LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES 307

1.1 La description d'une centrale nucléaire
1.1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
1.1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion
1.1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires
1.1.4 Les circuits de refroidissement
1.1.5 L'enceinte de confinement
1.1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
1.1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

1.2 L'exploitation d'une centrale nucléaire
1.2.1 L'organisation d'EDF
1.2.2 Examiner attentivement les documents d'exploitation
1.2.3 Contrôler les arrêts de réacteur

2 LES GRANDS ENJEUX DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION 314

2.1 Les hommes, les organisations, la sûreté et la compétitivité
2.1.1 Les travailleurs
2.1.2 Contrôler les facteurs organisationnels et humains
2.1.3 Contrôler la gestion de l'emploi, des compétences, de la formation et des habilitations au sein d'EDF
2.1.4 Intégrer le management de la sûreté dans le système de management général
2.1.5 Surveiller la qualité des activités sous-traitées
2.1.6 La sûreté et la compétitivité
2.1.7 Soumettre certaines opérations à un système d'autorisations internes

2.2 L'amélioration continue de la sûreté nucléaire
2.2.1 Veiller à la correction des anomalies
2.2.2 Examiner les événements et le retour d'expérience d'exploitation
2.2.3 Les réexamens de sûreté
2.2.4 Autoriser les modifications apportées aux matériels et aux règles d'exploitation

2.3 S'assurer de la prise en compte des phénomènes de vieillissement des centrales nucléaires
2.3.1 L'âge du parc électronucléaire français
2.3.2 Les principaux facteurs de vieillissement
2.3.3 La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels
2.3.4 L'examen de la poursuite d'exploitation

2.4 Le réacteur EPR Flamanville 3
2.4.1 Les étapes jusqu'à la mise en service
2.4.2 Le contrôle de la construction en 2010
2.4.3 Coopérer avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères

2.5 Les réacteurs du futur : engager des discussions sur la sûreté de la génération IV

2.6 S'appuyer sur la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection

3 LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES 327

3.1 L'exploitation et la conduite
3.1.1 La conduite en fonctionnement normal : veiller au respect du référentiel et autoriser les modifications documentaires
3.1.2 Examiner les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

3.2 La maintenance et les essais
3.2.1 Contrôler les pratiques de maintenance
3.2.2 Instruire la qualification des applications scientifiques

CHAPITRE 12

3|2|3 Garantir l'emploi de méthodes de contrôle performantes
3|2|4 Autoriser les programmes d'essais périodiques

3|3 **Le combustible**
3|3|1 Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur
3|3|2 Surveiller l'état du combustible en réacteur

3|4 **Exercer un contrôle approfondi sur les circuits primaire et secondaires**
3|4|1 Faire surveiller et contrôler les circuits
3|4|2 Surveiller les zones en alliage à base de nickel
3|4|3 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs
3|4|4 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

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

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

3|7 **S'assurer de la protection contre les agressions**
3|7|1 Prévenir les risques liés au séisme
3|7|2 Élaborer les règles de prévention des inondations
3|7|3 Prévenir les risques liés à la canicule et à la sécheresse
3|7|4 Prendre en compte le risque d'incendie
3|7|5 Contrôler la prise en compte du risque d'explosion

3|8 **Contrôler l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires**

4 LA RADIOPROTECTION ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 339

4|1 **Contrôler la radioprotection des personnels**
4|1|1 Le contrôle de la radioprotection sur les centrales en fonctionnement
4|1|2 Les exigences de radioprotection sur les centrales en construction

4|2 **Maîtriser l'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires**
4|2|1 Réviser les prescriptions relatives aux rejets
4|2|2 Contrôler la gestion des déchets

5 L'ACTUALITÉ DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION 342

5|1 **Le contrôle de la construction en 2010 du réacteur EPR**

5|2 **L'ASN engage la revue des options de sûreté du nouveau réacteur ATMEA 1**

5|3 **Faits marquants relatifs aux risques d'inondation**

5|4 **Faits marquants en matière d'inspection du travail**

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

5|6 **Faits marquants concernant l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets**

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

6 LES APPRÉCIATIONS 349

Réacteurs en exploitation
6|1 **Évaluer les services centraux et les performances globales des centrales nucléaires**
6|1|1 Évaluer la sûreté nucléaire
6|1|2 Évaluer la radioprotection
6|1|3 Evaluer les dispositions en matière de protection de l'environnement
6|1|4 Analyser les dispositions concernant les hommes et les organisations
6|1|5 Analyser le retour d'expérience

6|2 **Évaluer chaque site**

Nouveaux réacteurs
6|3 **Évaluer la construction du réacteur EPR**

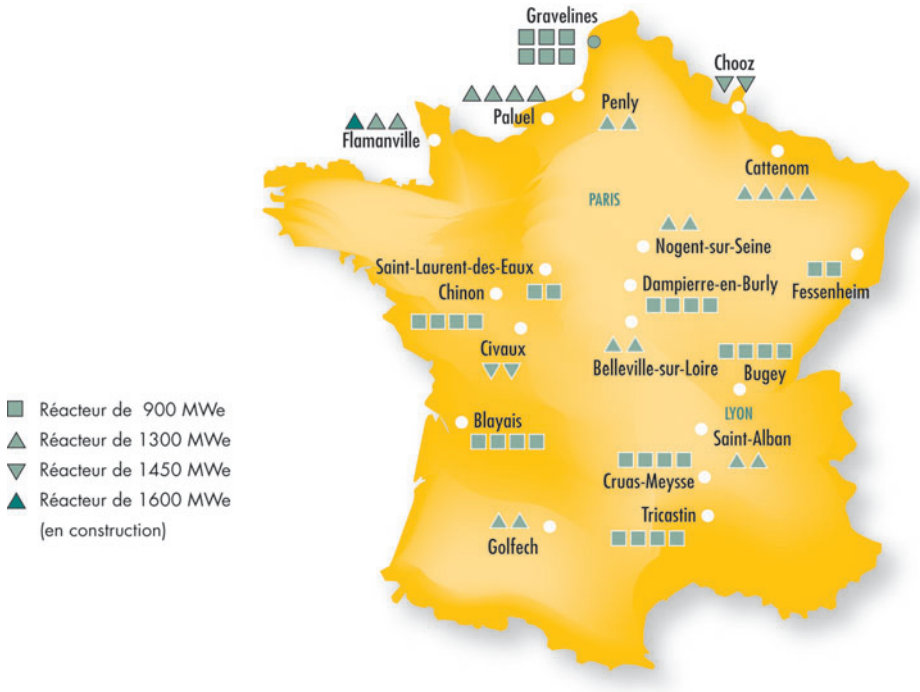
7 PERSPECTIVES 361

Le contrôle des centrales électronucléaires est une mission historique de l'ASN. Ces réacteurs, qui servent à produire de l'électricité, sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans les autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs. Ces réacteurs sont aujourd'hui exploités par Électricité de France (EDF), qui fait appel pour leur maintenance à environ 500 entreprises mobilisant près de 20 000 salariés. Une particularité française est la standardisation du parc, avec un nombre important de réacteurs techniquement proches, qui justifie une présentation générique dans le présent chapitre.

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

L'ASN estime que l'année 2010 a été plutôt satisfaisante au plan de la sûreté et de la radioprotection dans les centrales nucléaires. Néanmoins, l'ASN reste préoccupée par l'impact de la sous-traitance des activités de maintenance. La formalisation de l'organisation du recours à la sous-traitance pour les activités de maintenance est satisfaisante de même que l'évolution positive observée dans le domaine de la radioprotection. En revanche la mise en œuvre de la politique de sous-traitance révèle des insuffisances chroniques portant notamment sur la surveillance des activités sous-traitées et l'application des règles de sécurité, dans un contexte d'augmentation des contraintes imposées aux entreprises sous-traitantes. De plus, l'ASN relève le manque d'anticipation des programmes de maintenance et de remplacement des matériels, notamment sur les générateurs de vapeur.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CENTRALES ÉLECTRONUCLÉAIRES



Implantation des réacteurs électronucléaires en France

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

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

Parmi les vingt réacteurs de 1 300 MWe, on distingue :
– le palier P4, constitué des huit réacteurs de Flamanville, de Paluel et de Saint-Alban ;
– le palier P'4, constitué des douze réacteurs de Belleville-sur-Loire, de Cattenom, de Golfech, de Nogent-sur-Seine et de Penly.

Enfin, le palier N4 est constitué de quatre réacteurs de 1 450 MWe : deux sur le site de Chooz et deux sur le site de Civaux.

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

La conception des bâtiments, la présence d'un circuit de refroidissement intermédiaire entre celui permettant l'aspersion dans l'enceinte en cas d'accident et celui contenant l'eau de la source froide, ainsi qu'un pilotage plus souple, distinguent le palier CPY des réacteurs du Bugey et de Fessenheim (CP0).

Des modifications importantes par rapport au palier CPY ont été apportées dans la conception des circuits et des systèmes de protection du cœur des réacteurs de 1 300 MWe et dans celle des bâtiments qui abritent l'installation. L'augmentation de puissance se traduit par un circuit primaire à quatre générateurs de vapeur (GV) offrant une capacité de refroidissement plus élevée que sur les réacteurs de 900 MWe, équipés de trois GV. Par ailleurs, l'enceinte de confinement du réacteur comporte une double paroi en béton au lieu d'une seule paroi doublée d'une peau d'étanchéité en acier comme sur les réacteurs de 900 MWe.

Les réacteurs du palier P'4 présentent quelques différences avec ceux du palier P4, notamment en ce qui concerne le bâtiment du combustible et la conception de certains circuits.

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

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

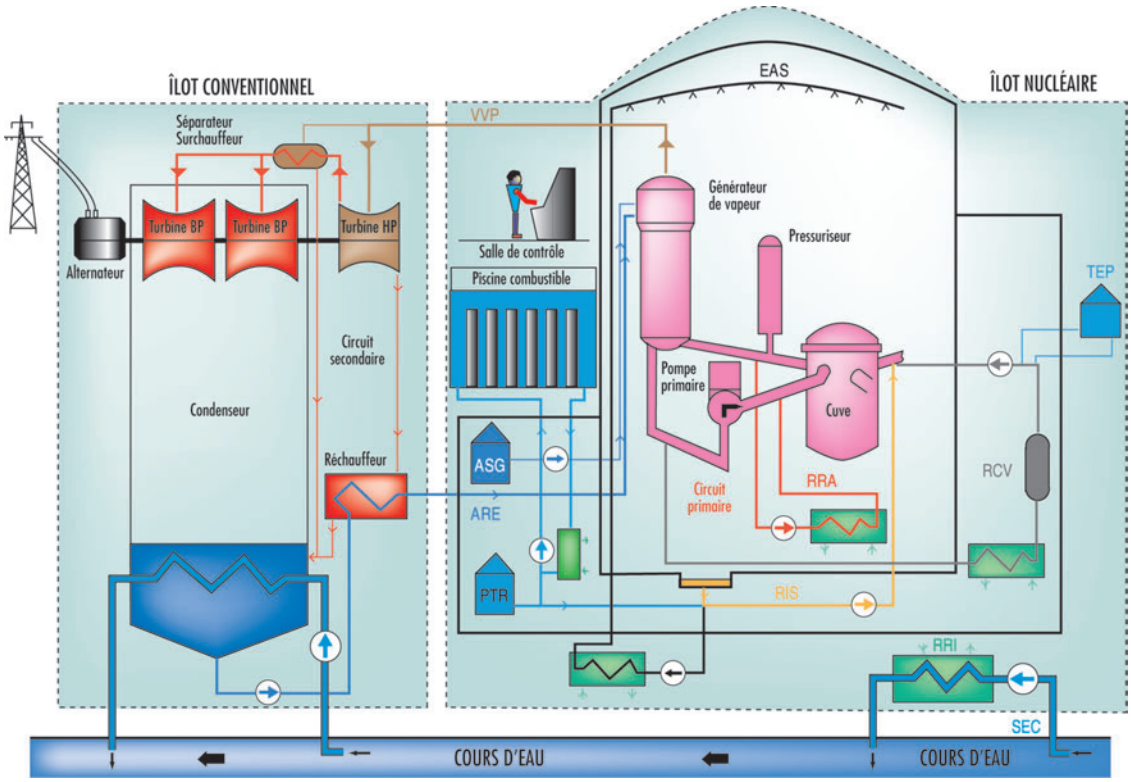


Schéma de principe d'un réacteur à eau sous pression

1|1 La description d'une centrale nucléaire

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

Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fuel, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle qui est dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite permet de vaporiser de l'eau. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé d'une tension de 400 000 V. La vapeur, après détente, passe dans un condenseur où elle est refroidie au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique.

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

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la chaudière nucléaire constituée du circuit primaire et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur : les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte, d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de contrôle-commande et de protection du réacteur. À la chaudière nucléaire sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions supports : traitement des effluents primaires, récupération du bore, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel). L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel, ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage du combustible.

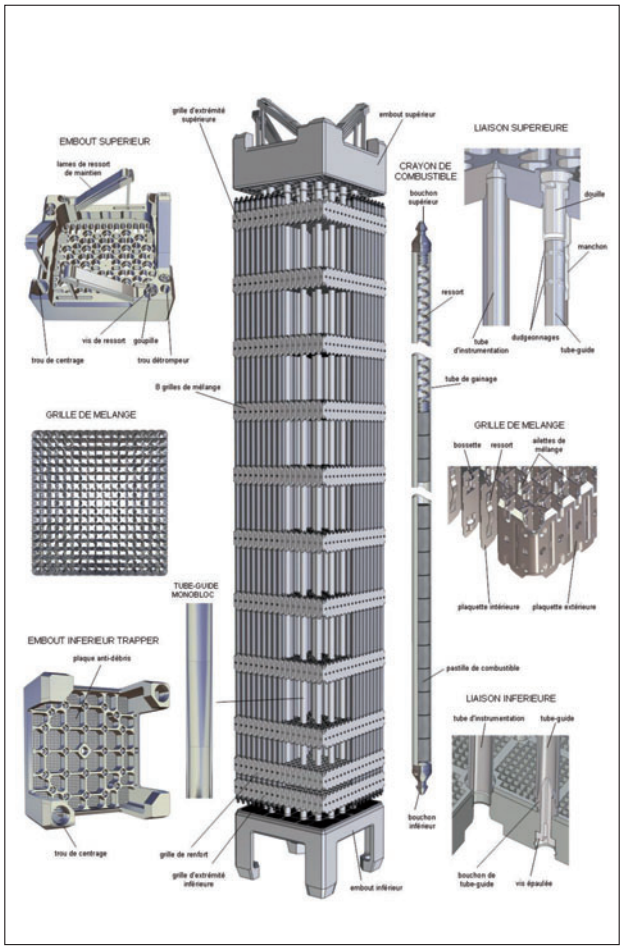
L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur.

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

La sûreté des réacteurs à eau sous pression est assurée par une série de barrières étanches, résistantes et indépendantes, dont l'analyse de sûreté doit démontrer l'efficacité en situation normale de fonctionnement et en situation d'accident. Ces barrières sont généralement au nombre de trois, constituées par la gaine du combustible (voir point 1|1|2) pour la première barrière, le circuit primaire et les circuits secondaires principaux (voir point 1|1|3) pour la deuxième barrière et l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur (voir point 1|1|5) pour la troisième barrière.

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

Le cœur du réacteur est constitué de « crayons » composés de pastilles d'oxyde d'uranium ou d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (combustible dit MOX) contenues dans des tubes métalliques appelés « gaines » groupés en « assemblages » de combustible. Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie, sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285 °C, remonte le long des crayons combustibles et ressort par la partie supérieure à une température de l'ordre de 320 °C.



Assemblage combustible pour un réacteur à eau sous pression

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 (UO2) enrichi en uranium 235, à 4,5 % au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, des fournisseurs de combustible AREVA et WESTINGHOUSE ;
– des combustibles constitués par un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'usine MÉLOX d'AREVA. La teneur initiale en plutonium est limitée à 8,65 % (en moyenne par assemblages de combustible) et permet d'obtenir une équivalence énergétique avec du combustible UO2 enrichi à 3,7 % en uranium 235. Ce combustible peut être utilisé dans les réacteurs de 900 MWe dont les décrets d'autorisation de création (DAC) prévoient l'utilisation de combustible MOX, soit vingt-deux réacteurs.

La gestion du combustible est spécifique à chaque palier de réacteurs. Elle est caractérisée notamment par :
– la nature du combustible et sa teneur initiale en matière fissile ;
– le taux d'épuisement maximal du combustible lors de son retrait du réacteur, caractérisant la quantité d'énergie extraite par tonne de matière (exprimé en GWj/t) ;
– la durée d'un cycle de fonctionnement ;
– le nombre d'assemblages de combustible neufs rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages) ;
– le mode de fonctionnement du réacteur permettant de caractériser les sollicitations subies par le combustible.

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

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

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement (boucles au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe et de quatre pour un réacteur de 1 300 MWe, de 1450 MWe ou pour un réacteur de type EPR) dont le rôle est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite eau primaire. Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite pompe primaire, et un générateur de vapeur (GV). L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bar par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

L'eau du circuit primaire cède la chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les GV. Les GV sont des échangeurs qui contiennent des milliers de tubes, dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau sous forme liquide dans une partie et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur, produite dans les GV, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des séparateurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite réchauffée et renvoyée vers les GV par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires à travers des réchauffeurs.

