS a été classé au niveau 2 de l'échelle INES (voir encadré au point 4 | 2 | 2).

Le nombre d'ESR a augmenté d'environ 20 % par rapport à 2011. Cette hausse est principalement due aux opérations de radiologie industrielle et à la non réalisation de contrôles techniques (zonage et appareils mobiles de radioprotection). Par ailleurs, EDF en tant que responsable de la radioprotection dans les centrales doit veiller à la protection et au maintien de la culture de radioprotection de son personnel mais aussi des agents des entreprises prestataires.

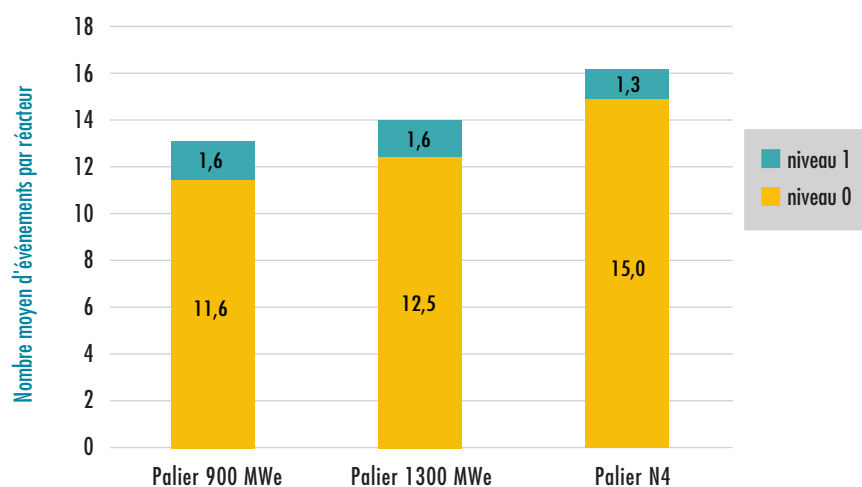
Le nombre d'ESE est en diminution par rapport à l'année dernière mais reste élevé par rapport aux autres années : la protection de l'environnement doit rester au centre des préoccupations d'EDF.

Le graphique 9 présente le nombre moyen par réacteur pour l'année 2012 d'événements significatifs classés au niveau 0 et 1 de l'échelle INES pour chaque palier. Pour le palier N4, le nombre moyen d'événements significatifs est légèrement supérieur à celui des autres paliers ; cette différence est principalement due au volume moyen de maintenance en 2012, plus important sur ces réacteurs que sur ceux des autres paliers, du fait de la fin des premières visites décennales des réacteurs du palier N4. En effet, l'augmentation du nombre d'interventions de maintenance durant les périodes d'arrêt contribue généralement à l'accroissement des écarts détectés.

Graphique 8 : évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2007 à 2012



Graphique 9 : nombre moyen d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF par type de réacteur et par an pour l'année 2012



## 6|2 Évaluer chaque site

### Belleville-sur-Loire

L'ASN considère que les performances du site de Belleville-sur-Loire rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF en matière de sûreté des installations. L'ASN note que le site a su identifier et mettre en place des actions correctives concernant certains écarts lors d'opérations d'exploitation. En revanche, le site doit engager une démarche de progrès dans la gestion des essais périodiques.

L'ASN considère que l'organisation de la radioprotection est globalement satisfaisante malgré la persistance d'écarts constatés en inspections. Le site poursuit ses actions en vue de réduire l'exposition des intervenants lors des opérations de maintenance.

Concernant l'impact des installations sur l'environnement, l'ASN note que les performances du site demeurent en retrait malgré les actions engagées ces dernières années. L'ASN a notamment constaté un manque de rigueur dans l'exploitation des installations d'entreposage de déchets conventionnels et potentiellement pathogènes.

### *Blayais*

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

Elle note le bon déroulement général des opérations de maintenance lors des arrêts de réacteurs mais estime que le site doit améliorer le contrôle de la qualité des activités réalisées. Le déploiement d'un nouveau système informatique sur le site a causé plusieurs difficultés d'organisation.

L'ASN considère que le site doit améliorer son suivi des prescriptions environnementales ainsi que sa communication vers les pouvoirs publics lors d'événements susceptibles d'affecter l'environnement. Si l'organisation de la radioprotection est robuste, l'ASN note quelques écarts dans la maîtrise des opérations de gammagraphie et dans la gestion des accès dans des zones où le débit de dose est élevé.

### *Bugey*

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

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN note qu'au cours du premier semestre 2012 des progrès ont été réalisés en matière de respect des spécifications techniques d'exploitation. L'ASN note cependant que le site du Bugey n'a pas été en capacité de consolider ces progrès durant le second semestre 2012. En outre, l'ASN note que le site du Bugey présente des faiblesses récurrentes concernant la préparation et la réalisation d'essais périodiques ou de certaines activités de maintenance.