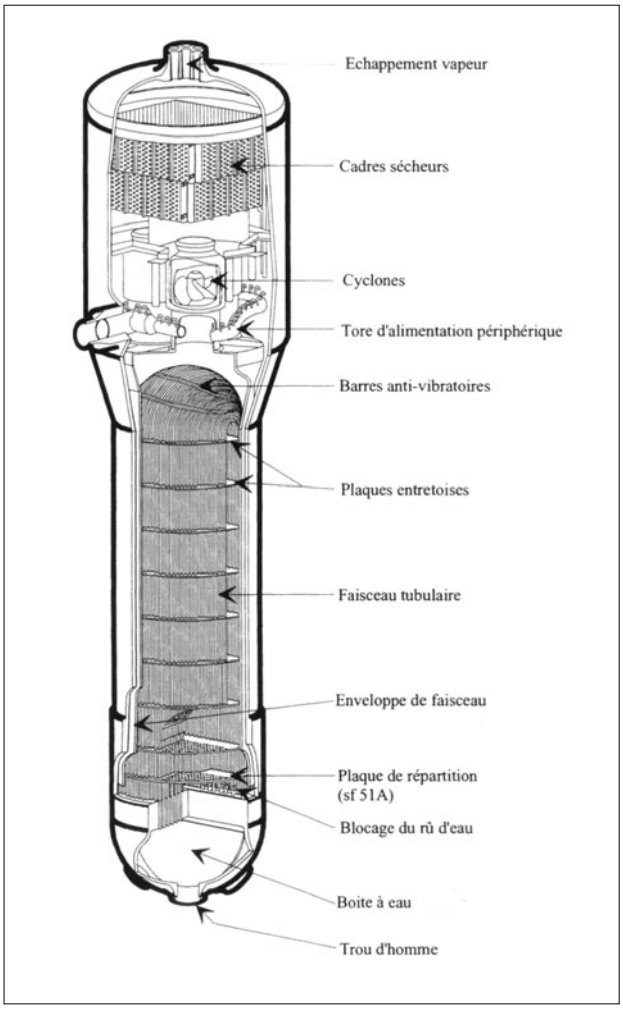
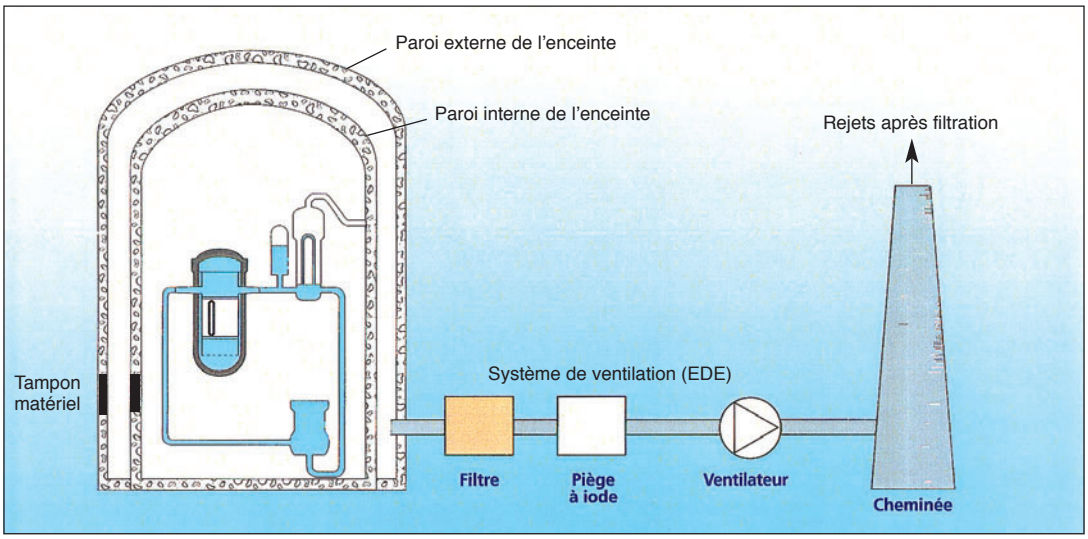


Schéma d'un générateur de vapeur

1|1|4 Les circuits de refroidissement

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

Selon l'origine de l'eau froide circulant dans le condenseur, les condenseurs sont en laiton (rivière) ou en titane ou acier inoxydable (mer). Désormais lors des rénovations, les condenseurs en laiton sont remplacés par des condenseurs en acier inoxydable ou en titane et entraînent de ce fait moins de rejets de métaux par usure (le laiton étant à l'origine de rejets de cuivre et de zinc). Toutefois, à l'inverse des condenseurs en laiton, ces



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

condenseurs rénovés ne présentent pas d'effet toxique envers les microorganismes, et sont donc le lieu de développements des amibes, micro-organismes qui peuvent être pathogènes. Le développement des amibes peut être enrayé par la mise en œuvre de traitements biocides, ou d'autres moyens de désinfection, par exemple les rayons ultraviolets.

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

Les tours aéroréfrigérantes des centrales nucléaires offrent des conditions favorables au développement des légionelles, des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, et à leur dispersion dans le panache de vapeur d'eau qu'elles rejettent. Les concentrations en légionelles dans les circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires pourvues de tours aéroréfrigérantes sont variables et dépendent de facteurs divers (période de l'année, entartrage, qualité de l'eau d'appoint, existence d'un traitement biocide…).

1|1|5 L'enceinte de confinement

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

Les enceintes de confinement sont de deux types :
– les enceintes des réacteurs de 900 MWe, qui sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression qui résulterait de l'accident le plus sévère pris en compte à la conception, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par une peau métallique de faible épaisseur, située sur la face interne de la paroi en béton ;
– les enceintes des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, qui sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et le système de ventilation (EDE) qui canalise, dans l'espace situé entre les parois, les fluides radioactifs et les produits de fission qui pourraient provenir de l'intérieur de l'enceinte à la suite d'un accident. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe.

1|1|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

Vue de la coque béton d'un bâtiment réacteur

fondamentales de sûreté : maîtrise de la réactivité neutronique, évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible, confinement des matières radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

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

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

Parmi les autres systèmes ou circuits nécessaires au fonctionnement du réacteur et importants pour la sûreté, on peut mentionner :
– le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires ; ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau pompée dans le cours d'eau ou la mer (source froide) ;
– le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de la source froide ;
– le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles stockés dans la piscine d'entreposage du combustible ;
– les systèmes de ventilation, qui jouent un rôle essentiel dans le confinement des matières radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets ;
– les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie ;
– le système de contrôle-commande, les systèmes électriques.

1|2 L'exploitation d'une centrale nucléaire

1|2|1 L'organisation d'EDF

Au sein de la Direction production ingénierie (DPI) d'EDF sont distinguées les fonctions d'exploitant et de concepteur. Le concepteur est responsable du développement et de la valorisation durable de son patrimoine ainsi que de sa déconstruction au terme de l'exploitation. Ce rôle est assuré par la Division ingénierie nucléaire (DIN) et ses centres d'ingénierie (voir présentation détaillée sur *http://energie.edf.com*).

L'exploitant, représenté par la Division production nucléaire (DPN), est responsable des performances à court et moyen termes de ses sites de production, ainsi que des questions de sûreté, de radioprotection, de sécurité, d'environnement, de disponibilité et de coûts afférentes à leur exploitation quotidienne.

Les interlocuteurs de l'ASN

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

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

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

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

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

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

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

- Le chapitre VI comprend les procédures de conduite en situation d'incident ou d'accident. Il prescrit la conduite à adopter dans ces situations pour maintenir ou restaurer les fonctions fondamentales de sûreté (maîtrise de la réactivité, refroidissement, confinement des produits radioactifs) et ramener le réacteur dans un état sûr.
- Le chapitre IX définit les programmes de contrôles et d'essais périodiques des matériels et systèmes importants pour la sûreté mis en œuvre pour vérifier leur disponibilité. En cas de résultat non satisfaisant, la conduite à tenir est précisée par les STE. Ce type de situations peut parfois obliger l'exploitant à arrêter le réacteur pour réparer le matériel défaillant.
- Enfin, le chapitre X définit le programme des essais physiques relatifs au cœur des réacteurs qui permettent d'assurer la surveillance du cœur pendant le redémarrage et l'exploitation du réacteur.

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

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

1|2|3 Contrôler les arrêts de réacteur

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

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

Ces arrêts peuvent être de deux types :
– arrêt pour simple rechargement (ASR) et arrêt pour visite partielle (VP) : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance ;
– arrêt pour visite décennale (VD) : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance très important. Ce type d'arrêt, qui intervient tous les dix ans, est également l'occasion pour l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception décidées dans le cadre des réexamens de sûreté (voir point 2|2|3).

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

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

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

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

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

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

2|1|1 Les travailleurs

Entre 800 et 2 000 hommes et femmes œuvrent chaque jour au fonctionnement d'une centrale nucléaire (le nombre variant en fonction du nombre de réacteurs de la centrale). Cet effectif est composé de personnels d'EDF et de prestataires permanents, qui se répartissent entre différentes catégories de travailleurs :
– conduite : 50 % ;
– maintenance : 20 % ;
– administratifs et supports : 30 %.

À ceux-ci se rajoute un nombre important de prestataires et de sous-traitants qui participent à la maintenance et aux opérations spécifiques prévues lors des arrêts. Le nombre d'intervenants supplémentaires lors d'un arrêt peut aller de 300 à 2 700 selon le type d'arrêt.

Ces travailleurs sont exposés aux risques « classiques » communs à toutes les industries (travaux en hauteur, plain-pied, etc.) ainsi qu'aux risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants.

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

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

Dans un réacteur électronucléaire, l'exposition aux rayonnements ionisants provient majoritairement des produits d'activation et dans de moindres proportions des produits de fission présents dans le combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α, β et γ) et le risque d'exposition peut être externe et interne. Dans la pratique, plus de 90 % des doses proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ. Les phénomènes d'érosion et de corrosion sont à l'origine de ces expositions, par la libération de matériaux ou espèces chimiques activées ou susceptibles de s'activer sous flux neutronique et véhiculées dans le circuit primaire.

Ces mécanismes expliquent notamment la présence dans le circuit primaire de radio-isotopes du cobalt (Co) comme le ^{58}Co et le ^{60}Co responsables de 80 % des doses reçues par exposition externe.

Enfin, les doses reçues par les travailleurs sont, pour 80 %, liées aux opérations de maintenance effectuées lors des arrêts de réacteurs. En 2010, ces doses sont réparties sur un effectif d'environ 45 000 intervenants, comprenant les agents EDF, les prestataires ainsi que les sous-traitants, selon une distribution illustrée plus loin dans les graphiques 4, 5 et 6 (voir point 6|1|2).

Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires est abordé au point 3|8.

2|1|2 Contrôler les facteurs organisationnels et humains

Pour l'ASN, l'ensemble des éléments de la situation de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité des personnes travaillant dans une installation telle qu'une centrale nucléaire constituent ce qu'on appelle les facteurs organisationnels et humains (FOH). Ces éléments concernent en particulier tout ce qui relève de l'organisation du travail, des acteurs (effectifs, compétences, motivation…), des procédures, des dispositifs techniques et de l'environnement de travail.

Quel que soit le degré de prescription des activités à réaliser, les situations que ces personnes rencontrent sur le terrain varient sans cesse (un matériel qui ne réagit pas comme prévu, une activité de nuit, un collègue inexpérimenté, un degré d'urgence

plus ou moins grand, des tensions sociales…), ce qui les conduit à adapter leurs façons de travailler pour atteindre l'objectif attendu à un coût (fatigue, stress, santé…) acceptable pour eux.

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

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

Le contrôle de l'ASN

L'ASN demande à l'exploitant de définir une politique explicite de prise en compte des FOH, en se donnant les moyens et ressources adaptés pour développer une démarche lui permettant d'agir efficacement et de mettre en œuvre des actions selon des approches et des méthodologies appropriées.

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

L'intégration des FOH

L'ASN attend de l'exploitant qu'il mette en œuvre de façon systématique une démarche d'intégration des FOH dans les domaines d'activités suivants :

– les activités d'ingénierie lors de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante ;
– les activités effectuées durant l'exploitation des centrales existantes pendant toute la durée de leur exploitation ;
– les activités de constitution du retour d'expérience des réacteurs lors de leur conception, de leur construction et de leur exploitation, en particulier l'analyse des causes FOH et les enseignements à en tirer.

La mise en œuvre de la démarche doit être adaptée aux enjeux de sûreté identifiés par l'exploitant. Des moyens et compétences suffisants et appropriés doivent être engagés par l'exploitant tant au niveau national que local pour être en mesure de mettre en œuvre la démarche FOH.

2|1|3 Contrôler la gestion de l'emploi, des compétences, de la formation et des habilitations au sein d'EDF

La maîtrise de la sûreté repose sur la capacité du système de gestion de l'exploitant à s'assurer que des compétences appropriées et des ressources suffisantes sont disponibles. L'article 7 de l'arrêté du 10 août 1984 (voir point 3|2|1 du chapitre 3) prescrit notamment que : « *seules des personnes possédant la compétence requise peuvent être affectées à une activité concernée par la qualité* ». L'habilitation, délivrée par l'exploitant, garantit la capacité d'un individu à exercer des activités données. L'ASN considère que l'habilitation doit reposer sur la justification des compétences acquises par la formation et l'expérience professionnelle et des compétences mises en œuvre dans l'exercice du métier.

Le contrôle de l'ASN

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

2|1|4 Intégrer le management de la sûreté dans le système de management général

L'AIEA, dans son document INSAG 13 « *Managing of Operational Safety in Nuclear Power Plants* » publié en 1999,

Séance de formation dans le laboratoire du chantier école du site de la centrale nucléaire de Paluel

donne la définition suivante : « *Le système de management de la sûreté comprend les dispositions prises par l'entreprise pour le management de la sûreté dans le but d'encourager une solide culture de sûreté et d'obtenir de bons résultats de sûreté* ».

Le management de la sûreté concerne les dispositions qu'un exploitant doit prendre pour établir sa politique en matière de sûreté, et pour définir et mettre en œuvre un système permettant le maintien et l'amélioration continue de la sûreté de son installation. Il repose sur un processus d'amélioration continue de la sûreté intégrant :

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

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

Le contrôle de l'ASN

L'arrêté du 10 août 1984 prévoit les dispositions à mettre en œuvre par l'exploitant pour définir, obtenir et maintenir la qualité de son installation et des conditions de son exploitation. Ces dispositions concernent en particulier l'organisation que l'exploitant, premier responsable de la sûreté de son installation, doit mettre en place pour assurer la maîtrise des activités affectées par la qualité.

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

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

2|1|5 Surveiller la qualité des activités sous-traitées

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

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

Le choix et la surveillance des activités réalisées par les prestataires

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

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

2|1|6 La sûreté et la compétitivité

La loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité a modifié en profondeur le marché de l'électricité en France. Tout en précisant les missions de service public d'EDF, cette loi, qui transpose une directive européenne sur le marché intérieur de l'électricité, a en particulier mis l'entreprise en situation de concurrence pour la production et la fourniture d'électricité aux clients industriels et aux particuliers ; cette concurrence sera accrue dans le cadre de la réforme du marché de l'électricité (loi n° 2010-1 488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité). L'entreprise a ouvert son capital, l'État restant actionnaire à hauteur de 84 %.

La préoccupation de la maîtrise des coûts est aujourd'hui plus affirmée par l'exploitant dans son dialogue avec l'ASN. Le dialogue technique avec EDF s'est clairement durci sur les aspects de faisabilité économique, sur la justification de certaines demandes ou de certains échéanciers et sur le traitement des dossiers de très court terme lors des arrêts de réacteur.

Le contrôle de l'ASN

Pour faire évoluer son contrôle dans ce contexte, l'ASN développe des outils pour repérer de manière précoce d'éventuelles dérives : l'évolution des dépenses, des achats liés à l'amélioration de la sûreté (maintenance et R&D), la gestion des effectifs, l'évolution des indicateurs de sûreté et de radioprotection et les changements d'organisation de l'exploitant font l'objet d'une attention accrue. L'évolution des dépenses montre qu'EDF poursuit ses investissements dans le maintien du patrimoine et que l'effort de recherche et développement reste satisfaisant. De manière générale, l'examen réalisé par l'ASN ne montre pas de dérive préoccupante. Cependant, l'ASN continuera de porter

Réunion de travail sur un chantier de génie civil faisant intervenir une équipe de prestataires

dans le futur un regard attentif aux conséquences éventuelles des nouvelles organisations qu'EDF met en place pour atteindre ses objectifs de performance économique.

Enfin, l'ASN développe les échanges avec ses homologues étrangères pour aller vers une harmonisation des exigences, face à l'internationalisation des opérateurs et à l'avènement d'un marché de l'électricité concurrentiel. Les travaux menés au sein de l'association WENRA, de l'AEN (OCDE) ou de l'AIEA auxquels l'ASN participe activement, contribuent à cette harmonisation (voir chapitre 7).

2|1|7 Soumettre certaines opérations à un système d'autorisations internes

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

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

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

2|2 L'amélioration continue de la sûreté nucléaire

2|2|1 Veiller à la correction des anomalies

Des anomalies sont détectées sur les centrales nucléaires grâce à l'action proactive de l'exploitant et aux vérifications systématiques demandées par l'ASN. En effet, EDF cultive une attitude interrogative qui la conduit à rechercher les anomalies par elle-même. Ces anomalies peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, écarts introduits lors d'opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement… L'ASN considère que les examens périodiques et les recherches d'anomalies réalisés en continu par l'exploitant participent au maintien d'un niveau acceptable de sûreté.

Des vérifications systématiques : les examens de conformité

EDF réalise des réexamens de sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans (voir point 2|2|3). EDF compare alors l'état réel des installations aux exigences de sûreté qui leurs sont applicables et répertorie les éventuelles anomalies. Ces vérifications peuvent être complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive spécifique.

Des vérifications « au fil de l'eau »

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

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

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

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

L'ASN exige que les anomalies ayant un impact sur la sûreté soient corrigées dans des délais adaptés à leur degré de gravité. Une anomalie de conformité qui dégrade la sûreté de manière importante doit être corrigée rapidement, même si la solution de remise en conformité est lourde à mettre en œuvre. C'est pourquoi l'ASN examine les modalités et les délais de remise en conformité proposés par EDF. Pour réaliser cet examen, l'ASN prend en compte les conséquences réelles et potentielles de l'anomalie sur la sûreté. L'ASN peut ne pas donner son accord au redémarrage du réacteur ou décider de la mise à l'arrêt de l'installation tant que la réparation n'est pas réalisée. C'est le cas si le risque induit par un fonctionnement en présence de l'anomalie est jugé inacceptable et s'il n'existe pas de mesure palliative permettant de s'en affranchir. À l'inverse, le délai de correction d'une anomalie de moindre gravité peut être augmenté lorsque des contraintes particulières le justifient. Ces contraintes peuvent résulter du délai nécessaire à la préparation d'une remise en conformité présentant toutes les garanties de sûreté. Elles peuvent également résulter d'objectifs de sécurité du réseau électrique national et européen. Par exemple, pour les anomalies de tenue au séisme, un élément de jugement sur l'urgence de la réparation réside dans le niveau du séisme pour lequel la tenue du matériel en cause reste démontrée. Dans les cas où il s'agit seulement de restaurer une marge de sécurité pour un équipement qui résiste déjà à un séisme important, des délais de réparation plus longs peuvent être acceptés.

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

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

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

À NOTER EN 2010

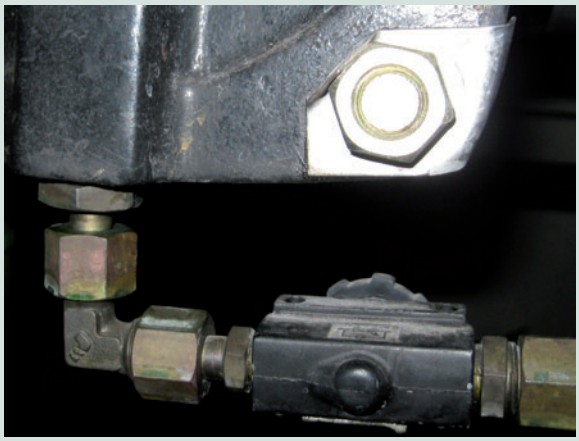
Défauts de serrage de la visserie de vannes qualifiées au séisme

Le 7 septembre 2009, EDF a déclaré à l'ASN un événement relatif à des défauts de serrage de la visserie de vannes qualifiées sur les centrales nucléaires de 1 450 MWe de Chooz et de Civaux. Les défauts rencontrés consistent en l'absence de dispositifs de serrage ou la présence de dispositifs inadaptés sur la visserie des vannes qualifiées au séisme. Des erreurs de montage initiales ou commises lors d'opérations de maintenance seraient à l'origine de ces anomalies qui remettent en cause la qualification des vannes.

À la suite de cet événement, EDF a engagé en 2009 des actions de vérification et de remise en conformité des anomalies constatées sur les réacteurs de Chooz et de Civaux. En février 2010, l'ASN a demandé à EDF de mettre en œuvre des dispositions complémentaires afin de prévenir la récurrence des écarts sur les réacteurs de 1 450 MWe mais également sur les réacteurs de 900 et 1 300 MWe.

EDF a mis à jour le 28 juin 2010 sa déclaration d'incident et a défini un programme de contrôle qui prend en compte l'ensemble des réacteurs exploités par EDF qui s'applique à compter de septembre 2010. EDF a défini ce programme de contrôle sur la base d'une priorisation des matériels à vérifier issue d'une analyse de sûreté. EDF s'est engagée à remettre en conformité tout écart constaté à l'issue de ces contrôles.

Cette anomalie a été classée au niveau 1 de l'échelle INES.



Dispositifs de serrage de visserie : plaquettes arrêtoirs rabattues sur des vis

L'ASN examine au niveau local et au niveau national l'ensemble des événements significatifs déclarés (le bilan pour l'année 2010 figure au point 6|1|5). Pour certains événements significatifs considérés comme plus notables du fait de leur caractère marquant ou récurrent, l'ASN fait procéder à une analyse plus approfondie par l'IRSN. L'ASN contrôle la manière dont EDF exploite le retour d'expérience des événements significatifs et en tire profit pour améliorer la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement. L'ASN examine, lors d'inspections dans les centrales nucléaires, l'organisation des sites et les actions menées en matière de traitement des événements significatifs et de prise en compte du retour d'expérience. L'ASN veille également à ce qu'EDF tire les enseignements des événements significatifs survenus à l'étranger. Enfin, à la demande de l'ASN, le GPR examine périodiquement le retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression. Le GPR se réunira en 2011 pour examiner les faits marquants de la période 2006-2008, concernant notamment les événements significatifs pour la radioprotection et l'environnement, les dispositifs ou moyens particuliers, la requalification après les opérations de maintenance, les condamnations administratives, ou encore les anomalies rencontrées sur les générateurs de vapeur.

2|2|3 Les réexamens de sûreté

L'article 29 de la loi TSN impose aux exploitants de réaliser périodiquement un réexamen de la sûreté de leur installation. Ce réexamen est réalisé tous les dix ans. Le réexamen de sûreté est l'occasion d'examiner en profondeur l'état des installations pour vérifier qu'elles respectent toutes les exigences de sûreté et qu'elles sont conformes au référentiel de sûreté applicable. Il a en outre pour objectif d'améliorer le niveau de sûreté des installations, en particulier en comparant les exigences applicables à celles appliquées à des installations plus récentes. Le réexamen de sûreté s'achève par la remise du rapport prévu au III de l'article 29 de la loi TSN.

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

Le processus de réexamen

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

1) L'examen de conformité : il consiste à comparer l'état de l'installation au référentiel de sûreté et à la réglementation applicables, comprenant notamment son décret d'autorisation de création et les prescriptions de l'ASN. Cette étape permet de s'assurer que les évolutions de l'installation et de son exploitation, dues à des modifications ou à son vieillissement, respectent l'ensemble de la réglementation applicable et ne remettent pas en cause son référentiel de sûreté. Cet examen décennal de conformité ne dispense pas l'exploitant de son obligation permanente de garantir la conformité de ses installations.

2) La réévaluation de sûreté : elle vise à apprécier la sûreté de l'installation et à l'améliorer au regard :
– des réglementations françaises, des objectifs et des pratiques de sûreté les plus récents, en France et à l'étranger ;
– du retour d'expérience d'exploitation de l'installation ;
– du retour d'expérience d'autres installations nucléaires en France et à l'étranger ;
– des enseignements tirés des autres installations ou équipements à risque.

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

3) La remise d'un rapport de réexamen : à l'issue des étapes précédentes, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusions de réexamen. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation, ainsi que sur l'intérêt de mettre en œuvre ou non des modifications envisagées visant à améliorer la sûreté de l'installation. Le rapport de réexamen est composé des éléments prévus à l'article 24 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié.

Le 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. À titre d'exemple, les troisièmes visites décennales ont commencé en 2009 pour les réacteurs de 900 MWe (réacteurs 1 des centrales nucléaires de Tricastin et Fessenheim), tandis que les derniers réacteurs de 1 300 MWe passent en 2011 leur deuxième visite décennale. Les troisièmes visites des réacteurs de 1 300 MWe débuteront en 2015 avec le réacteur 2 de Paluel.

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

En application du principe d'amélioration continue du niveau de sûreté des réacteurs, mais aussi pour améliorer les performances industrielles de son outil de production, EDF met en œuvre périodiquement des modifications portant sur les matériels et sur les règles d'exploitation. Ces modifications sont issues par exemple du traitement d'anomalies de conformité, des réexamens de sûreté ou encore de la prise en compte du retour d'expérience.

Le décret du 2 novembre 2007 a permis de clarifier les exigences relatives à la mise en place des modifications par EDF et à leur examen par l'ASN. En 2010, les déclarations de modification de matériels reçues par l'ASN ont principalement visé à l'amélioration du niveau de sûreté des réacteurs et à la résorption d'écarts de conformité.

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

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

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

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

Les centrales nucléaires actuellement en exploitation en France ont été construites sur une période de temps assez courte : quarante-cinq réacteurs représentant 50 000 MWe, soit les trois quarts du parc, ont été mis en service entre 1979 et 1990 et treize réacteurs, représentant 10 000 MWe supplémentaires, entre 1990 et 2000. En décembre 2010, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence des réacteurs, se répartit comme suit :
– 29 ans pour les trente-quatre réacteurs de 900 MWe ;
– 23 ans pour les vingt réacteurs de 1 300 MWe ;
– 13 ans pour les quatre réacteurs de 1 450 MWe.

2 | 3 | 2 Les principaux facteurs de vieillissement

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

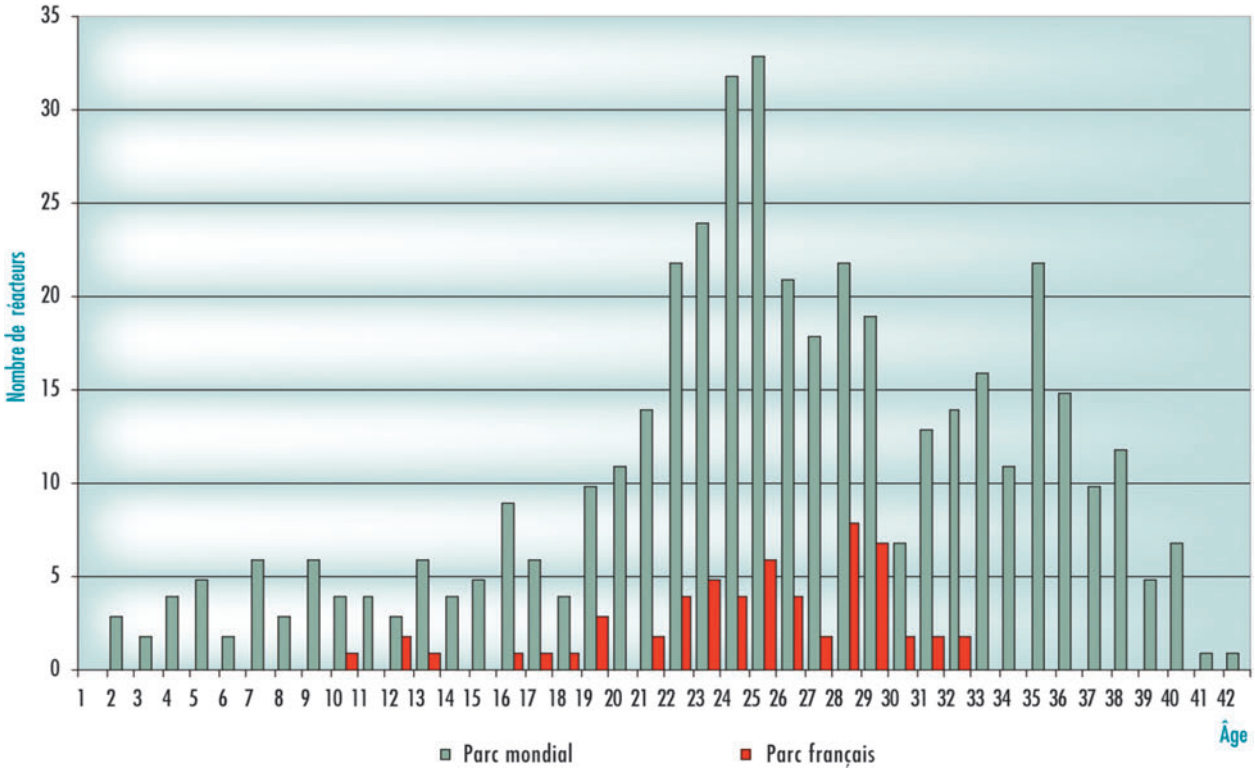
La durée de vie des matériels non remplaçables

La conception de certains éléments des réacteurs a été établie sur la base d'une durée d'exploitation prédéfinie en raison des coûts de remplacement et plus encore de la radioprotection des travailleurs qui seraient amenés à intervenir. Ces matériels font l'objet d'une surveillance étroite permettant de s'assurer que leur vitesse de vieillissement est bien conforme à celle anticipée. C'est notamment le cas de la cuve, dimensionnée pour résister pendant au moins 40 ans (soit l'équivalent de 32 ans de fonctionnement continu à pleine puissance). Le principal mode de vieillissement de la cuve est l'irradiation, qui modifie les propriétés mécaniques de l'acier dont elle est constituée. L'exploitant doit donc mettre en place des mesures visant à prévoir l'évolution des propriétés de la cuve et à démontrer que, malgré ces évolutions, l'équipement est à même de résister à l'ensemble des situations de fonctionnement normal ou dégradé qu'il pourrait rencontrer, en prenant en compte les marges de sécurité fixées par la réglementation. La cuve fait ainsi l'objet d'une surveillance par « échantillons témoins » de métal prélevés et expertisés à intervalles réguliers (voir point 3 | 4 | 3).

Les dégradations des matériels remplaçables

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

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



besoin. Il faut également démontrer la faisabilité de leur remplacement éventuel.

L'obsolescence des matériels ou de leurs composants

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

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

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

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

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

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

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

3) Réparer, modifier ou remplacer les matériels susceptibles d'être affectés : de telles actions nécessitent d'avoir été anticipées, compte tenu notamment des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation de l'intervention, des risques d'obsolescence de certains composants et de perte de compétences techniques des intervenants.

2|3|4 L'examen de la poursuite d'exploitation

Sur le plan strictement réglementaire, il n'y a pas en France de limitation dans le temps à l'autorisation d'exploiter une centrale nucléaire. En contrepartie, l'article 29 de la loi TSN dispose que l'exploitant procède à un réexamen de sûreté de son installation tous les dix ans. Ce réexamen, qui vise en premier lieu à augmenter le niveau de sûreté de l'installation, est aussi l'occasion de réaliser un examen approfondi des effets du vieillissement sur les matériels (voir point 2|2|3).

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

Dans le cadre de la préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF de présenter, pour chacun des réacteurs concernés, un point précis de l'état du vieillissement et de lui démontrer la possibilité d'en continuer l'exploitation au-delà de trente ans dans des conditions satisfaisantes de sûreté. EDF a élaboré un programme de travail relatif à la gestion du vieillissement des réacteurs de 900 MWe. En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 900 MWe jusqu'à 40 ans après leur première divergence. L'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe dans cette période. L'ASN considère que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ces réacteurs. Toutefois, cette appréciation générique ne tient pas compte d'éventuelles spécificités de réacteurs. Aussi, l'ASN se prononcera ultérieurement sur l'aptitude individuelle de chaque réacteur à la poursuite d'exploitation, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles réalisés dans le cadre de l'examen de conformité du réacteur lors de la troisième visite décennale et sur l'évaluation du rapport de réexamen de sûreté du réacteur. Ainsi, l'ASN s'est prononcée le 4 novembre 2010 sur la conformité du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin aux exigences de sûreté applicables, et les conditions pour sa poursuite d'exploitation pour une période allant jusqu'à 40 ans, à l'issue de sa troisième visite décennale. À titre d'exemple, EDF a mis en œuvre des modifications de conception de ce réacteur afin de réduire les risques de rejet dans l'environnement en cas de vidange rapide de la piscine de désactivation où sont entreposés les assemblages de combustible usagés avant leur évacuation. Ces modifications ont porté en particulier sur le système de mesure du niveau d'eau de la piscine de désactivation et sur l'automate de gestion des pompes de refroidissement.

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

L'ASN s'est prononcée favorablement en 2006, à l'issue de leur réexamen de sûreté, sur la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 1 300 MWe jusqu'à leur troisième visite décennale. Les améliorations découlant de ce réexamen de sûreté seront intégrées d'ici 2014. En 2010, les réacteurs de Belleville 1 et de Nogent 2 ont intégré les améliorations issues du réexamen de sûreté dans le cadre de leur deuxième visite décennale.

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

L'ASN a défini en 2010 les orientations du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe. Le réacteur 2 de Paluel sera le premier à effectuer

sa troisième visite décennale, en 2015. L'ASN veille à ce que ce réexamen de sûreté, qui est le premier dont la préparation est postérieure à la loi TSN, réponde scrupuleusement aux exigences de la loi.

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

L'ASN s'est prononcée en 2008 sur l'orientation du premier réexamen de sûreté pour les réacteurs de 1 450 MWe, qui concerne en particulier les études probabilistes de sûreté de niveau 1 et les études relatives aux agressions. En 2010, le réacteur de Chooz B1 a intégré les modifications issues du réexamen de sûreté réalisé à l'occasion de sa première visite décennale.

Les enjeux de la poursuite d'exploitation des réacteurs

Dans les années à venir, les réacteurs actuels cohabiteront avec des réacteurs de type EPR ou équivalent, dont la conception vise un niveau de sûreté significativement plus élevé. La question de l'acceptation de la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, alors qu'il existe une technologie disponible plus sûre, se pose alors. Deux objectifs s'imposent : tout d'abord, réévaluer le niveau de sûreté au regard de celui exigé actuellement pour les réacteurs de type EPR ou équivalent, en proposant de mettre en œuvre sur les réacteurs des améliorations significatives et pertinentes. D'ores et déjà, les efforts de R&D en France comme à l'étranger dégagent des pistes de réponses, et des améliorations qui limiteraient significativement les rejets en cas d'accident grave sont à l'étude. D'autre part, la conformité en tout point des réacteurs à la réglementation applicable doit être démontrée. En parallèle, le vieillissement et l'obsolescence des équipements doivent être gérés. Sur ces deux points, l'ASN attend de l'exploitant des propositions ambitieuses. Dans la perspective d'une demande de poursuite d'exploitation d'un réacteur au-delà des 40 ans, l'ASN a saisi le GPR qui se réunira fin 2011 pour définir les exigences en matière de sûreté auxquelles les réacteurs devront satisfaire au moment de leur quatrième visite décennale.

2 | 4 Le réacteur EPR Flamanville 3

Après une période d'une dizaine d'années sans construction de réacteur nucléaire en France, EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR d'une puissance de 1 600 MWe sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs d'une puissance de 1 300 MWe.

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

Après délivrance du décret d'autorisation de création (DAC) et du permis de construire, les travaux de construction du réacteur de Flamanville 3 ont débuté au mois de septembre 2007. Les premiers travaux de coulage du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil se poursuivent. La mise en place des premiers composants (réservoirs, canalisations, câbles et armoires électriques…) a débuté en 2010. 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 2010, EDF a annoncé qu'il prévoyait désormais la mise en service de Flamanville 3 en 2013.

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

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, un dossier comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le plan d'urgence interne et le plan de démantèlement de l'installation.

Sans attendre la transmission du dossier complet de la demande de mise en service, l'ASN a engagé, avec l'IRSN, un examen anticipé :
– des référentiels techniques nécessaires à la démonstration de sûreté, 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.

Cette instruction anticipée est destinée à préparer l'instruction 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 de manière à se prononcer sur la qualité de la réalisation de l'installation et son aptitude à répondre aux exigences définies.

L'examen anticipé des documents réglementaires

En 2010, l'ASN et l'IRSN ont poursuivi les instructions engagées en 2009 essentiellement sur les futures règles générales

Vue du coffrage béton des piscines de combustible de l'EPR – Août 2010

Vue générale du chantier EPR – Août 2010

d'exploitation. Ont été ainsi examinées les doctrines d'élaboration des spécifications techniques d'exploitation et des essais périodiques, les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident, les principes d'organisation et les moyens humains et techniques prévus par EDF pour la conduite du réacteur Flamanville 3. Des instructions ont également été engagées sur la radioprotection des travailleurs et le plan d'urgence d'interne.

2|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 ;
– de capitaliser l'expérience acquise par chacun des acteurs au cours de la construction de ce nouveau réacteur.

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

Installation du réservoir d'alimentation d'un générateur de vapeur sur le chantier EPR – Décembre 2010

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

Ce contrôle porte en outre sur la maîtrise des risques liés aux activités de construction sur les INB voisines (réacteurs de Flamanville 1 et 2) et sur l'environnement. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN a également en charge l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les actions de l'ASN en la matière en 2010 sont décrites au point 5|1.

Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Les équipements sous pression nucléaires (ESPN) sont des composants d'une installation nucléaire soumis à la pression, dont la défaillance peut donner lieu à des émissions radioactives (cuve, tuyauteries, générateurs de vapeur, …) ou à des accidents. Le contrôle de leur fabrication est encadré par l'arrêté du 12 décembre 2005 qui ajoute aux exigences réglementaires applicables à la fabrication des équipements sous pression du domaine conventionnel (décret du 13 décembre 1999) des exigences complémentaires en matière de sécurité, de qualité et de radioprotection. L'ASN considère en effet que la qualité des équipements sous pression nucléaires doit être exemplaire car elle conditionne la sûreté des installations nucléaires. Dans ce cadre, l'ASN ou des organismes de contrôle agréés par l'ASN évaluent la conformité aux exigences de la réglementation de chacun des ESPN du réacteur EPR.

Le contrôle de l'ASN et des organismes agréés s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les usines des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. Le fabricant doit également démontrer qu'il sait maîtriser les éventuels risques d'hétérogénéité de la qualité des matériaux, liés par exemple à la complexité des opérations de fabrication.

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

Dans un contexte de relance mondiale des programmes nucléaires et de manière à partager l'expérience avec d'autres Autorités de sûreté nucléaire, l'ASN multiplie les échanges techniques autour du contrôle de l'exploitation, de la conception et de la construction des nouveaux réacteurs avec ses homologues étrangères.

Les relations bilatérales

L'ASN entretient des relations privilégiées avec les Autorités de sûreté nucléaire étrangères afin de bénéficier des expériences passées ou en cours liées aux procédures d'autorisation et au contrôle de la construction de nouveaux réacteurs. En 2010, l'ASN et l'IRSN ont ainsi participé à des réunions bilatérales sur ces sujets avec de nombreuses Autorités de sûreté nucléaire étrangères : Finlande, États-Unis, Suisse et Chine.

Du fait des projets de construction de réacteurs de type EPR sur les sites d'Olkiluoto en Finlande et de Flamanville en France, l'ASN et l'IRSN ont mis en place, depuis 2004, une coopération renforcée avec l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (STUK) (voir encadré au point 5|1). En 2010, cette coopération renforcée s'est concrétisée par la tenue d'une réunion technique et d'une visite du chantier d'Olkiluoto 3, sur le thème du génie civil et des montages mécaniques.

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

Du fait de la construction d'installations nucléaires aux États-Unis, des échanges avec l'Autorité de sûreté américaine (NRC) ont également eu lieu en 2010 sur le thème du contrôle de la construction des installations nucléaires. Les inspecteurs de la construction de la NRC ont par exemple pu observer une inspection de l'ASN sur le chantier de construction de Flamanville 3.