En matière de radioprotection, l'ASN note que le site du Bugey est parvenu à inscrire dans la durée les progrès observés en 2011 pour ce qui concerne la dosimétrie des travailleurs intervenant sur le site. L'ASN a cependant noté des faiblesses du site du Bugey pour respecter rigoureusement les règles de radioprotection en matière d'accès aux zones spécialement réglementées au titre de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants (zones « orange » ou « rouge »).

En matière de protection de l'environnement, l'ASN estime que le site du Bugey doit poursuivre ses efforts pour réduire les volumes d'effluents liquides produits par la partie non-nucléaire des installations. En outre, l'ASN note que depuis mi-octobre 2012, le site du Bugey a détecté une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines situées au droit du site. Par décision n°2012-DC-0172 du 31 octobre 2012, l'ASN a imposé à EDF de renforcer sa surveillance environnementale et d'identifier les équipements à l'origine de cette présence anormale de tritium dans les eaux souterraines.

### *Cattenom*

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

Toutefois, elle considère que le site doit progresser dans la gestion des aléas et la préparation des interventions, notamment sur la communication entre les différents acteurs.

Au mois de février 2012, l'ASN a classé au niveau 2 de l'échelle INES un écart affectant le système de refroidissement des piscines de combustible usé des réacteurs 2 et 3 (voir 4 | 2 | 2). L'ASN considère que le site a fait preuve de réactivité pour répondre aux demandes de l'ASN.

Le site surveille efficacement les enjeux environnementaux et dispose d'indicateurs adaptés, notamment sur les rejets.

Le site reste en retrait par rapport au reste du parc en matière de radioprotection des travailleurs : la propreté radiologique est bonne, mais certains comportements sur le terrain sont perfectibles.

### *Chinon*

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de sûreté nucléaire demeurent en retrait par rapport à l'appréciation générale portée sur EDF. Toutefois, par ses contrôles renforcés, complétés par une inspection de revue menée en octobre 2012 portant sur la rigueur d'exploitation, l'ASN perçoit des améliorations, même si aucune rupture franche n'a été observée.

En matière de radioprotection, l'ASN constate une nette amélioration depuis fin 2011 avec des performances qui rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF. L'ASN estime que cette dynamique de progrès, principalement insufflée par le service en charge de la prévention des risques, doit être poursuivie.

Concernant les performances de la centrale de Chinon en matière d'environnement, l'ASN considère que le site est en retrait. La qualité et la réactivité des analyses apportées aux écarts dans ce domaine se sont dégradées en 2012. Néanmoins, le site reste moteur sur plusieurs sujets environnementaux.

### *Chooz*

L'ASN considère que les performances du site de Chooz concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection et l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

Le site de Chooz devra notamment progresser dans la préparation des activités et la qualité des analyses de risques rédigées préalablement aux interventions et porter une attention particulière à la maintenance des matériels contribuant à la protection de l'environnement.

L'ASN estime que le site de Chooz conserve un bon niveau dans le respect des exigences liées à la réglementation sur les appareils à pression.

L'ASN considère enfin que le site de Chooz a régressé en matière de rigueur d'exploitation et note une recrudescence d'erreurs de lignage des installations et de planification des essais périodiques.

### *Civaux*

L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection du site de Civaux se distinguent de manière positive par

rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que les performances en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement sont en retrait.

L'ASN note que la radioprotection est bien prise en compte dans la préparation des interventions et que la dosimétrie collective reste faible malgré les nombreux chantiers qui se sont déroulés lors de la visite décennale du réacteur 2.

L'ASN a constaté au cours de l'année 2012 des défauts d'application des règles de conduite des réacteurs ainsi que plusieurs lacunes dans le traitement de dossiers de maintenance. L'ASN estime que le site doit démontrer plus de rigueur dans la préparation et la réalisation des opérations d'exploitation et de maintenance et que la surveillance de ces activités doit être améliorée.

L'ASN estime que le site doit assurer un suivi plus rigoureux des matériels qui contribuent à la protection et à la surveillance de l'environnement.

### *Cruas-Meyssse*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Cruas-Meyssse sont globalement en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN note en particulier un manque de maîtrise des opérations de maintenance et d'exploitation pendant les phases d'arrêt de réacteur. L'ASN relève en outre que le redémarrage du réacteur 4 a été marqué par la déclaration de sept événements significatifs pour la sûreté dont trois ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES, mettant en lumière des insuffisances dans les activités de lignage et de mise en configuration des circuits. Considérant qu'EDF devait améliorer notablement ses résultats dans ce domaine, l'ASN a pris, le 10 juillet 2012, la décision n°2012-DC-0313 imposant au site de Cruas-Meyssse un renforcement des contrôles techniques et la réalisation d'audits concernant les opérations de lignage et de mise en configuration des circuits.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que les performances du site de Cruas-Meyssse rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Le site de Cruas-Meyssse doit cependant améliorer ses résultats en matière de propreté radiologique au niveau des chantiers. En outre, l'ASN relève que six événements significatifs pour la radioprotection qui lui ont été déclarés en 2012 sont attribuables à des écarts aux règles de gestion du zonage radiologique.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN constate en 2012 que le site de Cruas-Meyssse présente toujours des faiblesses comme le montre le déversement, le 31 octobre 2012, de quelques litres d'huile non contaminée dans le Rhône.