Participation de l'ASN à la mission IRRS *(Integrated Regulatory Review Service)* à la NRC (Autorité de sûreté nucléaire américaine)

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 a ainsi participé aux travaux suivants dans le cadre des groupes de travail créés pour la coopération internationale dans le domaine de l'évaluation de la conception des réacteurs

À NOTER EN 2010

Les fruits de la coopération renforcée entre l'ASN et le STUK

La Finlande a été le premier pays à engager la construction d'un réacteur EPR. Il a donc été naturel pour l'ASN et STUK d'initier une coopération renforcée. Cette coopération bilatérale renforcée a pour but de rendre encore plus robustes les conclusions des instructions techniques menées dans chaque pays sur des sujets identiques et de partager l'information concernant les difficultés rencontrées dans le contrôle de la conception détaillée, la construction ou la fabrication. Si les manières d'appréhender les sujets et le contrôle de la construction diffèrent parfois selon le pays, il n'en demeure pas moins que les difficultés rencontrées sont identiques, tant au niveau des études que de la construction et de la fabrication.

À cette fin, tous les six mois, une rencontre est organisée entre le STUK et l'ASN, rencontre à laquelle l'IRSN participe. Tantôt en France, tantôt en Finlande, elle s'organise en deux temps : après des discussions techniques, les « visiteurs » assistent en tant qu'observateurs à une inspection menée par leurs homologues sur le chantier de la construction.

Cette rencontre est également l'occasion de bénéficier de l'expérience acquise par l'un des pays. Par exemple, pour les soudures de la peau métallique de l'enceinte, la méthode de contrôle technique demandée par le STUK est apparue pertinente à l'ASN qui a demandé à EDF de s'inspirer des pratiques finlandaises pour définir un nouveau programme de contrôle des soudures.

En complément de ces rencontres périodiques se tiennent, au cas par cas, des réunions qui se focalisent sur un sujet technique bien particulier : ce fut le cas en 2010 sur le sujet du confinement et de la qualité de fabrication de certains équipements sous pression. Ce sont ces échanges qui ont conduit les deux Autorités à la réalisation d'une inspection conjointe d'AREVA NP chez l'un de ses fournisseurs, la société FIVES NORDON à Nancy. (voir point 5|1).

Il convient enfin de souligner que cette coopération renforcée entre l'ASN et le STUK a conduit les exploitants et les fabricants à déployer des structures d'échanges pour partager leur retour d'expérience et anticiper ainsi au mieux les éventuelles difficultés.

Participation de l'ASN au *Consultancy Meeting* de l'AIEA qui s'est tenu à Vienne (Autriche) du 29 juin au 2 juillet 2010

(MDEP – *Multinational Design Evaluation Programme,* voir chapitre 7 point 2 | 4) :
– cinq réunions thématiques ont eu lieu en 2010 avec les pays membres du groupe du MDEP dédié à l'évaluation de la conception détaillée de l'EPR. L'IRSN y a participé également. Ces réunions ont concerné la radioprotection, les accidents graves, le contrôle-commande, les études probabilistes de sûreté, la modélisation des accidents et des transitoires. Le groupe plénier s'est également réuni deux fois, en mai et en novembre. Cette dernière réunion s'est tenue en Chine ;
– deux réunions ont eu lieu en 2010 du groupe du MDEP relatif aux codes techniques et standards ;
– deux réunions ont eu lieu en 2010 du groupe du MDEP relatif aux pratiques d'inspection des fournisseurs.

L'ASN a également participé à une réunion fin septembre 2010 du groupe de travail de l'association WENRA relatif aux pratiques d'inspection et aux réunions de travail des 9 et 10 novembre 2010, à l'issue desquelles les membres de WENRA ont pris position sur les objectifs de sûreté des nouveaux réacteurs nucléaires (voir chapitre 7, point 2 | 1 | 5).

Par ailleurs, au-delà de l'EPR, une base de données enregistrant les anomalies et écarts observés au cours des dernières constructions ou des constructions en cours a également été créée dans le cadre de l'AEN. Pour l'ASN, ces échanges internationaux sont un des moteurs de l'harmonisation des exigences de sûreté et des pratiques du contrôle.

2 | 5 Les réacteurs du futur : se préparer à prendre position sur la sûreté de la génération IV

Le CEA mène depuis 2000, en partenariat avec EDF et AREVA, des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération[1] (« GEN IV ») notamment dans le cadre de coopérations internationales au sein du GIF « *Generation IV International Forum* ». Ce forum est né en 2000 d'une initiative du *Department of Energy* des États-Unis et regroupe treize membres parmi lesquels sont représentés les organismes de recherche et les industriels des pays les plus nucléarisés du monde. Ce forum a pour objectif de mutualiser les efforts de R&D et de maintenir ouvert le choix des possibilités de développement industriel parmi les six filières sélectionnées suivantes :

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

Pour ses promoteurs, le principal enjeu des réacteurs de quatrième génération est d'assurer un développement durable de l'énergie nucléaire en utilisant mieux les ressources, en minimisant les déchets (capacité d'incinérer du plutonium et d'en produire à partir de l'uranium 238, capacité à transmuter les actinides mineurs tels que l'américium et le curium) et en offrant une meilleure résistance face aux risques en matière de sécurité, de prolifération ou de terrorisme. Ces objectifs ont fait l'objet d'un large consensus au sein des membres du GIF. Le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé en France à l'horizon 2040-2060. 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.

Courant 2010, le CEA s'est engagé dans les études d'un prototype de réacteur à neutrons rapides à sodium (RNR-Na) – le projet ASTRID. Ce projet s'inscrit pour le CEA dans le cadre de la préparation des réacteurs de quatrième génération. Le CEA a également informé l'ASN qu'il maintenait des actions de recherche et développement sur la technologie réacteurs à neutrons rapides à gaz (RNR-G) avec en perspective le développement dans un contexte européen d'un réacteur expérimental de faible puissance (50-100 MWth) non électrogène (projet ALLEGRO). L'éventuelle mise en service de ce réacteur expérimental serait envisagée à l'horizon de 2025 – 2030.

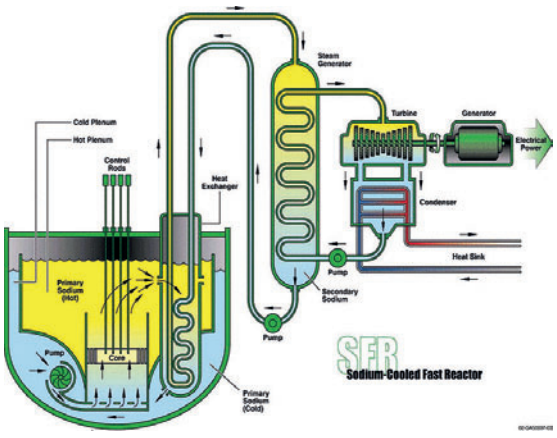


Schéma de principe d'un réacteur rapide à caloporteur sodium

1. On qualifie la « 4e génération » de réacteurs par opposition aux réacteurs immédiatement disponibles pour un renouvellement du parc dits de 3e génération (cette appellation faisant elle-même référence au fait que le parc installé constitue la seconde 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).

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 fait pour le développement d'EPR – pour se mettre en position de définir, le moment venu, les objectifs de sûreté à atteindre pour ces futurs réacteurs. Aussi, l'ASN a signifié aux acteurs français du projet, à l'occasion des rencontres qui se sont tenues en 2010, ses attentes relatives d'une part au cadre des échanges à mettre en place pour l'examen de la sûreté de ce projet et, d'autre part, aux premiers documents attendus pour engager les discussions techniques. Ces documents transmis fin 2009 et courant 2010 par les acteurs français du projet concernent :

– la justification du choix de la filière privilégiée pour un développement en France,
– le retour d'expérience national et international de la filière RNR-Na.

L'ASN envisage d'obtenir en 2011 l'avis du GPR sur ces documents. En particulier, le retour d'expérience doit permettre d'identifier des axes de recherche et développement qui mériteraient d'être suivis ou des améliorations à apporter aux installations si des réacteurs de la filière RNR-Na devaient être de nouveau exploités en France.

S'il est légitime d'attendre des améliorations de sûreté de la part des réacteurs de génération IV par rapport aux réacteurs actuels, l'ASN considère toutefois qu'il est prématuré de chercher à fixer dès aujourd'hui les objectifs de sûreté à atteindre pour des réacteurs ayant vocation à être commercialisés dans plusieurs décennies. Si les premières réflexions engagées dans ce cadre portent sur les perspectives de sûreté de la filière RNR-Na mise en avant par le CEA pour son projet de prototype industriel, l'ASN souhaite exercer en parallèle, avec l'appui de l'IRSN, une veille sur la sûreté des autres filières afin de maintenir à ce stade un débat ouvert, notamment avec ses homologues étrangères, sur les objectifs de sûreté de la prochaine génération de réacteurs industriels.

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

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

– le développement et la validation de solutions techniques innovantes permettent l'émergence de produits ou de procédés nouveaux pour l'exploitation et la maintenance ; ces solutions remplacent des techniques ou des modes d'intervention offrant un degré de protection moindre ;
– certains travaux de recherche visent à mieux connaître les risques, notamment pour ce qui concerne les accidents graves, ce qui permet de mieux orienter les mesures de protection, voire de mettre en lumière des risques jusque-là mal évalués : c'est par exemple le cas des expériences sur le phénomène de colmatage des puisards ou des études de comportements individuels ou collectifs dans des situations de stress, permettant de mieux apprécier le rôle des facteurs organisationnels et humains ;
– la recherche permet de développer des compétences pointues dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, contribuant ainsi à la formation d'un vivier de spécialistes.

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

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

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

Il importe également que les exploitants contribuent significativement à l'effort de recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection et en utilisent les résultats pour faire progresser le niveau de sûreté de leurs installations. La recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, tant sur les aspects technologiques que sur les facteurs organisationnels et humains, est alimentée par plusieurs sujets :

– les projets de nouveaux réacteurs : les travaux de recherche lancés pour le réacteur EPR et ceux associés à la conception des réacteurs de quatrième génération ont conduit au développement de solutions nouvelles, dont certaines pourront être mises en œuvre sur les réacteurs existants ;
– la volonté des industriels d'améliorer les performances de leurs installations : à titre d'exemple, le souhait d'EDF d'augmenter les performances des combustibles nucléaires a notamment conduit au lancement de travaux sur les céramiques d'oxyde d'uranium, les matériaux de gainage des assemblages de combustible et les codes de calcul. Ces travaux permettent aussi d'approfondir les connaissances et, dans certains cas, de faire progresser la sûreté, par exemple en améliorant les méthodes d'étude d'accidents ;
– la question de la durée d'exploitation des réacteurs : la volonté d'EDF de poursuivre l'exploitation des centrales nucléaires existantes est à l'origine de recherches sur le vieillissement des matériaux et l'évolution des structures et des composants, notamment le comportement des enceintes en béton ou les propriétés des aciers sous irradiation ;
– la prise en compte du retour d'expérience des événements : on peut citer à ce titre les recherches relatives aux risques d'inondation ou à la modélisation de la dérive des nappes de pétrole qui risquent d'avoir un impact sur le fonctionnement de la centrale.

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

3 LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES

3|1 L'exploitation et la conduite

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

Les évolutions des spécifications techniques d'exploitation (STE)

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

EDF peut être amenée à modifier de manière pérenne les STE pour intégrer son retour d'expérience, améliorer la sûreté de ses installations, améliorer ses performances économiques ou encore intégrer les conséquences des modifications matérielles. De plus, lorsqu'EDF a besoin, dans des circonstances exceptionnelles, de s'écarter de la conduite normale imposée par les STE lors d'une phase d'exploitation ou d'une intervention, elle doit déclarer à l'ASN une modification temporaire des STE. L'ASN examine ces modifications et peut délivrer un accord, sous réserve éventuellement de la mise en œuvre de mesures complémentaires si elle estime que celles proposées par l'exploitant sont insuffisantes.

L'ASN s'assure également de la justification des modifications temporaires et réalise chaque année un examen approfondi, sur la base d'un bilan établi par EDF. Aussi EDF est-elle tenue :
– de réexaminer périodiquement la motivation des modifications temporaires, afin d'identifier celles qui justifieraient une demande de modification permanente des STE ;
– d'identifier les modifications génériques, notamment celles liées à la réalisation de modifications matérielles nationales et d'essais périodiques.

Les contrôles de terrain relatifs à la conduite en fonctionnement normal

Lors des inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN s'attache à vérifier :
– le respect des STE et, le cas échéant, des mesures compensatoires associées aux modifications temporaires ;
– la qualité des documents d'exploitation normale, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme, et leur cohérence avec les STE ;
– la formation des agents à la conduite du réacteur.

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

L'approche par état (APE)

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

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

La conduite en cas d'incident ou d'accident est basée sur l'approche par état (APE). L'APE consiste à élaborer des stratégies de conduite en fonction de l'état physique identifié de la chaudière nucléaire, quels que soient les événements ayant conduit à cet état. Un diagnostic permanent permet, si l'état se dégrade, d'abandonner la procédure ou la séquence en cours et d'appliquer une procédure ou une séquence mieux adaptée. Ces documents opératoires sont élaborés à partir des règles de conduite en cas d'incident et d'accident qui constituent le chapitre VI des RGE. La mise en œuvre ou la modification de ces documents doivent être déclarées à l'ASN.

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

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

Des inspections sur le thème de la conduite en cas d'incident ou d'accident ont lieu régulièrement. Au cours de ces inspections, sont notamment examinées la gestion des documents de conduite du chapitre VI des RGE, la gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle, ainsi que la formation des agents de conduite.

La conduite des réacteurs en cas d'accident grave

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

prises pour permettre aux opérateurs, soutenus par les équipes de crise, de sauvegarder le confinement afin de minimiser les conséquences de l'accident. Les équipes de crise peuvent notamment s'appuyer sur le guide d'intervention en accident grave (GIAG).

3|2 La maintenance et les essais

3|2|1 Contrôler les pratiques de maintenance

L'ASN considère que la politique de maintenance constitue une ligne de défense essentielle pour prévenir l'apparition d'anomalies et pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté. Depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, EDF s'est engagée dans une politique de réduction des volumes de maintenance. Son objectif est de renforcer la compétitivité des réacteurs du parc nucléaire tout en maintenant le niveau de sûreté. Il s'agit essentiellement de recentrer les opérations de maintenance sur les équipements dont la défaillance présente des enjeux forts en termes de sûreté, de radioprotection ou d'exploitation. Cette politique a conduit EDF à faire évoluer son organisation et à adopter de nouvelles méthodes de maintenance. EDF a développé, comme c'est déjà le cas dans l'industrie aéronautique et militaire, la méthode dite « d'optimisation de la maintenance par la fiabilité ». Cette méthode permet, à partir de l'analyse fonctionnelle d'un système donné, de définir le type de maintenance à réaliser en fonction de la contribution de ses modes de défaillance potentiels aux enjeux de sûreté, de radioprotection ou d'exploitation.

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

Dans ce contexte de forte évolution des méthodes et compte tenu du vieillissement des réacteurs nucléaires, l'ASN a demandé l'avis du GPR sur la politique de maintenance d'EDF et sa mise en œuvre par les sites. Une réunion du GPR a eu lieu à cet effet le 27 mars 2008. Sur la base de cet examen, l'ASN considère que les méthodes d'optimisation des programmes de maintenance des matériels importants pour la sûreté sont acceptables. Privilégiant la surveillance des matériels, elles permettent de réduire les risques liés aux interventions sur les matériels et de limiter la dose reçue par les intervenants. L'ASN a toutefois rappelé à EDF que ces méthodes peuvent conduire à ne pas détecter un défaut nouveau ou non envisagé, et a donc demandé à EDF d'accompagner leur déploiement par le maintien de visites périodiques systématiques pour certains équipements. L'ASN a également rappelé à EDF la nécessité de s'interroger sur la validité de la démarche par appareil témoins en cas de découverte d'une dégradation ou en cas d'opérations de réparations qui conduiraient à remettre en cause l'homogénéité des familles d'équipements.

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

En 2010, EDF a annoncé à l'ASN son intention d'évoluer dans le futur proche vers une nouvelle doctrine de maintenance, l'AP913. Cette méthodologie a été définie par *l'Institute of nuclear power operations* (INPO) avec les exploitants américains en 2001. L'ASN suivra de près la mise en place de cette nouvelle doctrine.

3|2|2 Instruire la qualification des applications scientifiques

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

En 2010, l'ASN a poursuivi l'instruction des applications qui seront utilisées pour les études relatives au réacteur EPR. En outre, l'ASN continue sa réflexion visant à définir les principes et les modalités à retenir en vue de l'examen de la qualification des codes de calculs employés dans les démonstrations de sûreté.

3|2|3 Garantir l'emploi de méthodes de 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 utilisation, d'une qualification prononcée par une entité dont la compétence et l'indépendance doivent être démontrées. Cette entité, la commission de qualification, est accréditée par le COFRAC depuis 2001, et doit demander le renouvellement de son accréditation avant mai 2011. Le rôle de cette commission est d'évaluer la représentativité tant des maquettes utilisées pour la démonstration que des défauts qui y sont introduits. Sur la base des résultats de la qualification, elle atteste que la méthode d'examen atteint effectivement les performances prévues. Il s'agit, selon les cas, soit de démontrer que la technique de contrôle utilisée permet de détecter une dégradation décrite dans un cahier des charges, soit d'expliciter les performances de la méthode.

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

À ce jour, plus de 90 applications sont qualifiées dans le cadre des programmes d'inspection en service. De nouvelles applications

Contrôle par ultrasons d'un joint soudé

sont en cours de développement et de qualification pour répondre à de nouveaux besoins, notamment concernant le réacteur de Flamanville 3 pour lequel 41 applications doivent être qualifiées. Dans le cadre de la réduction de la dosimétrie, les applications ultrasonores ont été privilégiées par rapport aux applications radiographiques.

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

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

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

3|3 Le combustible

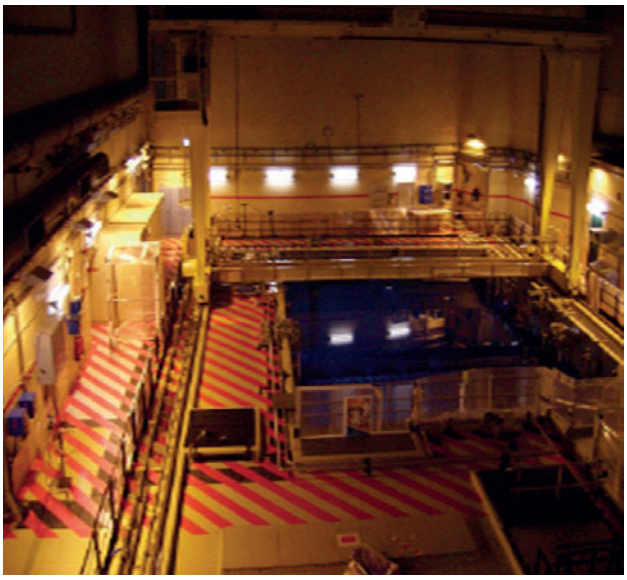
3|3|1 Encadrer les évolutions de la gestion du combustible en réacteur

Dans le but d'accroître la disponibilité et les performances des réacteurs en exploitation, EDF recherche et développe, en partenariat avec les industriels du combustible nucléaire, des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur, dite « gestion de combustible » (sur cette notion, voir le point 1|1|2).

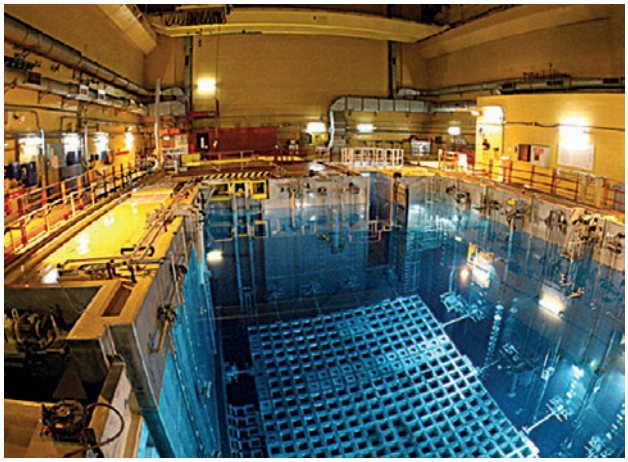
L'ASN veille à ce que chaque nouveau mode de gestion du combustible fasse l'objet d'une démonstration spécifique de la sûreté des réacteurs concernés basée sur les caractéristiques propres à la nouvelle gestion. Lorsqu'une évolution du combustible ou de son mode de gestion amène EDF à revoir une méthode d'étude d'accident, celle-ci fait préalablement l'objet d'un examen et ne peut être mise en œuvre sans accord de l'ASN. Depuis 2007, l'adoption d'une nouvelle gestion de combustible fait l'objet d'une décision de l'ASN comportant des prescriptions encadrant sa mise en œuvre.

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

Le comportement du combustible est un élément essentiel de la démonstration de sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel et sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons combustibles présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal l'étanchéité est suivie par EDF à l'aide d'une mesure permanente de l'activité des radioéléments présents dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est le signe d'une perte d'étanchéité des assemblages ; certains défauts sont notamment apparus sur les assemblages de combustibles en alliage « M5 » (voir encadré). Si cette activité devient trop élevée, l'application des RGE conduit à l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal. L'ASN a imposé à EDF de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non-étanches lors du déchargement du cœur et interdit leur rechargement. Ces assemblages font éventuellement l'objet d'une réparation par remplacement des crayons non-étanches avant de pouvoir être réutilisés.



Délimitation d'une zone d'exclusion des corps étrangers sur le pourtour d'une piscine d'entreposage des assemblages combustible à Paluel



Piscine de désactivation du combustible

L'ASN s'assure enfin qu'EDF analyse les causes des pertes d'étanchéité observées et met notamment en œuvre des moyens d'examen des crayons non-étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et d'y remédier au plus tôt. Les défaillances peuvent provenir soit d'inadéquation entre la conception des assemblages et les sollicitations subies, soit de la présence dans le circuit primaire de corps étrangers pouvant agresser les gaines. Les actions préventives et correctives peuvent donc impacter 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 également des inspections afin de s'assurer qu'EDF assure une surveillance adéquate sur ses fournisseurs d'assemblages combustible pour garantir que leur conception et leur fabrication sont réalisées dans le respect des règles fixées. Enfin, l'ASN sollicite périodiquement le GPR sur les enseignements tirés du retour d'expérience d'exploitation du combustible.

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

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

3|4|1 Faire surveiller et contrôler les circuits

L'ASN s'assure que l'exploitant exerce une surveillance et un entretien appropriés des circuits primaire et secondaire principaux. Pour cela, l'exploitant établit des programmes de surveillance qui sont soumis à l'ASN. À la suite de l'examen de ces documents, des demandes peuvent être formulées par l'ASN. L'exploitant est tenu de les prendre en compte. En complément de ces examens documentaires, l'ASN réalise des inspections thématiques sur la maintenance des équipements, notamment à l'occasion des arrêts de réacteur. L'ASN examine également les résultats des contrôles transmis à la fin de chaque arrêt. En complément de la surveillance exercée lors de chaque arrêt par l'exploitant sur ses circuits, l'ASN contrôle tous les dix ans, lors des requalifications périodiques, le bon état de ces appareils. La requalification périodique comporte trois phases distinctes : la visite de l'appareil avec de nombreux examens non destructifs, l'épreuve hydraulique sous pression et la vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions. La requalification du circuit primaire a lieu lors des visites décennales. Au cours de l'année 2010, six circuits primaires principaux ont fait l'objet d'une requalification périodique. Il s'agit des réacteurs de Belleville 1, Chinon B4, Nogent 2, Tricastin 2, Bugey 2 et Chooz B1.

Vue d'un dispositif de manutention des combustibles

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

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression sont fabriquées en alliage à base de nickel, par exemple les tubes et la plaque de partition des générateurs de vapeur (GV) ou les pénétrations de fond de cuve. 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 peut conduire à l'apparition de fissures, parfois rapidement comme observé sur les tubes de GV dès le début des années 1980 ou sur les piquages d'instrumentation des pressuriseurs des réacteurs de 1 300 MWe à la fin des années 1980.

À NOTER EN 2010

Les assemblages de combustible en alliage M5

Les réacteurs utilisant actuellement du combustible avec des gaines en alliage M5 sont les quatre réacteurs de 1 450 MWe, les réacteurs de 900 MWe exploités en gestion de combustible Parité MOX (uniquement pour les assemblages de combustible MOX) et trois réacteurs de 1 300 MWe.

L'acquisition du retour d'expérience et la caractérisation des défauts d'étanchéité apparus sur certains de ces assemblages ont conduit EDF à mettre en œuvre, pour les assemblages chargés à partir de 2007, des mesures d'amélioration du procédé de soudage des crayons combustibles constituant ces assemblages afin de réduire l'apparition de défauts d'étanchéité des gaines. Les assemblages chargés depuis n'ont pas présenté de défaut d'étanchéité à l'endroit des soudures faites avec ces améliorations. Cependant, d'autres pertes d'étanchéité en partie courante des gaines ont été attribuées à la présence de petits copeaux de M5 anormalement engendrés sous les ressorts des grilles des assemblages. Les premières mesures correctives concernant la fabrication des assemblages ont été prises pour limiter la création de ces copeaux. D'autres actions sont en cours de définition ou de mise en œuvre. Des défauts d'étanchéité ont à nouveau été détectés en 2009 et en 2010 dans certains réacteurs contenant des assemblages avec des gaines en matériau M5. L'ASN a demandé à EDF de ne pas poursuivre le déploiement des assemblages avec des gaines en alliage M5 sur le parc.

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. À ce jour, les examens volumiques réalisés sur les pénétrations de fond de cuve en alliage 600 n'ont mis en évidence aucune indication de type corrosion sous contrainte.

Les contrôles réalisés sur les cloisons de GV en 2010, initiés à la suite de la détection en 2004 de fissures imputées à la corrosion sous contrainte, n'ont pas mis en évidence de nouvelles indications de fissuration ni montré de variation significative des indications suivies. En outre, les GV font l'objet d'un programme de remplacement important (voir point 3 | 4 | 4).

Contrôle des tuyauteries par l'inspecteur de l'ASN lors de l'épreuve hydraulique du circuit primaire à Cattenom

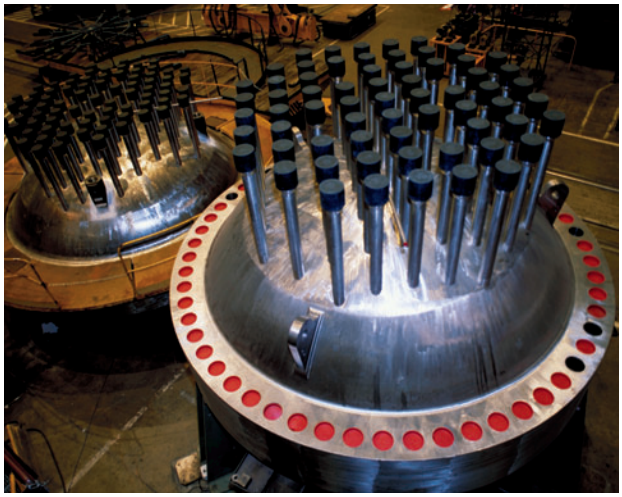
3 | 4 | 3 S'assurer de la résistance des cuves des réacteurs

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

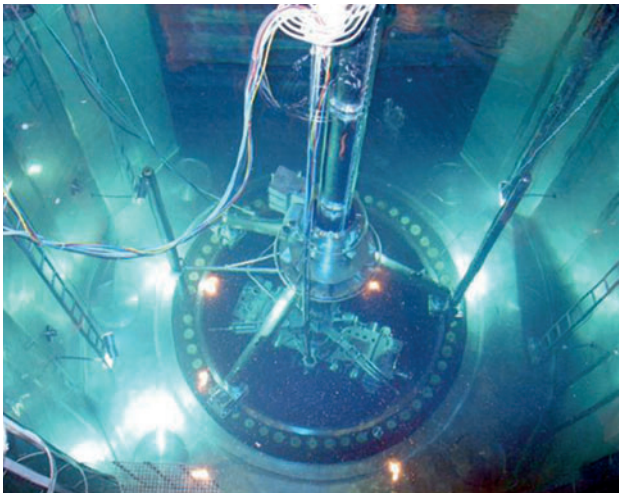
Le contrôle régulier et précis de l'état de la cuve est essentiel pour les deux raisons suivantes :
– la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, à la fois pour des raisons de faisabilité technique et de coût ;
– la rupture de cet équipement n'est pas prise en compte dans les études 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, la cuve se dégrade lentement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur qui fragilisent le métal. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts, ce qui est le cas pour quelques cuves des réacteurs de 900 MWe qui présentent des défauts dus à la fabrication, sous leur revêtement en acier inoxydable.

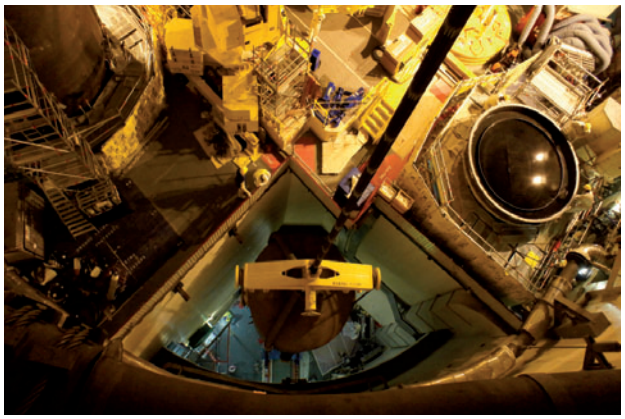
Pour se prémunir contre tout risque de rupture, les mesures suivantes ont été prises dès le démarrage des premiers réacteurs d'EDF :
– un programme de contrôle de l'irradiation : des éprouvettes réalisées dans le même métal que la cuve ont été placées à l'intérieur de celle-ci. On retire régulièrement 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 capsules, 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.



Couvercle de cuve en cours de fabrication (AREVA)



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



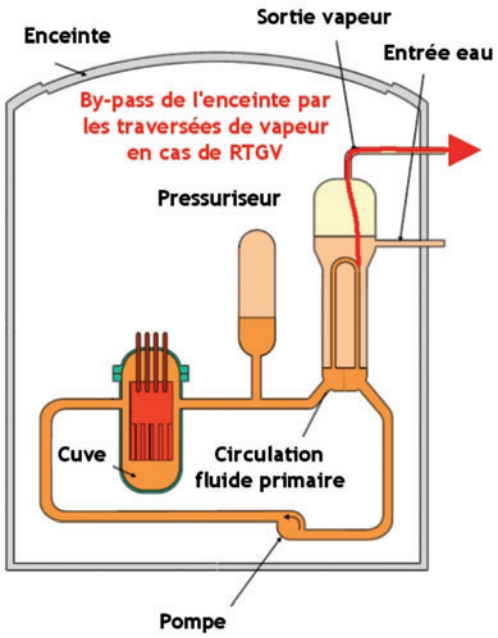
Opération de remplacement d'un générateur de vapeur au Blayais en 2009

L'ASN examine régulièrement les dossiers relatifs à la tenue en service des cuves transmis par EDF afin de s'assurer que la démonstration apportée par EDF concernant la tenue en service des cuves est suffisamment conservative et respecte la réglementation. Ce dossier a été présenté au Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires en juin 2010 et a permis à l'ASN de prendre position sur les conditions d'exploitation des cuves au-delà de trente ans.

3|4|4 Surveiller la maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur (GV) sont des échangeurs de chaleur entre l'eau du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire.

Installation des équipements lors du nettoyage chimique des générateurs de vapeur



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

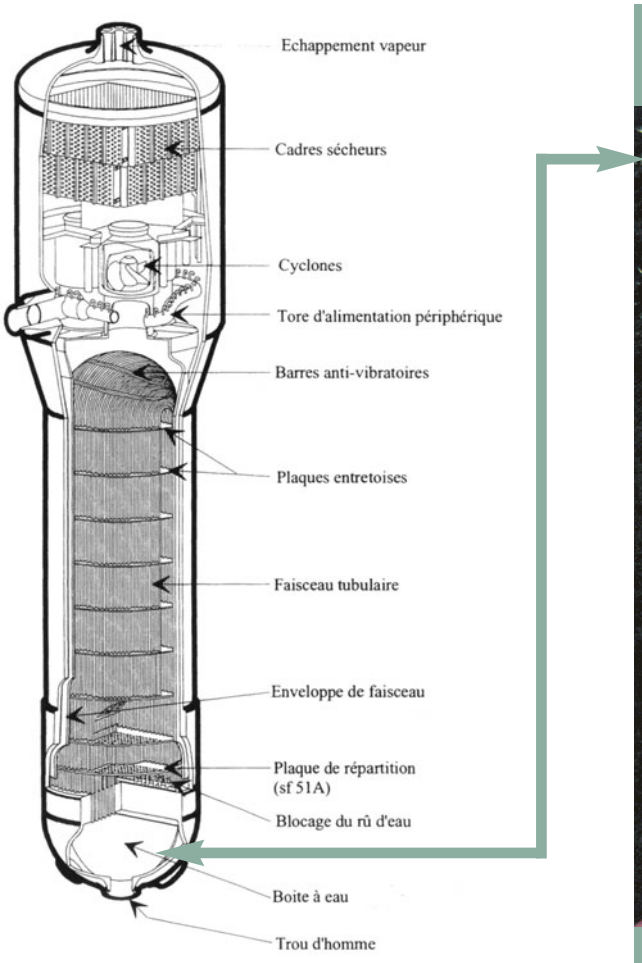
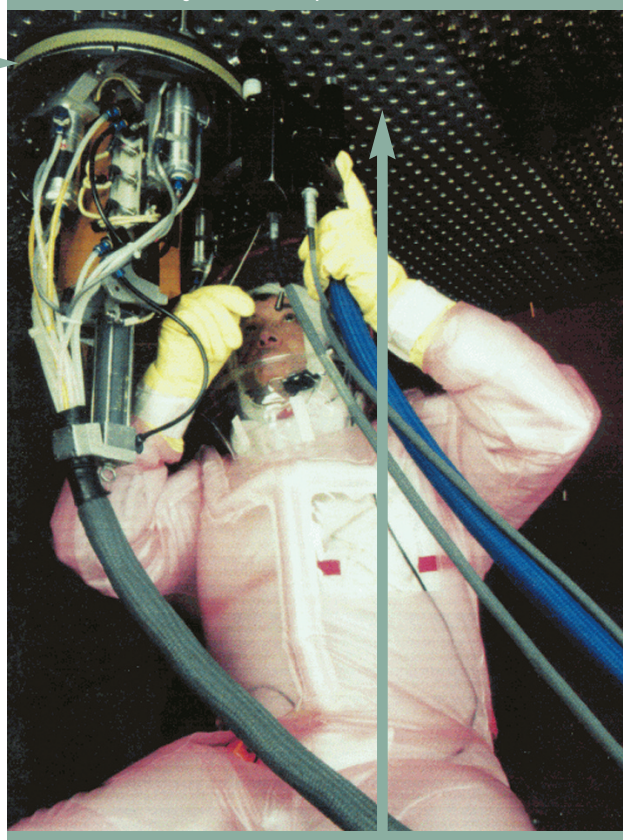


Schéma d'un générateur de vapeur et intervention de pose de bouchons dans la boîte à eau

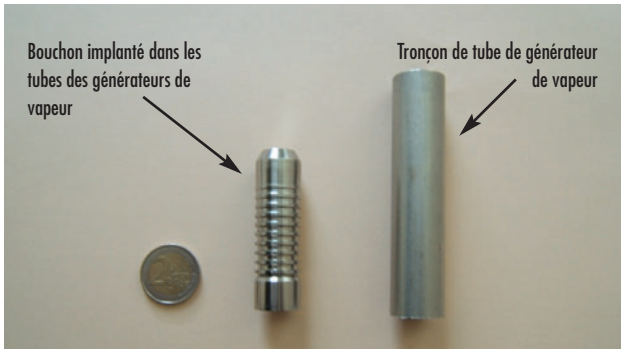
Boîte à eau :
la pose de bouchons est réalisée dans la boîte à eau, aux entrées et sorties des tubes des générateurs de vapeur.



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

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

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



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

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.

Depuis le début des années 1990, EDF mène un programme de remplacement des GV dont les faisceaux tubulaires sont les plus dégradés. Ce programme se poursuit au rythme moyen d'un réacteur chaque année. Fin 2010, six des trente-quatre réacteurs de 900 MWe seront encore équipés de GV avec faisceaux tubulaires en alliage à base de nickel Inconel 600 non traité thermiquement (600 MA), principalement affectés de fissurations par corrosion sous contrainte (voir point 3 | 4 | 2).

3 | 5 Vérifier la conformité des enceintes de confinement

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur

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

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

Les résultats des épreuves décennales pour les enceintes des réacteurs de 1 300 MWe et de 1 450 MWe ont permis d'identifier une évolution des taux de fuite de la paroi interne de certaines de ces enceintes. Cette évolution résulte notamment des effets combinés des déformations du béton et de la perte de précontrainte de certains câbles. Bien que ces phénomènes aient été pris en compte à la conception, ils ont parfois été sous-estimés. En conséquence, en cas d'accident, certaines zones de la paroi seraient susceptibles de se fissurer, ce qui conduirait à des fuites. Pour pallier ce phénomène, EDF a mis en œuvre un programme de réparation préventive qui vise à restaurer l'étanchéité des zones les plus affectées. Ces travaux sont réalisés à chaque visite décennale. À la fin de l'année 2010, les travaux ont été réalisés sur vingt-deux réacteurs sur vingt-quatre. Tous les réacteurs concernés auront fait l'objet de travaux en 2012.