En matière d'hygiène et de sécurité au travail, l'ASN relève que pour la deuxième année consécutive, les résultats du site de Cruas-Meyssse en 2012 ne sont pas satisfaisants. Même si l'ASN a noté en 2012 une légère amélioration dans ce domaine, cette tendance fragile devra être confirmée dans la durée.

En outre, l'ASN relève que les relations sociales sur le site de Cruas-Meyssse restent difficiles. L'été 2012 a en particulier été marqué par un mouvement de grève lié au renouvellement d'un marché de logistique qui a paralysé le site de Cruas-Meyssse

pendant plusieurs semaines et perturbé le bon déroulement des arrêts de réacteur.

Enfin, de manière générale, l'ASN considère que la gestion des compétences sur le site de Cruas-Meyssse doit être améliorée afin de garantir que les formations habilitantes, comprenant en particulier les recyclages, soient réalisées conformément aux référentiels en vigueur sur le site.

### *Dampierre-en-Burly*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection du site de Dampierre-en-Burly rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF.

L'ASN a constaté des progrès, au cours de l'année 2012, dans les opérations de conduite et de maintenance malgré une campagne d'arrêts de réacteurs particulièrement chargée. Toutefois, l'ASN considère que la gestion des moyens matériels appelés dans les phases de conduite incidentelle ou accidentelle doit être significativement améliorée.

Concernant la sécurité et la radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que l'organisation du site est globalement satisfaisante, notamment pour la préparation des opérations à fort enjeu dosimétrique. La prise en compte des enjeux de radioprotection reste contrastée et des écarts à la réglementation ont à nouveau été constatés.

Concernant l'impact des installations sur l'environnement, le site se distingue toujours de manière positive par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF pour la maîtrise de l'impact des installations sur l'environnement avec une bonne prise en compte des enjeux environnementaux dans les différents services.

### *Fessenheim*

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

L'ASN note, à cet égard, l'implication particulière des services centraux d'EDF.



Inspection de l'ASN sur l'avancement du chantier « appoint ultime » à la centrale nucléaire de Fessenheim – Décembre 2012

L'ASN considère que le site de Fessenheim se distingue notamment en matière de maintenance préventive lors des arrêts, et fait preuve d'une réactivité importante pour intégrer les exigences réglementaires, grâce au travail du site et à l'appui des services centraux. La réalisation des travaux liés à la poursuite d'exploitation du réacteur 1, dans les délais imposés par l'ASN, permet d'améliorer le niveau de sûreté de l'installation. Néanmoins, le site doit encore progresser sur les analyses de risques en amont des interventions.

Si le site est dans la moyenne du parc en matière de protection de l'environnement, il reste toujours en retrait sur la radioprotection des travailleurs. De nombreux écarts sont toujours constatés et dénotent un manque de culture radioprotection des intervenants. Un plan de redressement a été mis en place et son efficacité sera contrôlée de près par l'ASN.

### Flamanville

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

L'ASN note que le site poursuit ses efforts pour résorber un retard ancien et conséquent dans le traitement de certaines interventions de maintenance. Toutefois, au regard du contrôle qu'elle a effectué lors de l'arrêt du réacteur 1 et de plusieurs événements significatifs déclarés en 2012, l'ASN considère que le site de Flamanville doit progresser dans la préparation, la réalisation et le contrôle des activités de maintenance. Le site doit, en outre, renforcer les pratiques de fiabilisation lors de la réalisation des interventions dans les installations.

L'ASN note que plusieurs événements significatifs en radioprotection doivent conduire le site à rehausser le niveau de culture de radioprotection des agents intervenants en zone contrôlée.

### Golfech

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

L'ASN note que les équipes de conduite assurent une surveillance satisfaisante des installations mais relève un manque de rigueur lors de certaines opérations d'exploitation. Par ailleurs, l'ASN estime que le site doit améliorer la surveillance exercée sur ses prestataires lors des opérations de maintenance, plusieurs écarts ayant été détectés tardivement.

Les performances en matière de radioprotection restent bonnes même si l'ASN note plusieurs écarts concernant des interventions en zone contrôlée. L'ASN considère que le site n'est pas suffisamment réactif dans le traitement des événements pouvant avoir un impact sur l'environnement.

### Gravelines

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

Toutefois, l'ASN estime que le site doit progresser dans la rigueur d'exploitation, l'analyse des événements significatifs sûreté et la qualité des interventions de maintenance, à l'origine d'une augmentation du nombre des événements significatifs pour la sûreté.

En 2012, EDF a poursuivi le programme des troisièmes visites décennales du site de Gravelines sur les réacteurs 1 et 3. L'ASN a examiné les résultats des contrôles effectués sur le réacteur 1 affecté d'une fissure sur une pénétration en fond de cuve du réacteur (voir 2 | 5 | 2).

En 2012, les actions entreprises conjointement par EDF et les exploitants d'installations à risques situées à proximité ont contribué à la réduction des risques induits par l'environnement industriel du site. Toutefois, EDF a pris du retard dans la transmission des études complémentaires relatives à l'impact du futur terminal méthanier.

Une mission OSART (*Operational Safety Review Team*) a été menée sur le site de Gravelines par une équipe de 14 experts de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) en novembre 2012 (voir chapitre 7).

### Nogent-sur-Seine

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

Comme l'année précédente, le site ne progresse plus sur la rigueur d'exploitation. L'année 2012 a été marquée par des erreurs en matière de lignage de circuits ainsi que par une surveillance insuffisante lors du pilotage d'opérations d'exploitation spécifiques aux générateurs de vapeur. L'ASN estime que ce second point souligne la fragilité des moyens humains disponibles en salle de commande.

L'ASN considère que les performances du site en matière de maintenance, et plus spécifiquement en matière de surveillance des prestataires, sont en retrait par rapport à l'appréciation générale portée sur le parc d'EDF.

En matière d'environnement, l'ASN considère que le site réalise des progrès. Toutefois, la gestion des déchets reste perfectible.

### Paluel

L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Paluel rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF mais que les performances en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à cette appréciation générale.

L'ASN constate que plusieurs événements significatifs déclarés par le site, dont une grande majorité en phase de redémarrage d'un réacteur après arrêt pour maintenance, mettent en évidence des insuffisances en matière de rigueur, de préparation des interventions ainsi que de contrôle et de surveillance des activités de maintenance.

L'ASN souligne la gestion difficile des trois arrêts de réacteurs, marquées par de nombreux aléas techniques sur des matériels importants pour la sûreté et qui ont nécessité des réparations

prolongées. Le site doit donc progresser dans ce domaine dans la perspective des prochaines visites décennales.

### *Penly*

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

Le site reste globalement sur la dynamique des années précédentes. Toutefois, l'ASN considère que le site doit renforcer son organisation concernant la surveillance des prestataires lors des arrêts de réacteur, et notamment pour ce qui concerne les ressources allouées sur le terrain.

L'année a été marquée par l'incident survenu le 5 avril sur le réacteur 2 sur une motopompe de circulation du fluide primaire qui a conduit à anticiper et à prolonger l'arrêt programmé du réacteur jusqu'au 3 août pour effectuer des opérations importantes de maintenance et de remise en conformité.

### *Saint-Alban*

Après trois années en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF, l'ASN considère que les performances du site de Saint-Alban en matière de sûreté nucléaire ont rejoint globalement en 2012 l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN note en particulier que le site de Saint-Alban a amélioré le grément de sa filière indépendante de sûreté et renforcé la robustesse des analyses qu'elle produit. En outre, le directeur du site de Saint-Alban ainsi que le directeur de la division production nucléaire d'EDF ont présenté le 6 juin 2012 à la direction générale de l'ASN les actions structurantes qu'ils entendaient déployer pour répondre aux constats formulés par l'ASN à la suite de l'inspection de revue qu'elle a menée du 5 au 9 septembre 2011. Aussi, à la lumière des inspections qu'elle a réalisées en 2012, l'ASN note que même s'ils restent fragiles, les résultats en matière de sûreté nucléaire du site de Saint-Alban sont globalement en amélioration, les actions de fond lancées par EDF commençant à porter leur fruit. L'ASN considère toutefois que cette amélioration doit s'inscrire dans la durée.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances du site de Saint-Alban se sont améliorées mais restent en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Le site de Saint-Alban doit améliorer la rigueur avec laquelle il exploite les équipements concourant à la protection de l'environnement.

Concernant le suivi des équipements sous pression, l'ASN, après avoir décidé en 2011 de ne pas renouveler la reconnaissance du service d'inspection du site de Saint-Alban, a noté au cours d'un audit réalisé en avril 2012 la qualité du plan d'action déployé par EDF pour renforcer le grément et l'indépendance de ce service. À la lumière des conclusions de cet audit, l'ASN a proposé au préfet de reconnaître le service d'inspection du site de Saint-Alban le 1<sup>er</sup> juin 2012.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que les performances du site de Saint-Alban rejoignent globalement

l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Le site de Saint-Alban présente dans ce domaine des résultats contrastés : si les accès en zones spécialement réglementées pour la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants (zones « orange » et « rouges ») sont satisfaisants, la maîtrise de la contamination sur les chantiers lors des arrêts de réacteur doit être améliorée.

### *Saint-Laurent-des-Eaux*

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF et que les performances en matière de radioprotection se distinguent de manière positive.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que des progrès importants ont été réalisés par le site sur la majorité des points faibles identifiés les années précédentes, tels que les défauts de contrôles techniques. Néanmoins, l'ASN considère qu'une attention particulière doit être portée à la maîtrise des documents d'exploitation.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN estime que l'organisation du site est globalement satisfaisante, notamment concernant le traitement des écarts. L'ASN s'assurera que les progrès identifiés, en 2012, en matière de prise en compte des enjeux de radioprotection par les intervenants, se pérenniseront en 2013 lors de l'importante campagne d'arrêts de réacteurs.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN estime que l'optimisation des rejets liquides et l'entretien des installations restent des points positifs du site. Cependant, des progrès restent attendus concernant la maîtrise de l'impact des prescriptions réglementaires encadrant les rejets et prélèvements du site et l'optimisation du traitement à la monochloramine.