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

3|6 Appliquer la réglementation relative aux équipements sous pression

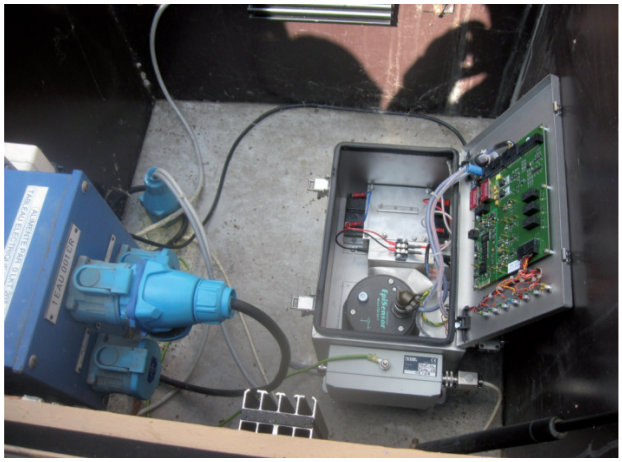
Les équipements sous pression, par l'énergie qu'ils sont susceptibles de libérer en cas de défaillance, indépendamment du caractère éventuellement dangereux du fluide qui serait alors relâché, présentent des risques qu'il convient de maîtriser.

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

Parmi ces équipements, ceux susceptibles d'émettre des rejets radioactifs en cas de défaillance sont appelés équipements sous pression nucléaires (ESPN) et sont réglementés par l'arrêté du 12 décembre 2005. En complément des exigences applicables aux équipements sous pression conventionnels et des textes déjà existants pour les circuits primaire et secondaires des réacteurs, cet arrêté soumet les équipements sous pression nucléaires à des exigences complémentaires de sécurité qui entrent en application le 22 janvier 2011. Dans la perspective de cette échéance, EDF a entamé l'élaboration des documents requis par cet arrêté, dont l'instruction par l'ASN a par ailleurs commencé en 2010. En particulier, les modalités de classement des équipements ont fait l'objet d'une présentation devant le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires.

L'ASN est également chargée du contrôle de l'application de la réglementation relative à l'exploitation des équipements sous pression non nucléaires des centrales nucléaires. Ce contrôle consiste à vérifier, notamment par des actions sur site, qu'EDF applique les dispositions qui lui sont imposées. Parmi les actions réalisées en 2010 par l'ASN, figurent les audits et les visites de surveillance des services d'inspection des sites. Ces services sont chargés, sous la responsabilité des exploitants, de mettre en œuvre les actions d'inspection assurant la sécurité des équipements. Leur compétence, limitée actuellement aux équipements sous pression non nucléaires, pourra à l'avenir être étendue aux équipements sous pression nucléaires dès lors que les exigences associées à ces équipements, en particulier celles correspondant à leur rôle vis-à-vis de la sûreté, auront été correctement définies. L'ASN a réalisé en 2010 six audits de renouvellement de la reconnaissance de ces services d'inspection ainsi que l'audit initial de reconnaissance du service d'inspection de la centrale de Fessenheim.

Parmi les événements survenus en 2010 sur les équipements sous pression, hors circuit primaire et secondaires traités au point 3|4, figurent les dégradations liées aux mécanismes de



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

corrosion et d'érosion détectées sur les sécheurs surchauffeurs (GSS). Ces équipements, destinés à sécher et surchauffer la vapeur provenant des générateurs de vapeur, sont des équipements sous pression constitués d'une enceinte de plus de quatre mètres de diamètre, de vingt mètres de long et dimensionnée à la pression de 17 bar et à une température de 300 °C. De par l'énergie qu'ils contiennent, ils peuvent, en cas de défaillance, présenter des risques pour la sécurité du personnel.

Si un programme d'inspection complet et des réparations ont été et sont encore menés sur ces équipements pour les réacteurs de 1 300 MWe à la suite d'événements en 2008, d'autres dégradations sont apparues en 2010 sur les équipements équivalents des réacteurs de 900 MWe. L'exploitant a engagé un programme de contrôle et développe des solutions de réparations des zones affectées par ces dégradations. Les dégradations constatées en 2010 sur plusieurs zones du circuit secondaire ont également conduit l'ASN à se montrer particulièrement vigilante sur le respect des modalités de suivi par appareil témoin définies par EDF.

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

3|7|1 Prévenir les risques liés au séisme

Les bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires ont été conçus pour résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes jamais survenus dans la région du site. Les règles de prise en compte du risque sismique font l'objet de révisions régulières en fonction de l'avancée des connaissances et d'une application au cas par cas lors des réexamens de sûreté. Bien que la France ne présente pas un fort risque sismique, ce sujet fait ainsi l'objet d'efforts importants de la part d'EDF et d'une attention soutenue de la part de l'ASN.

Les règles de conception

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

La RFS V.2.g relative aux calculs sismiques des ouvrages de génie civil a été révisée et publiée en 2006, sous la forme d'un guide (guide n° 2/01 du 26 mai 2006) relatif à la prise en compte du risque sismique à la conception des ouvrages de génie civil des INB de surface (à l'exception des stockages à long terme des déchets radioactifs). Il est le fruit de plusieurs années de travail d'experts dans le domaine du génie parasismique. Ce texte définit, pour les INB de surface, à partir des données de site, les dispositions de conception parasismique des ouvrages de génie civil ainsi que des méthodes acceptables pour :

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

Les réévaluations sismiques

Dans le cadre des réexamens de sûreté en cours (voir point 2|2|3), la réévaluation sismique consiste notamment à actualiser le niveau de séisme à prendre en compte en appliquant la RFS 2001-01. Lors du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a demandé à EDF d'étudier le dimensionnement au séisme des bâtiments électriques des réacteurs du palier CPY et d'analyser le risque d'agression des bâtiments électriques par la salle des machines. Pour les réacteurs du palier CP0, l'ASN a demandé à EDF d'étudier le dimensionnement au séisme des bâtiments de l'îlot nucléaire et des salles des machines. Les études ont conduit à définir des modifications de renforcement de matériels ou de structures, dont la mise en œuvre a débuté en 2009 à l'occasion des visites décennales du réacteur 1 du Tricastin et du réacteur 1 de Fessenheim. Les conclusions de ces études et les modifications identifiées par EDF ont été examinées lors de la réunion du GPR du 20 novembre 2008 dédiée à la clôture du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Pour ce qui concerne le réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe, EDF a étudié la stabilité sous séisme des salles des machines des réacteurs ainsi que la tenue du génie civil du bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde.

Ces études ont mis en évidence le fait que le dimensionnement d'origine permet de garantir la tenue de ces réacteurs vis-à-vis des séismes réévalués selon la RFS 2001-01, sous réserve de compléments de justification concernant la non-agression par la salle des machines du bâtiment électrique et des auxiliaires de sauvegarde des réacteurs du palier P'4.

Pour la préparation des prochaines réévaluations sismiques (réexamen à quarante ans pour les réacteurs de 900 MWe et à trente ans pour les réacteurs de 1300 MWe), l'ASN a constitué un groupe de travail réunissant EDF, l'IRSN et l'ASN. L'objectif de ce groupe est de déterminer les séismes de référence à prendre en compte pour ces prochaines réévaluations. Les discussions relatives aux réacteurs de 1 300 MWe se sont terminées en juin 2009. EDF a donc soumis à l'ASN une note technique proposant une mise à jour des niveaux de séisme qui seront pris en compte dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe. L'ASN fixe les objectifs de sûreté applicables aux installations

nucléaires. À ce titre, elle a pris position sur ces propositions en 2010. Par ailleurs, l'ASN participe également à un groupe de travail constitué par la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et réunissant l'IRSN et le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). L'objectif de ce groupe de travail est de réaliser une comparaison des aléas pris en compte et du dimensionnement des constructions entre les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les INB.

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

À la suite de l'inondation du site du Blayais en décembre 1999, EDF avait engagé une démarche de réévaluation du risque d'inondation externe et de protection de ses centrales nucléaires contre ce risque. Cette réévaluation porte principalement sur la révision de la cote majorée de sécurité (CMS : niveau d'eau maximal pris en compte pour dimensionner les ouvrages de protection de la centrale). La CMS révisée prend en compte des causes d'inondation supplémentaires, comme les pluies de forte intensité, la rupture de capacités de stockage d'eau et la remontée de la nappe phréatique. La conduite à appliquer aux réacteurs en cas de montée des eaux est également réévaluée. Un dossier a été établi pour chaque site et les travaux d'amélioration de la protection des sites ont été déterminés. EDF a achevé en octobre 2007 les travaux rendus nécessaires par la réévaluation du risque d'inondation pour ce qui concerne les risques d'entrée d'eau.

Dans le but de statuer sur la démarche globale de prise en compte du risque d'inondation externe pour les réacteurs d'EDF, mais aussi pour les autres installations nucléaires, l'ASN a demandé l'avis du GPR et du GPU. L'ASN a suivi les recommandations du GPR et GPU et a formulé six demandes particulières concernant les risques de rupture de barrage, de circuit ou d'équipement, les risques de crue, les protections contre les pluies et la protection du site du Tricastin. À cette occasion, une difficulté a été soulevée : la sûreté de certaines installations vis-à-vis de l'inondation externe dépend largement du comportement d'ouvrages extérieurs qui n'appartiennent pas à EDF, notamment pour les centrales nucléaires de Cruas-Meysse et du Tricastin. L'évaluation de la robustesse, de la surveillance et de l'entretien de ces ouvrages nécessite de lancer des actions selon un processus de décision entre les concessionnaires des ouvrages, les autorités publiques et EDF. Dans ce contexte, l'ASN a rappelé à EDF ses responsabilités d'exploitant et lui a demandé de poursuivre les échanges entrepris avec les concessionnaires des ouvrages considérés et de la tenir informée de l'avancement de son action.

L'ASN considère que l'avancement des études et des travaux est conforme aux attentes. Pour le cas particulier de la centrale nucléaire du Tricastin, EDF a réalisé des compléments d'étude relatifs au risque de rupture de barrage, sur lesquels l'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN. Parallèlement, un groupe de travail rassemblant des experts de l'IRSN, des représentants des exploitants et de l'ASN, a lancé la révision de la RFS I.2.e relative à la prise en compte du risque d'inondation. Le nouveau guide relatif à la protection des INB contre le risque d'inondation portera sur le choix des aléas susceptibles de conduire à une inondation du site et sur les méthodes de caractérisation de l'ensemble de ces aléas. Ce projet de guide élaboré par le groupe de travail a fait l'objet d'une consultation en 2010. Le GPR et le GPU se réuniront en 2011. L'ASN devrait diffuser ce nouveau guide en 2012. En outre, l'ASN participe à la mise à jour du guide de l'AIEA concernant le risque d'inondation externe pour les sites nucléaires. L'objectif est multiple :
– inclure le retour d'expérience ;
– inclure les études sur les changements climatiques ;
– avoir un seul guide remplaçant les différents guides AIEA sur le sujet ;
– prendre en compte de nouveaux phénomènes ;
– prendre en compte l'ensemble des installations nucléaires.

L'année 2010 a également été marquée par le déclenchement d'un plan d'urgence inondations (PUI) par la centrale nucléaire du Blayais en prévision de vents violents le 28 janvier. Le centre de crise de l'ASN a été activé pour cet événement. Le PUI a été levé quelques heures plus tard sur la base d'évolutions

Vue aérienne d'ensemble de la centrale nucléaire du Blayais, sur l'estuaire de la Gironde

Prise en compte du risque incendie ou explosion

favorables d'une part du niveau d'eau dans la Gironde et d'autre part des vitesses de vent. Le site du Blayais n'a pas été inondé.

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

La canicule observée durant l'été 2003 a eu des conséquences notables sur l'environnement des centrales nucléaires : certains cours d'eau ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatif. Or, cette eau constitue la source froide de certaines centrales nucléaires. Par ailleurs, la canicule a également entraîné des températures élevées dans l'air, provoquant une augmentation de température des locaux des centrales nucléaires. 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 un référentiel « grands chauds » qui examine et réévalue le fonctionnement des installations dans des conditions plus sévères que celles retenues à la conception, en prenant des hypothèses de température d'eau et d'air plus élevées. EDF a proposé une déclinaison de ce référentiel pour les réacteurs de 900 MWe, une autre pour les réacteurs de 1 450 MWe. Le référentiel des réacteurs de 1 300 MWe sera transmis en vue du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales de ces réacteurs. L'ASN a pris position en 2009 sur les référentiels pour les réacteurs de 900 MWe et de 1450 MWe. En parallèle, EDF a mis en place certaines modifications qui améliorent la capacité de refroidissement ou qui renforcent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

En même temps, EDF a engagé en interne une veille climatique relative à la canicule afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses retenues dans les référentiels « grands chauds ». Dans le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 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.

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

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

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

Les règles de conception des installations doivent empêcher l'extension d'un incendie éventuel et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur :
– le principe de découpage de l'installation en secteurs conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné, chaque secteur étant délimité par des éléments de sectorisation (portes, murs coupe-feu, clapets coupe-feu…) qui présentent une durée de résistance au feu spécifiée à la conception ;
– la protection des matériels qui participent de façon redondante à une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :
– veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux - que ce soient les matières présentes en permanence ou de façon provisoire - restent en deçà des hypothèses retenues pour la conception des éléments de sectorisation ;
– identifier et analyser les risques d'incendie. En particulier, pour tous les travaux susceptibles d'initier un incendie, un permis de feu doit être établi et des dispositions de protection doivent être mises en œuvre.

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

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

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

En 2005, l'ASN a demandé à EDF de mieux prendre en compte le risque d'explosion d'origine interne. L'ASN a par la suite demandé à EDF de réexaminer les dispositifs de protection associés pour les réacteurs de 900 MWe, ainsi que pour les réacteurs de 1 300 MWe et de 1 450 MWe.

L'ASN s'intéresse également aux mesures de prévention et de surveillance mises en œuvre par rapport au risque d'explosion. Elle veille ainsi à ce que :
– EDF prenne en compte dans son référentiel ce risque pour tous les gaz (et pas seulement pour l'hydrogène), pour tous les bâtiments des sites (et pas seulement ceux qui abritent le réacteur) et pour les phases d'exploitation et de maintenance ;
– la déclinaison de ce référentiel soit effective au plus tôt sur tous les sites.

Enfin, l'ASN s'assure du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX), et a ainsi demandé à EDF de mettre en place une organisation lui permettant d'identifier les

locaux à risque, de définir le classement en zones et les modifications associées. Les inspecteurs de l'ASN vérifient l'efficacité et la pertinence de cette organisation lors de leurs inspections sur site.

3|8 Contrôler l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

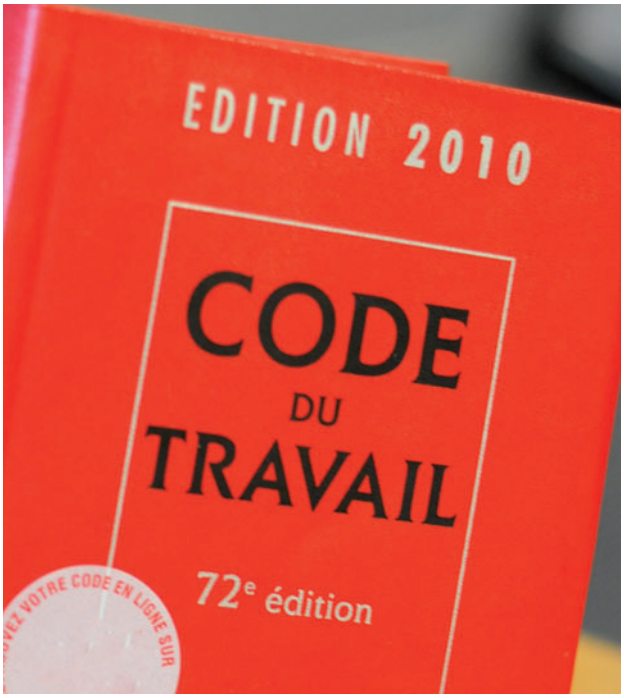
L'ASN est en charge du contrôle de la sûreté et de l'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'article 57 de la loi TSN et du code du travail (article R 8111-11). La santé, la sécurité, les conditions de travail et la qualité de l'emploi des salariés d'EDF, de ses prestataires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

Les principales missions des agents de l'ASN en charge de l'inspection du travail sont de :
– faire respecter la réglementation du travail, en contrôlant qu'elle est effectivement et correctement appliquée, par tous les moyens mis à sa disposition, mais aussi en accompagnant EDF dans l'appropriation et la déclinaison des prescriptions réglementaires ;
– enquêter sur les accidents du travail et s'assurer que l'exploitant engage les actions permettant de garantir la sécurité des travailleurs ;
– prendre des décisions en matière d'organisation du travail (dérogation à la durée du travail ou repos) ou de relations professionnelles ;
– identifier et suivre dans la mesure du possible les conflits sociaux dans le cadre de sa mission de conciliation ;
– informer et conseiller les salariés et leurs représentants et les employeurs, participer aux réunions de CHSCT ;
– informer l'ASN des déficiences et abus constatés non couverts par la législation du travail et de la situation des établissements contrôlés.

Ainsi ce sont environ 20 000 salariés EDF et autant de salariés de prestataires permanents ou sur chantiers ponctuels qui relèvent, pour les 19 centrales nucléaires en exploitation, les 9 réacteurs en démantèlement et pour la centrale en construction à Flamanville, de l'Inspection du travail de l'ASN.

Au 31 décembre 2010, l'ASN dispose pour les missions d'inspection du travail de 13 inspecteurs et d'un directeur du travail placé au niveau central en position fonctionnelle d'animation et de coordination du réseau des inspecteurs du travail. Les missions d'animation sont renforcées, les méthodes harmonisées, les ressources et la veille documentaires diffusées. Enfin, les liens avec les autres activités de contrôle des centrales nucléaires se consolident pour contribuer à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN.

La coordination avec la Direction générale du travail du ministère en charge du travail s'est renforcée depuis 2009 et fait l'objet d'une convention de coopération signée début 2011.



Le contrôle de l'application de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail a constitué, en 2010, la principale activité de l'ASN en matière d'inspection du travail

4 LA RADIOPROTECTION ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

4|1 Contrôler la radioprotection des personnels

Dans le cadre des attributions de l'ASN pour le contrôle des INB prévues à l'article 4 de la loi TSN, les centrales nucléaires de production d'électricité font l'objet d'un contrôle du respect de la réglementation relative à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, personnel EDF et prestataires, et ce, durant tout le cycle de l'installation.

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

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

– 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 du personnel. Cela peut être l'instruction :
- des événements déclarés comme significatifs en matière de radioprotection ;
- de dossiers de maintenance ou de modification d'envergure nationale, avec l'appui de l'IRSN.

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 afin d'identifier des voies de progrès possibles. Enfin, des réunions périodiques sont réalisées afin de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels à l'étude ou à déployer sur le parc.

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

Lors de l'instruction des dossiers relatifs aux nouveaux réacteurs, en particulier le réacteur EPR, l'ASN a demandé à EDF de tirer les enseignements du parc nucléaire en exploitation et des réacteurs de technologies similaires à l'étranger, en vue de réduire autant que raisonnablement possible la dose collective. À ce titre, l'ASN instruit, avec l'IRSN, les modalités de conception et de construction prises pour réduire la dose collective mais aussi les doses individuelles des travailleurs les plus exposés. De plus, l'ASN réalise des inspections sur les sites en construction en matière de radioprotection des travailleurs, notamment lors des contrôles non destructifs réalisés à l'aide de sources radioactives.