### *Tricastin*

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site du Tricastin rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Toutefois, l'ASN considère que les performances du site du Tricastin doivent être notablement améliorées pour ce qui concerne la réalisation des essais périodiques, des requalification des matériels après intervention et, dans une moindre mesure, des lignages ainsi que des mises en configuration des circuits. En outre, l'ASN considère que le site du Tricastin se repose trop sur ses services centraux d'ingénierie lorsqu'il présente des dossiers à l'ASN, sans assumer suffisamment la responsabilité d'exploitant qui est la sienne.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que les performances du site du Tricastin rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En matière d'hygiène et de sécurité au travail, l'ASN constate que les progrès réalisés par le site du Tricastin depuis 2010 restent fragiles et devront être confirmés dans la durée.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances du site du Tricastin sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.



Ainsi, par décision n° 2012-DC-0264 du 13 mars 2012, l'ASN a mis en demeure le site du Tricastin de se conformer aux exigences encadrant les rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux à la suite d'un événement relatif au déversement d'eau déminéralisée conditionnée à la morpholine dans le réseau d'eau pluviale.

Enfin, l'ASN a imposé au site du Tricastin, par décision 2011-DC-0227 du 27 mai 2011, d'améliorer sa protection vis-à-vis du risque d'inondation en réalisant des travaux sur l'ouvrage hydraulique de Donzère-Mondragon. Le 18 juin 2012, EDF a déposé un dossier de demande d'autorisation pour mettre en œuvre ces travaux. L'ASN note que ce dossier n'a pas été jugé recevable à ce stade par les services de l'État en charge de son instruction dans un contexte où le calendrier de réalisation est particulièrement contraint.

## Nouveaux réacteurs

### 6|3 Évaluer la construction du réacteur EPR Flamanville 3

#### *Management de la qualité associée aux activités de construction sur le site de Flamanville 3*

À l'issue des inspections menées en 2012 et de l'examen des écarts déclarés par EDF, l'ASN considère que l'organisation d'EDF sur le chantier de construction de Flamanville 3 est globalement satisfaisante. En particulier, l'ASN note que le plan d'action initialement mis en place pour garantir la qualité de réalisation des activités de soudage du liner a progressivement été étendu aux autres activités de soudage des matériels importants pour la sûreté de l'installation et donne à ce stade des résultats satisfaisants. L'ASN a notamment relevé que le retour d'expérience des activités de soudage du liner des bâches a été tiré pour la réalisation du soudage du liner des piscines.

L'ASN note qu'au vu du report de certaines activités de soudage et de bétonnage pour lesquelles un retour d'expérience important avait été établi, EDF doit veiller au maintien des compétences des agents en charge de ces activités. Par ailleurs, l'ASN considère qu'EDF doit rester vigilant sur la rigueur apportée au traitement d'écarts par la mise en œuvre de méthodes spécifiques, comme pour le traitement de l'écart relatif aux vides derrière les logements des batardeaux des piscines de l'EPR. Concernant ces deux points, l'ASN estime qu'EDF a su apporter des réponses et justifications satisfaisantes aux demandes faites par l'ASN.

#### *Management de la qualité associée aux activités de conception et de fabrication dans les ateliers des fournisseurs de structures, systèmes et composants*

L'ASN a relevé lors de ses inspections que l'organisation mise en place dans les différents services d'EDF, au niveau de l'ingénierie ou au niveau des équipes en charge de la surveillance des activités réalisées par ses prestataires, correspond aux principes que s'est fixée EDF et que leur mise en œuvre est plus systématique que pendant les années précédentes. Cependant :

- de nombreuses fabrications de composants ayant, par le passé, débuté sans validation par EDF des exigences de

- qualité, plusieurs actions sont en cours chez EDF et ses prestataires pour démontrer que les matériels fabriqués répondent aux caractéristiques techniques attendues ;
- les défauts découverts début 2012 sur les consoles du pont polaire alors qu'elles étaient déjà montées sur le site de Flamanville amènent l'ASN à s'interroger sur la doctrine d'EDF en matière de surveillance de la fabrication en usines. L'ASN estime que les défauts affectant les consoles (voir 5 | 2) auraient dû être détectés bien plus tôt, notamment en raison des problèmes rencontrés par le passé par EDF lors de la fabrication d'autres composants avec des procédés de soudage similaires. L'ASN note qu'EDF a engagé une révision de sa doctrine de surveillance en ce sens et sera attentive à ces évolutions.

De plus, 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 du réacteur.

#### *Fabrication des équipements sous pression du réacteur EPR de Flamanville 3*

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 » 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 ;
- le respect de valeurs de caractéristiques mécaniques, précisées pour chaque type de matériau.

Afin de répondre à ces exigences, AREVA, fabricant de ces composants et fournisseur d'EDF, a identifié les zones des composants concernées par de potentielles hétérogénéités et réalisé des essais mécaniques dans des zones qui ne faisaient habituellement pas l'objet de telles vérifications. Cette démarche a donc conduit AREVA à s'interroger sur la possibilité d'atteindre les caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN dans l'intégralité du volume des composants.

Dans le cas des vannes d'isolement vapeur, AREVA a mis en évidence un risque que les propriétés mécaniques soient, dans la zone la plus épaisse du composant, inférieures à celles obtenues dans les autres zones. À la demande de l'ASN, AREVA a donc cherché à optimiser le procédé de fabrication afin de garantir l'obtention des propriétés indiquées dans l'arrêté ESPN.

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 de Flamanville 3.

La chaudière nucléaire du réacteur EPR de Flamanville 3 est constituée d'un grand nombre d'équipements sous pression nucléaires (récipients sous pression, tuyauteries, vannes, soupapes de sécurité). Ces équipements sont assemblés entre eux pour constituer des ensembles intégrés et fonctionnels. Les premières opérations de montage d'ensembles ont débuté sur le site de Flamanville en novembre 2012.

En complément du contrôle par l'ASN des activités d'EDF, exploitant de l'installation nucléaire, l'ASN a également examiné

les mesures prises par AREVA, fabricant des ensembles, pour prémunir ceux-ci des risques d'endommagement pendant leur acheminement et leur montage sur site. L'ASN s'est assurée que les risques de chocs, déformation, pollution chimique, corrosion, ... soient pris en compte.

L'ASN a demandé à AREVA de réaliser, pour ces phases de transport et d'installation sur site, une analyse de risques et d'identifier précisément les mesures prévues pour réduire ou supprimer ces risques. Parallèlement, l'ASN a entamé ses inspections sur ce thème en juin 2012 sur la chantier de Flamanville 3. Ces premières inspections d'AREVA sur site 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 se prémunir contre un endommagement des équipements lors de leur transport et montage ;
- dans la définition et le respect des conditions de conservation des équipements dans les bâtiments après leur installation et jusqu'à leur mise en service notamment en matière de température et d'hygrométrie.

En 2010 et 2011, plusieurs non-conformités avaient été détectées par AREVA NP lors de la fabrication du couvercle de la cuve de l'EPR de Flamanville 3. Il s'agissait de nombreux défauts dans les soudures des adaptateurs de cuve ainsi que de l'insuffisance locale de l'épaisseur du beurrage métallique sous certaines de ces mêmes soudures. Ces écarts avaient conduit AREVA NP à proposer à l'ASN une réparation de grande

ampleur dont le principe avait été accepté sous réserve de la mise en place d'une surveillance renforcée des opérations de remise en conformité. En 2012, ces opérations de réparation du couvercle de la cuve de l'EPR se sont poursuivies selon les modalités de surveillance définies par l'ASN. Aucun écart notable n'a été détecté lors de ces opérations.

## 6|4 Évaluer la fabrication des équipements sous pression nucléaires

En 2012, l'ASN et les organismes agréés ont réalisé :

- plus de 830 inspections pour contrôler la fabrication des ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville 3, ce qui a représenté plus de 1 600 hommes.jours dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants,
- plus de 1600 inspections pour contrôler la fabrication de générateurs de vapeur de rechange destinés aux réacteurs électronucléaires en exploitation, ce qui a représenté plus de 3400 hommes.jours dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants.

### Modalités d'évaluation de conformité des ESPN

L'ASN considère que certaines des pratiques en vigueur jusqu'en 2012, sans remettre en cause la conformité aux exigences réglementaires des équipements en cours de fabrication, étaient perfectibles. L'ASN considère que les fabricants d'ESPN doivent tout

### Guide relatif à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires (ESPN)

*L'évaluation de la conformité des équipements aux exigences réglementaires nécessite d'examiner la documentation élaborée par le fabricant et la réalisation d'inspections par l'ASN ou l'organe d'inspection chargé de cette évaluation. Ces pratiques sont décrites dans un guide relatif à l'évaluation de la conformité des ESPN dont la première version a été publiée en mars 2009. Fin 2010, l'ASN a engagé un processus de révision de ce guide en identifiant notamment les points nécessitant d'être précisés et les évolutions jugées nécessaires au vu du retour d'expérience des premières années d'application de l'arrêté ESPN. L'ASN a publié le guide révisé en septembre 2012 après avoir consulté le groupe permanent d'experts pour les ESPN.*

*La révision de ce guide relatif à l'évaluation de conformité et les échanges avec les industriels concernés a conduit l'ASN à identifier que certaines modalités pratiques d'évaluation de la conformité étaient encore imparfaitement mises en œuvre.*