4|2 Maîtriser l'impact environnemental et sanitaire des centrales nucléaires

4|2|1 Réviser les prescriptions relatives aux rejets

La loi TSN, et en particulier son article 29, donne compétence à l'ASN pour définir les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau des INB et aux rejets de substances radioactives issues de ces mêmes installations (voir chapitre 4, point 3|3|1). En ce qui concerne les centrales nucléaires de production d'électricité, l'objectif de l'ASN est que la majorité des prescriptions existantes relatives aux rejets soit revue afin d'obtenir une plus grande harmonisation entre les différents sites. Les nouvelles prescriptions relatives aux rejets prennent désormais la forme de deux décisions :
- la première décision, soumise à homologation des ministres chargés de la sûreté nucléaire, fixe les limites de rejets ;
- la seconde définit les prescriptions relatives aux modalités de rejets, de prélèvements et de consommation d'eau.

À l'occasion des demandes de renouvellement ou de modification des autorisations 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 résultant du fonctionnement courant des réacteurs ;
- pour les substances non radioactives, l'ASN a décidé de fixer des prescriptions de rejets de substances non réglementées par le passé, afin d'encadrer la quasi-totalité des rejets et de s'inscrire dans une démarche d'amélioration de la sensibilité aux enjeux environnementaux.

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

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

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

Enfin, il faut noter que les avancées technologiques ont permis de faire évoluer les limites de détection et les seuils de décision, garantissant une meilleure détermination des rejets effectifs.

Les valeurs des rejets radioactifs

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

Les résultats de 2010 pour les rejets d'effluents radioactifs sont présentés dans les graphiques 2 et 3. Le graphique 2 « rejets radioactifs liquides » présente les rejets en 2010, par paires de réacteurs, en tritium liquide et hors tritium liquide (carbone 14, iode 131, nickel 63 et autres radionucléides émetteurs β et γ). Le graphique 3 « rejets radioactifs gazeux » présente les rejets en 2010, par paires de réacteurs, en gaz (carbone 14, tritium et gaz rares) et en halogènes et aérosols (iode et autres radionucléides émetteurs β et γ). L'évaluation de l'impact radiologique de ces rejets est présentée au point 3 | 3 | 2 du chapitre 4.

4 | 2 | 2 Contrôler la gestion des déchets

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

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

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

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

4 | 2 | 3 Renforcer la protection contre les autres risques et les nuisances

Les centrales nucléaires sont soumises à la réglementation technique générale des INB dont les grands principes sont décrits dans le chapitre 3. Néanmoins, elles sont confrontées à des problématiques très spécifiques et à fort enjeu, telles que celles relatives aux légionelles ou à l'émission de fluides frigorigènes, exposées plus en détail ci-dessous.

La maîtrise du risque microbiologique

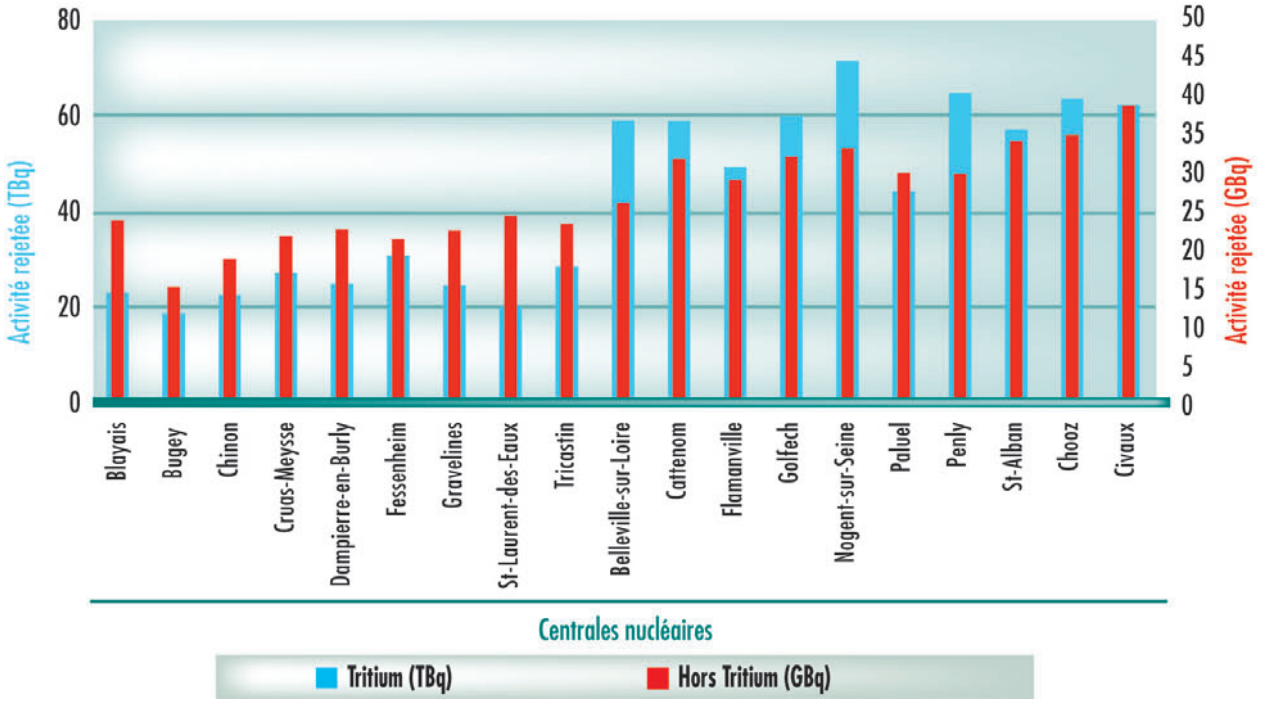
La gestion du risque bactériologique dans les centrales nucléaires représente un enjeu sanitaire en raison de la gravité des infections potentielles mais également un enjeu environnemental au regard des impacts des rejets induits par les traitements biocides.

À NOTER

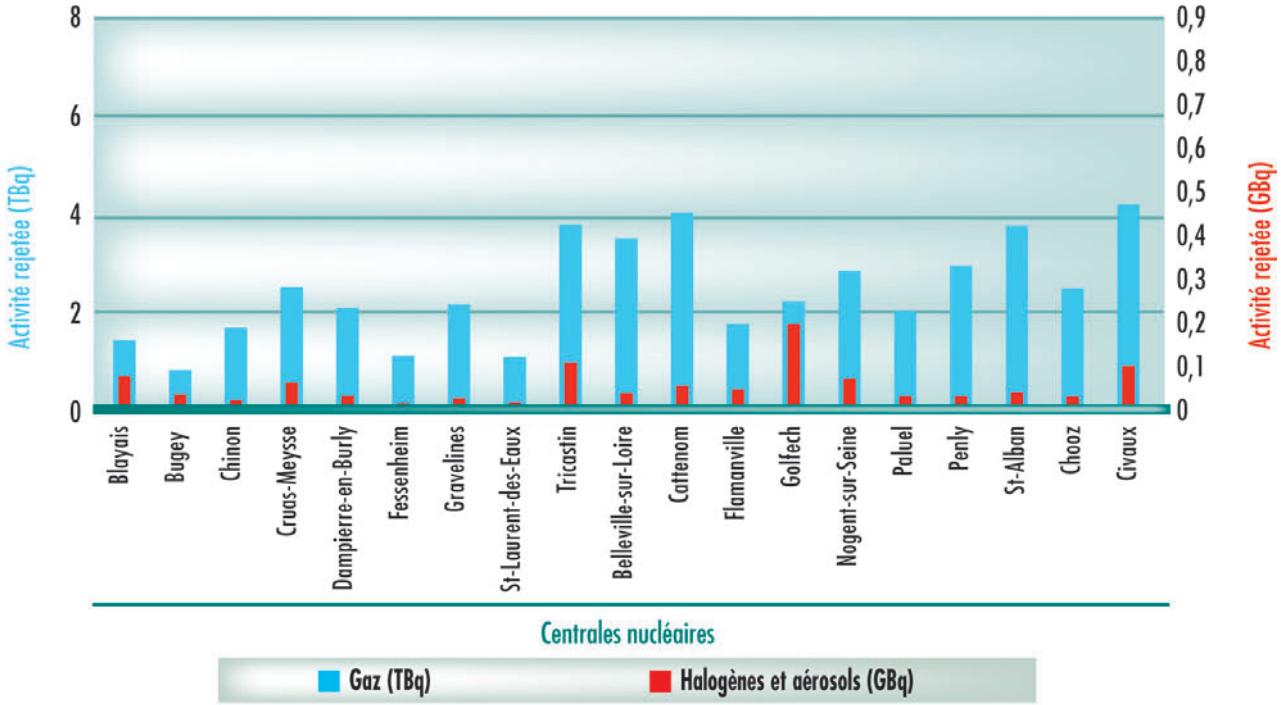
Les niveaux de concentration en légionelles dans les grandes tours de refroidissement des centrales nucléaires

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

Graphique 2 : rejets radioactifs liquides (2010)



Graphique 3 : rejets radioactifs gazeux (2010)



Pour renforcer la prévention du risque de légionellose lié au fonctionnement des tours aéroréfrigérantes (point 1 | 1 | 7), l'ASN, en liaison avec la Direction générale de la santé (DGS), a imposé à EDF en 2005 des niveaux maximaux de concentration en légionelles dans les circuits de refroidissement ainsi que des exigences en matière de surveillance des installations.

En 2008, l'ASN a saisi l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) pour mieux apprécier les risques sanitaires et environnementaux liés à cette problématique. Sur la base des avis rendus par l'AFSSET, l'ASN a demandé à EDF de définir et mettre en œuvre des dispositions préventives ou curatives pour réduire le risque lié aux micro-organismes,

tout en recherchant à minimiser les rejets chimiques induits par les traitements. Étant donné les enjeux sanitaires associés à ce dossier - puisque certains sites connaissent toujours des colonisations en légionelles dépassant parfois les 10^5 UFC/l, l'ASN suit avec attention l'état d'avancement du plan d'actions en exigeant d'EDF qu'elle explore toutes les solutions alternatives aux traitements chimiques réguliers et toutes les méthodes et techniques permettant d'atténuer l'impact de ces traitements le cas échéant. Au travers des dossiers instruits et de ses contrôles sur le terrain, l'ASN vérifie l'avancement et les résultats associés à ces actions de lutte anti-légionelles.

La réduction des émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone

Pour répondre à des besoins industriels mais aussi tertiaires, les centrales nucléaires possèdent des groupes frigorifiques. La technologie employée dans ces groupes fait intervenir un fluide frigorigène dont la vaporisation et la condensation permet les transferts de chaleur. L'utilisation de ces fluides frigorigènes est encadrée par un certain nombre de textes réglementaires dont le règlement européen 1005/2009 entré en vigueur au 1er janvier 2010. Il vise à limiter la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Par ailleurs, le décret n° 2007-737 du 7 mai 2007 relatif à certains fluides frigorigènes prévoit des dispositions relatives à l'information du représentant de l'État lors de la détection de fuite ou d'opération de dégazage.

Depuis 2009, l'ASN demande à EDF de réaliser un bilan annuel et une analyse des pertes de fluides frigorigènes. L'ASN suit également avec attention l'avancement des remplacements des groupes frigorigènes qui doit se conformer au calendrier d'élimination fixé par la réglementation européenne[2].

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

5|1 Le contrôle de la construction en 2010 du réacteur EPR

L'examen de la conception détaillée de Flamanville 3

L'examen de la conception détaillée est réalisé par l'ASN avec l'appui technique de l'IRSN sur la base d'un examen documentaire. En 2010, l'ASN et l'IRSN ont d'une part poursuivi l'instruction de la conception du système de contrôle-commande et du génie civil de l'installation, d'autre part initié l'examen de la conception détaillée de certains systèmes importants pour la sûreté du réacteur en se focalisant sur les systèmes novateurs et les systèmes intervenant dans la protection et la sauvegarde du réacteur ou dans le maintien des trois fonctions de sûreté (voir point 1).

En complément de l'examen technique d'études de conception détaillée réalisé avec l'appui de l'IRSN, l'ASN a mené en 2010 neuf inspections dans les services d'ingénierie en charge de leur réalisation et de la surveillance des fabrications chez les fournisseurs. L'ASN a ainsi contrôlé la mise en œuvre des exigences de l'arrêté du 10 août 1984 dans le système de management du projet, en particulier les exigences relatives à la gestion et la surveillance des prestataires, 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, à la gestion du retour d'expérience et à la prise en compte des facteurs organisationnels et humains sur le chantier. L'application de ces exigences a été contrôlée à la fois au niveau des services d'ingénierie et du chantier de Flamanville 3.

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

Sur le chantier de la construction, l'ASN a réalisé, avec l'appui de l'IRSN, vingt-quatre inspections en 2010. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

Inspection du travail par les inspecteurs de l'ASN sur le chantier EPR

2. Le règlement n°2037/2000 modifié fixait ainsi au 1er janvier 2010, l'interdiction et la mise sur le marché des HCFC, et au 1er janvier 2015, l'interdiction de l'utilisation des HCFC recyclés pour la maintenance et l'entretien des équipements de réfrigération et de climatisation. Cette dernière échéance a été reprise par le règlement européen n°1005/2009 qui a abrogé le règlement n°2037/2000.

À NOTER EN 2010

Inspection conjointe de l'ASN et de l'Autorité finlandaise STUK d'AREVA NP

L'ASN a mené, les 29 et 30 mars 2010, avec l'Autorité finlandaise STUK, une inspection conjointe du fabricant AREVA NP chez l'un de ses fournisseurs, la société FIVES NORDON à Nancy. La lettre de suite de cette inspection est publiée sur le site Internet de l'ASN. Cette inspection avait pour objet d'examiner les actions mises en place à la suite d'écarts non documentés détectés lors de la fabrication de tuyauteries primaires destinées au réacteur EPR de Olkiluoto 3 (EPR OL3). Les inspecteurs ont formulé à AREVA NP des demandes d'actions correctives relatives à la qualité de l'analyse des risques de ce fournisseur, à la mise en œuvre d'un système d'inspection interne, à la formalisation des gestes concourant à la qualité et à la déclinaison opérationnelle des exigences relatives au système qualité et au référentiel de fabrication. Une réponse adéquate à ces demandes ayant été apportée par AREVA NP, l'ASN a autorisé la reprise des fabrications d'équipements destinés au réacteur EPR Flamanville 3 chez ce fournisseur, sous condition de la mise en œuvre temporaire d'une surveillance renforcée par AREVA NP et EDF. L'ASN a en outre demandé à AREVA NP et EDF de tirer toutes les leçons des défaillances constatées et d'accroître l'efficacité de leurs systèmes de surveillance des fournisseurs en prenant des mesures permettant de détecter les signes avant coureurs d'une baisse de la qualité des productions.

– le génie civil dont les activités relatives à la mise en place de la peau métallique de revêtement de l'enceinte interne du bâtiment réacteur ;
– les activités de montage mécanique ;
– les activités de montage des systèmes électriques ;
– les contrôles non destructifs et la radioprotection ;
– l'organisation et le management de la sûreté au sein du chantier ;
– l'impact du chantier sur la sûreté des réacteurs de Flamanville 1 et 2 ;
– l'impact environnemental du chantier de construction.

De manière plus précise, l'ASN a porté en 2010 une attention particulière sur les sujets suivants :
– mise en place du système de précontrainte de l'enceinte interne du bâtiment réacteur. À la demande de l'ASN, EDF a apporté les justificatifs démontrant l'absence d'impact sur la sûreté du réacteur d'un non-respect du positionnement de gaines de précontrainte survenu fin 2009. En juin 2010, EDF a informé l'ASN de la présence, dans le béton coulé, d'une gaine de précontrainte présentant une déformation, qui rend impossible le passage des câbles de précontrainte tels que conçus : une réparation est nécessaire ;
– mise en place de la peau métallique (liner) de l'enceinte interne du bâtiment réacteur. Depuis la fin de l'année 2008, l'ASN suit avec vigilance la qualité de réalisation de cette partie d'ouvrage. Ainsi, au début de l'année 2009, l'ASN avait demandé à EDF de mettre en place un plan d'actions afin d'améliorer la qualité de réalisation de ces soudures et, dans l'attente, de mettre en place un contrôle radiographique à 100 % des soudures. L'année 2010 a vu à deux reprises la qualité des soudures se dégrader temporairement, le temps qu'EDF mette en place des mesures correctives et préventives. L'ASN a procédé à une inspection en juillet 2010 sur ce thème et a demandé à EDF de renforcer la prise en compte des enseignements tirés des anomalies détectées en 2009 pour l'ensemble des activités de soudage du chantier ;
– méthode de traitement des reprises de bétonnage pour respecter le référentiel de la construction des ouvrages de génie civil. L'ASN a constaté, au cours de plusieurs inspections en 2009, que des reprises de bétonnage étaient d'une qualité insatisfaisante et que les méthodes de traitement utilisées pour effectuer ces reprises de bétonnage n'étaient pas celles prévues par le référentiel applicable pour la construction. L'ASN a demandé à EDF de justifier l'utilisation de méthodes différentes de celles inscrites dans ce référentiel. EDF a alors réalisé des essais afin de justifier le comportement des reprises de bétonnage réalisées selon ces méthodes alternatives. Les résultats ont été présentés fin 2010 à l'ASN et à l'IRSN ; l'ASN prendra position courant 2011 sur ces éléments ;
– événement significatif pour la sûreté du réacteur de Flamanville 2 en lien avec les activités de construction de Flamanville 3. En juin 2010, un ouvrier travaillant sur le chantier de construction de Flamanville 3 a procédé au percement partiel d'un bloc en béton contenant l'un des câbles électriques 400 kV alimentant le réacteur de Flamanville 2 : la surveillance opérée par EDF a joué son rôle dans la mesure où le percement a été stoppé avant de porter atteinte au câble. Cet événement rappelle l'importance de la maîtrise des risques engendrés par le chantier de Flamanville 3 sur les réacteurs en exploitation. L'ASN réalise périodiquement des inspections sur le chantier de Flamanville 3 et la centrale nucléaire de Flamanville en exploitation pour vérifier que les dispositions mises en place par EDF concernant ces risques respectent les prescriptions de l'ASN.

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

L'inspection du travail est assurée par l'ASN depuis la signature du DAC. Les actions menées en 2010 ont consisté en :
– la participation à des réunions du collège interentreprises de sécurité, de santé et des conditions de travail (CIESSCT) et du comité de lutte contre le travail illégal (COLTI) ;
– la réalisation de contrôles de sécurité sur le chantier ;
– la réalisation d'enquêtes sur les accidents survenus sur le chantier ;
– la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés ;
– la réponse à des demandes concernant les plans de coordination de la prévention des risques sur les chantiers nécessitant de nombreux intervenants.

En 2010, 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 déclarations

Gestion de l'incendie d'un transformateur électrique sur la centrale de Paluel – Avril 2010

des travailleurs étrangers, aux durées du travail, aux risques liés à la co-activité et à la prise en compte du retour d'expérience du parc de réacteurs en exploitation lors de la conception de ce réacteur.

Le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Au cours de l'année 2010, l'ASN et les organismes agréés ont poursuivi l'examen des dossiers relatifs à la conception et à la fabrication des équipements des circuits primaire et secondaires du réacteur EPR qui sont pour la plupart actuellement en cours de fabrication (cuve, pompes primaires, mécanismes de commande de grappe, pressuriseur, générateurs de vapeur, ainsi qu'une partie des tuyauteries, vannes et robinets). L'ASN et les organismes agréés ont par ailleurs réalisé 776 inspections pour surveiller la fabrication de ces équipements, ce qui correspond à plus de 1 000 jours de présence dans les usines du fabricant AREVA NP, ainsi que de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants. En fin d'année 2010, l'ASN et les organismes agréés ont surveillé par ailleurs la réalisation des épreuves de tenue à la pression qui marqueront la fin de fabrication des premiers ESPN ou composants d'ESPN destinés au réacteur EPR Flamanville 3 (corps de cuve, robinets, tuyauteries).