- L'ASN a rappelé la nécessité de réaliser un examen préliminaire de la conception des ESPN avant leur fabrication. Cet examen doit couvrir en particulier le choix des matériaux, le pré-dimensionnement et la limitation des zones sensibles à certains phénomènes de dégradation, notamment la fatigue. L'ASN considère que les fabricants d'ESPN doivent poursuivre leurs efforts pour que la documentation technique permettant la réalisation de cet examen soit disponible le plus tôt possible avant le début des opérations de fabrication.
- L'ASN a également précisé l'étendue des inspections qui doivent être réalisées à la fin de la fabrication des ESPN pour s'assurer que l'ensemble des exigences réglementaires applicables sont respectées. Cet examen, appelé vérification finale, consiste en un examen visuel des équipements et une vérification documentaire. L'ASN a insisté sur la nécessité d'un contrôle exhaustif du respect des exigences applicables, et que la vérification finale soit réalisée sous la responsabilité d'un organisme ou de celle des fabricants. L'ASN a également rappelé que les difficultés de réalisation des contrôles visuels ne doivent pas conduire à leur absence mais à la définition de contrôles compensatoires équivalents. L'ASN a réalisé en 2012 plusieurs inspections relatives au respect de ces règles qui ont montré que, si peu d'écarts sont aujourd'hui constatés, l'ampleur du contrôle et la complexité des modalités pratiques de réalisation nécessitent une attention particulière.

*L'ASN a également appelé les fabricants d'ESPN à la vigilance en ce qui concerne la justification que les matériaux qui constituent les équipements respectent les exigences réglementaires qui s'y appliquent. Cette vérification implique une surveillance des fournisseurs de matériaux par les fabricants eux-mêmes.*

mettre en œuvre pour appliquer au plus vite les dispositions précisées dans le guide relatif à l'évaluation de la conformité.

L'ASN note cependant que la prise en compte des nouvelles exigences réglementaires progresse chez l'ensemble des fabricants. Elle note en particulier que certaines exigences ont fait l'objet d'une bonne appropriation par les fabricants. D'une façon générale, l'ASN considère en effet qu'en 2012 les fabricants réalisant des équipements en se conformant aux exigences de l'arrêté ESPN depuis plusieurs années sont arrivés à un niveau satisfaisant en ce qui concerne l'exigence de réalisation d'une « qualification technique ». Cette exigence, introduite par l'arrêté ESPN et applicable exclusivement aux ESPN de niveau N1, vise à identifier les risques d'hétérogénéités dans le volume des composants d'ESPN afin de s'assurer que ceux-ci auront bien les caractéristiques requises (mécaniques, chimiques, physiques, métallurgiques). Elle permet d'apporter des garanties complémentaires sur la qualité des composants fabriqués.

En octobre 2012, l'ASN a achevé l'évaluation de la conformité des premiers générateurs de vapeur fabriqués selon les exigences de l'arrêté ESPN. L'ASN retire de cette évaluation qu'AREVA a pu apporter une démonstration acceptable de la conformité des équipements aux exigences de l'arrêté ESPN, grâce aux efforts fournis au cours de l'année 2012. L'ASN considère cependant que les pratiques d'AREVA doivent encore évoluer pour s'adapter totalement aux pratiques introduites par cet arrêté, notamment en ce qui concerne le contenu de la documentation technique, afin de renforcer la clarté de son référentiel au regard des exigences réglementaires. L'ASN a constaté que l'évaluation de la conformité de ces générateurs de vapeur avait contribué à fixer les modalités d'élaboration d'une partie de cette documentation et considère qu'AREVA doit prendre en compte le retour d'expérience de ce premier cas d'application.

### *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. Cette observation 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. Ces mesures ont été mises en place en complément des contrôles réalisés, dont la performance n'avait pas été remise en cause.

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 de ces mesures. L'ASN considère que les fabricants doivent être vigilants à 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'acériste chargé de l'élaboration du matériau et la mise en place de pratiques plus rigoureuses dans ce domaine ont permis la reprise normale des fabrications après plusieurs mois d'arrêt.

### *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.

A l'issue de la surveillance exercée en 2012 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 a cependant observé que certaines pratiques, souvent similaires à celles du domaine des équipements dits « conventionnels », ne permettaient pas de prendre totalement en compte certaines des exigences spécifiques aux équipements sous pression nucléaires.

L'ASN considère que les organismes agréés pour l'évaluation de conformité des ESPN doivent disposer de procédures adaptées prenant en compte les exigences de qualité spécifiques au domaine nucléaire. L'ASN attend également des organismes agréés qu'ils disposent, tant pour l'évaluation de conformité des ESPN que pour leur contrôle en service, de personnels disposant de compétences particulières et maîtrisant les exigences spécifiques au domaine nucléaire.

## 7 PERSPECTIVES

Pour ce qui relève des centrales nucléaires, les axes de travail et les actions de contrôle de l'ASN en 2013 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 2012, 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 Daiichi. L'ASN assurera un suivi spécifique de la mise en œuvre des mesures complémentaires de sûreté demandées à la suite des ECS et prendra en particulier position sur la proposition d'EDF pour la mise en place d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes.

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

#### *Contrôle du réacteur EPR*

Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3 se poursuivra jusqu'à l'autorisation de mise en service de l'installation. A ce jour, EDF prévoit un premier fonctionnement à puissance nominale en 2016. D'ici là, l'ASN poursuivra 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 développera les outils réglementaires nécessaires pour encadrer la préparation et le contrôle des essais de démarrage de l'installation et l'instruction finale du dossier de demande d'autorisation de mise en service. L'ASN mènera ses actions de manière concertée avec ses homologues étrangers également impliqués dans un tel projet.

#### *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. De plus, au sein de WENRA, l'ASN travaillera à la finalisation de positions communes sur des sujets découlant de ces objectifs de sûreté et méritant des précisions.

### 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. 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 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.

L'ASN s'attachera à décliner les mesures définies dans le plan d'action 2013 du Ministère du travail en matière d'inspection du travail, ainsi que dans le plan national santé sécurité au travail (PNST). Elle mettra ainsi l'accent sur la santé et la sécurité, sur la qualité des emplois, notamment intérimaires, sur le dialogue social, en particulier en raison des élections professionnelles, et sur la lutte contre le travail illégal. Sur ce dernier plan, les contrôles relatifs à la sous-traitance seront poursuivis en 2013 avec un accent porté sur des activités plus directement liées à la sûreté.

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 2013 dans le domaine de l'incendie.

### 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 souhaite recueillir l'avis du GPR sur certains aspects relatifs à l'optimisation de doses lors des futures campagnes d'arrêts de réacteurs des centrales nucléaires exploitées par EDF.

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. Par ailleurs, l'ASN poursuivra sa démarche d'inspections de grande envergure comme celles réalisées en 2011 sur les quatre sites du Val-de-Loire (Belleville-sur-Loire, Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon) et en 2012 sur les sites de Civaux, Blayais et Golfech.

#### *Protection de l'environnement*

En 2013, l'ASN poursuivra l'instruction des dossiers de modifications des prescriptions de rejets et de prélèvements d'eau des sites de Belleville, de Cattenom et du Bugey, et débutera l'instruction des dossiers des sites de Saint-Alban, de Saint-Laurent-des-Eaux puis de Fessenheim. 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 anti-légionelles, de réduction des émissions de fluides frigorigènes et de gestion des déchets sont effectivement déclinées sur les sites.

Enfin, l'ASN continuera à s'assurer de la prise en compte du retour d'expérience des événements de SOCATRI, de FBFC et de Civaux (voir 5 | 7), par le contrôle de la poursuite des actions d'EDF sur les réservoirs et rétentions et sur la prévention des pollutions, 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 organisations pour renforcer la maîtrise de l'ensemble des activités à risques. À l'occasion de l'examen par le GPR du retour d'expérience des années 2003 à 2005, l'ASN avait noté que l'exploitant mettait trop peu en évidence, dans son analyse des événements significatifs, les facteurs explicatifs de nature organisationnelle et humaine. À la demande de l'ASN, EDF s'était engagée à faire évoluer sa méthode d'analyse.

En 2012, EDF a informé à l'ASN de son intention de mettre en œuvre une nouvelle méthode d'analyse des événements significatifs. Celle-ci se base sur une recherche des causes profondes de ces événements, à la fois organisationnelles et humaines, en vue de renforcer la robustesse des actions correctives à mettre en œuvre. L'ASN suivra l'implantation de cette nouvelle méthode en examinant les conditions de son déploiement dans les centrales nucléaires et ses effets sur le processus de pilotage du retour d'expérience chez EDF.

### 7 | 6 Réexamens de sûreté associés aux visites décennales

L'ASN poursuivra en 2013 l'instruction des réexamens de sûreté des réacteurs du parc français. L'ASN considère ce processus comme la pierre angulaire de la démarche d'amélioration de la sûreté. L'analyse des réexamens de sûreté permet également, entre autres grâce aux bilans des contrôles approfondis réalisés lors des visites décennales, de disposer d'une image précise de l'état de chacun des réacteurs. L'ASN fera connaître, après la fin de chaque visite décennale, sa position sur l'aptitude de chaque réacteur à la poursuite de son exploitation, et encadrera si nécessaire leur fonctionnement par des prescriptions complémentaires. En 2013, l'ASN devrait notamment prendre position sur la poursuite d'exploitation des réacteurs de Bugey 5, Dampierre 1, Fessenheim 2, Gravelines 1, Tricastin 1, Chooz, Civaux, Saint-Alban, Nogent-sur-Seine, Cattenom 2 et 3, Belleville et Penly 1.

### 7 | 7 Durée de fonctionnement du parc

EDF a annoncé en 2010 son intention de prolonger la durée de fonctionnement de ses réacteurs au-delà de quarante ans. Si la maîtrise du vieillissement de l'installation est une condition nécessaire à la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de quarante ans, cette condition n'est toutefois pas jugée suffisante par l'ASN. L'exploitation des réacteurs du parc sur une telle durée n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux d'améliorations de sûreté complémentaires à celles par ailleurs engagées dans le cadre des réexamens en cours. Pour l'ASN, ces améliorations doivent viser à porter le niveau de sûreté des réacteurs du parc au plus près des objectifs de sûreté applicables à un nouveau réacteur.

Dans cette optique, l'ASN se prononcera en 2013 sur le programme d'études et de travail proposé par EDF en vue de prolonger la durée de fonctionnement des réacteurs.