5 | 2 L'ASN engage la revue des options de sûreté du nouveau réacteur ATMEA 1

Plusieurs pays dans le monde envisagent la construction de nouvelles centrales nucléaires. Dans ce contexte, la société ATMEA, coentreprise formée par l'industriel français AREVA et l'industriel japonais Mitsubishi Heavy Industries (MHI), a sollicité l'ASN afin de réaliser une revue des options de sûreté 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 une convention qui précise cette revue. L'objectif de cette revue des options de sûreté, réalisée avec l'appui de l'IRSN, est d'évaluer si les options de sûreté d'ATMEA 1 sont conformes à la réglementation française. Initié à l'été 2010, cet examen est mené dans les mêmes conditions que pour une INB ayant vocation à être construite en France. Au cours de l'examen technique, l'ASN consultera le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR). L'ASN rendra publiques les conclusions de cet examen fin 2011. Cette revue permettra également à l'ASN d'assister, le cas échéant, les Autorités de sûreté des pays où serait construit ce réacteur.

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.

5 | 3 Faits marquants relatifs aux risques d'incendie et d'explosion

Les incendies de transformateurs

Deux incendies de transformateurs se sont déclarés sur des centrales en 2010. Le transformateur est situé à l'extérieur de la zone nucléaire et permet, à partir de l'énergie produite par le réacteur, d'alimenter le réseau électrique. Dans les deux cas, l'exploitant a déclenché son plan d'urgence interne (PUI) afin de mobiliser l'ensemble des ressources nécessaires à la gestion de l'événement.

Le premier incendie s'est déclaré le 8 avril 2010 sur le transformateur principal du réacteur 3 de la centrale de Paluel. Le second s'est déclaré le 25 juillet 2010 sur l'un des pôles du transformateur principal du réacteur 2 de la centrale du Tricastin.

Ces deux événements ont fait l'objet d'inspections de l'ASN. Les inspecteurs ont notamment examiné le déroulement de l'événement, les actions engagées pour l'arrêt du réacteur, ainsi que le déroulement de l'intervention de lutte contre l'incendie mené conjointement par l'équipe d'intervention du site et le Service départemental d'incendie et de secours (SDIS).

Les études de risque d'incendie

Au 31 décembre 2009, l'ASN a reçu les études de risque d'incendie des 19 sites conformément aux délais fixés par l'article 11 de l'arrêté du 31 janvier 2006 modifiant l'arrêté du 31 décembre 1999 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques

Opération de ferraillage sur le chantier de l'EPR – Octobre 2009

externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base. En 2010, l'ASN a engagé l'instruction de ces études, en distinguant les parties des études spécifiques aux sites, de celles présentant un caractère générique sur le parc. D'ores et déjà, l'ASN a demandé à EDF des précisions sur les dispositions envisagées pour certains locaux, tels que les salles des machines ou les galeries.

5 | 4 Faits marquants en matière d'inspection du travail

Le renforcement du 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 2010, la principale activité de l'ASN en matière d'inspection du travail. Les centrales nucléaires présentent non seulement des risques pour les travailleurs qui sont liés au caractère nucléaire de l'activité mais aussi des risques dits « conventionnels », comme par exemple ceux liés aux installations électriques, aux équipements sous pression, aux produits chimiques utilisés, aux circuits d'hydrogène pour le risque d'explosion, aux circuits d'azote pour celui d'asphyxie, aux travaux en hauteur ou encore à la manutention de charges lourdes.

En 2010, les activités de contrôle de l'inspection du travail ont couvert les champs suivants :

– pour les risques de chutes de hauteur sur les chantiers, la limitation des travaux sur cordes (alpinistes) ;
– les enquêtes systématiques en cas d'accidents du travail graves. Dans plusieurs cas, les inspecteurs du travail ont relevé des écarts à la réglementation sur les équipements de travail et en matière d'organisation d'activités sous-traitées (plan de prévention) ; par ailleurs un cas d'accident de trajet mortel a fait l'objet d'une enquête concernant la durée du travail de la victime ; elle n'a pas mis en évidence d'écart notable ;
– le respect des dispositions du code du travail par les entreprises intervenantes sur les chantiers, notamment pour ce qui est des interventions en co-activités nécessaires au fonctionnement ou à la maintenance des centrales nucléaires ;
– les activités impliquant l'utilisation de produits chimiques cancérogènes, mutagènes ou ayant un impact sur la reproduction. EDF et ses prestataires ont été incités à prendre des mesures respectant les principes de prévention : supprimer en premier lieu le risque ou limiter l'exposition des travailleurs à ces produits et leur trouver des substituts moins dangereux ;
– la réalisation de travaux à proximité du réacteur alors que celui-ci est en fonctionnement à pleine puissance tant sur le plan de l'exposition aux rayonnements ionisants qu'à la chaleur, mais également en terme de risque psychosocial.

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

Le contrôle du temps de travail

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont effectué des contrôles sur le respect de la réglementation relative aux temps de travail, ainsi qu'aux repos journaliers et hebdomadaires spécifiquement lors des périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance. Ils ont constaté encore en 2010 des écarts concernant le respect des durées maximales de travail quotidiennes et hebdomadaires et des temps de repos. Les infractions constatées concernent les périodes de fortes activités (maintenance en arrêt de réacteur).

Conditions de travail sur chantier et risque de chute – Octobre 2009

Surveillance par les inspecteurs de l'ASN d'une piscine d'entreposage de combustible – Novembre 2010

Autres thèmes

Les inspecteurs du travail ont été amenés à examiner des sujets soulevés par les instances représentatives du personnel notamment :
– les arbitrages concernant les mises en œuvre du droit d'alerte pour danger grave et imminent par les CHSCT ;
– la qualité des prestations de service et en particulier la prestation effectuée par des entreprises étrangères, tout en surveillant la bonne application des conventions collectives et de la notion d'autonomie du prestataire.

Les inspecteurs du travail participent également à des travaux conjoints dans le cadre des comités opérationnels de lutte contre le travail illégal (COLTI) animés par le Procureur de la République, notamment sur le chantier de l'EPR.

Les procédures pénales engagées

L'inspection du travail de l'ASN a adressé cinq procès-verbaux (PV) relevés sur sites, aux différents parquets concernés. Quatre de ces PV sont relatifs à des infractions à l'origine d'accidents du travail.

5 | 5 Faits marquants concernant la radioprotection des personnels

L'injection de Zinc

L'ASN a autorisé EDF à réaliser l'injection de zinc dans le circuit primaire sur 16 réacteurs. Ce déploiement s'inscrit dans une démarche globale de réduction de la dosimétrie collective basée sur des modifications de la chimie du fluide primaire. En effet, cette opération a été identifiée par EDF, notamment dans les pratiques d'exploitation étrangères, comme un moyen de réduire la contamination du circuit primaire due au radio-isotope du cobalt déposé sur les parois des circuits.

Contrôle du risque légionelle par des inspecteurs de l'ASN

Deux événements significatifs pour la radioprotection à la centrale nucléaire de Chinon

Le 23 avril 2010, lors d'un contrôle de propreté réalisé en fond de piscine du bâtiment combustible, un intervenant a été irradié à la main en ramassant puis en manipulant une pièce métallique activée (voir encadré point 6 | 1 | 5).

Le 4 août 2010, lors d'un contrôle de propreté réalisé dans la boîte à eau d'un générateur de vapeur, un objet générant des niveaux élevés de radiations a été ramassé par un intervenant puis manipulé successivement par trois autres afin de l'évacuer de la zone.

Ces événements ont été respectivement classés aux niveaux 2 et 1 de l'échelle INES.

À la suite de chaque événement, l'ASN a réalisé une inspection sur site : les inspecteurs ont constaté que ces irradiations accidentelles sont notamment dues à une analyse insuffisante des risques, ainsi qu'à l'absence de connaissance de la conduite à tenir en cas de présence d'objets indésirables détectés lors de contrôles de propreté.

L'instruction du dossier EPR

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

5 | 6 Faits marquants concernant l'impact des centrales sur l'environnement et les rejets

La révision des prescriptions de rejets

En 2010, l'ASN a achevé l'instruction des dossiers de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau des sites de Saint-Laurent-des-Eaux et de Flamanville :
– les rejets d'effluents et les prélèvements d'eau du site de Saint-Laurent-des-Eaux sont désormais réglementés par les décisions en date du 18 mai 2010 n° 2010-DC-0182 et n° 2010-DC-0183 de l'ASN publiées au *Bulletin officiel* de l'ASN sur son site Internet.
– les rejets d'effluents et les prélèvements d'eau du site de Flamanville (deux réacteurs en exploitation et le réacteur de type EPR) sont réglementés par les décisions n° 2010-DC-0188 et n° 2010-DC-0189 en date du 7 juillet 2010 publiées au *Bulletin officiel* de l'ASN sur son site Internet.

Par ailleurs, dans le cadre de la publication du Livre Blanc du Tritium en juillet 2010 (*http://livre-blanc-tritium.asn.fr/*), l'ASN a demandé à EDF de fournir une étude critique de l'étude d'impact radiologique des rejets radioactifs sur le site de Flamanville, prenant en compte un facteur de pondération (wR) du tritium égal à deux (voir chapitre 4). L'augmentation de l'impact dosimétrique lié à un facteur de pondération égal à deux ne remet pas en cause l'ordre de grandeur des doses efficaces annuelles dues aux rejets du site de Flamanville, qui restent

Opération de remplacement d'un générateur de vapeur au Blayais en 2009

inférieures à 2 % de la limite réglementaire fixée à 1 mSv/an par le code de la santé publique pour une personne du public.

L'ASN a rappelé à EDF sa demande d'inclure cette étude critique dans les études d'impact des dossiers de rejets d'effluents et de prélèvements d'eau déposés depuis juillet 2010.

Le retour d'expérience SOCATRI

À la suite des événements survenus en juillet 2008 dans les INB exploitées respectivement par SOCATRI (au Tricastin) et par FBFC (à Romans-sur-Isère), l'ASN a demandé à EDF de vérifier l'état de l'ensemble des circuits et rétentions pouvant contenir des fluides toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs ou explosifs et de procéder dans les meilleurs délais aux éventuelles réparations nécessaires. En réponse à cette demande, EDF a élaboré, fin 2008, un programme de vérification qui a été mis en œuvre en 2009. La conclusion de ce programme a abouti à la rédaction de synthèses par les sites et d'une synthèse nationale, en cours d'examen à l'ASN.

D'ores et déjà, l'ASN a pu constater au travers des bilans des sites et des inspections, qu'EDF a produit un travail de contrôle de ses installations significatif, et que ses services centraux ont été moteurs en terme d'exploitation et de mutualisation du retour d'expérience. L'examen des synthèses en cours a néanmoins démontré l'importance de l'exhaustivité des contrôles, en particulier si des circuits ne sont pas visitables facilement (tuyauteries enterrées, etc.).

Les actions menées en matière de lutte anti-légionelles

En 2010, EDF a présenté à l'ASN le bilan de ses actions menées en matière de lutte anti-légionelles depuis 2008. Il en ressort des progrès en termes de pilotage des installations (maîtrise du risque légionelles et de l'impact des traitements biocides mis en œuvre), ainsi que des améliorations dans la qualité de la surveillance associée. Néanmoins, l'ASN estime que d'une part les efforts entrepris par EDF pour mettre au point une solution alternative industrielle aux traitements biocides actuels doivent être poursuivis et que d'autre part, la situation de quelques sites ne disposant pas de traitements biocides reste délicate au plan sanitaire, avec des colonisations en légionelles dépassant parfois 10^5 UFC/l. Elle poursuit donc les échanges avec EDF pour approfondir ces différents axes d'amélioration.

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

L'ASN juge acceptable la démonstration de tenue en service des cuves jusqu'aux quatrièmes visites décennales

La démonstration de la tenue en service des cuves des réacteurs (voir point 3|4|3) fait l'objet d'un dossier spécifique remis à jour régulièrement et examiné par l'ASN. En prévision de la prise de position sur l'exploitation de chaque réacteur de 900 MWe jusqu'à sa quatrième visite décennale (VD4), EDF a transmis un dossier de justification qui a fait l'objet d'une instruction technique par l'ASN et l'IRSN. Après avoir consulté le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires en juin 2010, l'ASN a pris position sur le caractère suffisant de cette démonstration qui complète les dispositions prises par EDF en termes de suivi du vieillissement et de contrôle en service de la cuve.

L'ASN et l'IRSN ont examiné la démonstration de tenue en service des cuves pour s'assurer de sa conformité aux exigences réglementaires et vérifier la validité des calculs et des hypothèses utilisés. L'analyse avait pour but de s'assurer que les résultats fournis à chaque étape du calcul étaient conservatifs, et que les marges de sécurité prévues par la réglementation étaient respectées.

Les calculs réalisés par EDF ont montré le respect des critères réglementaires pendant la période décennale suivant les VD3. L'ASN a également noté qu'EDF est en mesure de mettre en place rapidement, si nécessaire, des dispositions techniques, telles que le réchauffage de l'injection de sécurité, permettant de garantir l'absence de nocivité des défauts si de nouveaux éléments venaient à remettre en cause le dossier actuel. L'ASN considère que l'aptitude au service des cuves de tous les réacteurs de 900 MWe est assurée pendant la période décennale suivant les VD3 des réacteurs. L'ASN vérifiera que les contrôles réalisés lors des visites décennales permettent de s'assurer de l'absence d'apparition de nouveaux défauts et de l'absence d'évolution des défauts déjà détectés.

L'ASN a cependant formulé plusieurs demandes visant à améliorer encore les méthodes employées, à poursuivre les études

pour confirmer les données actuelles et à corriger plusieurs éléments pour lesquels EDF n'avait pas apporté suffisamment de garanties de leur caractère conservatif.

L'arrêt du réacteur de Bugey 3 dans l'attente du remplacement de ses générateurs de vapeur

Au cours de l'arrêt pour maintenance du réacteur 3 de Bugey en avril 2009, les contrôles réalisés par EDF ont mis en évidence un nouveau type de dégradation sur un générateur de vapeur (GV). À la suite de cette découverte, EDF a mis en place un programme de contrôles et d'expertises dont les résultats ont fait l'objet d'un important travail d'instruction par l'ASN et l'IRSN.

Afin de caractériser l'état des GV de Bugey 3, EDF a mis en place un programme de contrôle de l'ensemble des tubes de ces équipements, adapté à la nature et au nombre de dégradations décelées. Ces contrôles ont été réalisés à l'aide de moyens spécialement développés à cette occasion et de procédés utilisés à l'étranger qui n'avaient pas encore été mis en œuvre sur le parc français. Ils se sont poursuivis jusqu'en septembre 2009.

Les inspections menées sur les tubes ont été complétées par l'extraction de plusieurs tubes pour expertise en laboratoire, afin de déterminer précisément la nature des défauts rencontrés et garantir la capacité des procédés de contrôle à les détecter.

Les dégradations révélées par ces expertises mettent en évidence des phénomènes de corrosion localement profonde et associée à de la fissuration. Ces dégradations sont localisées sur les tubes, au droit des plaques entretoises à passage circulaire, et ne concernent que les tubes en alliage inconel 600 MA.

Avant de prendre position sur l'absence de risque de rupture de tube de GV et l'absence de risque de fuite significative entre les circuits primaire et secondaires au cours du prochain cycle de fonctionnement du réacteur de Bugey 3, l'ASN a réalisé, avec l'IRSN, un examen des résultats des contrôles et des études réalisés par EDF et recueilli l'avis du Groupe permanent pour les équipements sous pression nucléaires, qui s'est réuni le 19 avril 2010.

S'appuyant sur ces éléments, l'ASN a considéré que les moyens de contrôle et d'expertise mis en place par EDF ont été adaptés à la caractérisation de ce nouveau type de dégradations. L'ASN a jugé cependant que les mesures initialement proposées par EDF en préalable à un éventuel redémarrage du réacteur avant remplacement des GV étaient insuffisantes et devaient être complétées, notamment par la réalisation d'une épreuve hydraulique complète du générateur de vapeur n° 1. L'épreuve hydraulique à une pression de 207 bar, supérieure à la pression maximale rencontrée en situation accidentelle, a été considérée comme le seul moyen d'apporter des garanties sur l'étanchéité des tubes.

Prenant en compte les contraintes liées à la réalisation d'une telle opération, EDF a choisi d'avancer au mois de juillet 2010 le remplacement des GV, initialement prévu en septembre 2010. L'ASN a pris acte de cette décision, qui présente un bénéfice pour la sûreté du réacteur, mais a rappelé qu'elle aurait pu être anticipée au regard du niveau important de corrosion des tubes du GV n° 1 de Bugey 3.

Parmi les autres réacteurs potentiellement concernés par ce type de dégradations, Fessenheim 2 a également présenté des dégradations atypiques et a fait l'objet d'un programme de contrôles et d'expertises complémentaires destiné à la compréhension du phénomène et à la caractérisation de l'état du faisceau tubulaire des GV. Les autres sites concernés, Blayais 2, 3, 4, Gravelines 3 et Chinon B2 ont été identifiés comme moins affectés par la corrosion.

L'ASN a demandé à EDF de procéder à des opérations de bouchage préventif sur le réacteur 2 de Fessenheim qui permettent d'apporter des garanties suffisantes sur l'aptitude au service des GV au cours des prochains cycles. Les programmes de contrôle et de maintenance des autres réacteurs concernés ont été adaptés en conséquence.

Les GV concernés par ces phénomènes seront remplacés, conformément au programme prévu par EDF, entre 2011 et 2014.

Le programme de remplacement des générateurs de vapeur

2010 aura été marquée par le remplacement des GV des réacteurs 2 et 3 de Bugey, conformément à la décision d'EDF de remplacer les GV dont le faisceau tubulaire est en alliage 600 MA. La conception des bâtiments du palier CP0 (Fessenheim et Bugey) nécessite l'introduction des GV en deux parties dans le bâtiment réacteur et la réalisation sur site du joint final d'assemblage de ces deux parties.

EDF planifie également le remplacement des GV équipés de faisceaux en alliage 600 TT qui présentent une sensibilité aux modes de dégradation par corrosion avérée mais moindre que ceux en alliage 600 MA. Les réacteurs de 1 300 MWe sont également concernés par ces opérations avec le premier remplacement planifié à Paluel à l'horizon 2015 en raison d'un taux de fissuration élevé en zone de transition de dudgeonnage. Suivront ensuite les réacteurs de Flamanville en 2017 et 2018, les autres étant programmés entre la VD3 et la VD4.

6 LES APPRÉCIATIONS

Réacteurs en exploitation

6 | 1 Évaluer les services centraux et les performances globales des centrales

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

Cette évaluation est elle-même construite sur les résultats des contrôles réalisés par l'ASN en 2010, 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 2010, l'ASN a réalisé 491 inspections dans les centrales nucléaires en exploitation et dans les services centraux d'EDF.

L'appréciation générale représente le point de vue de l'ASN sur l'année 2010 et contribue à orienter les actions de contrôle de l'ASN en 2011.

6 | 1 | 1 Évaluer la sûreté nucléaire

L'exploitation des réacteurs

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

La gestion des formations et habilitations du personnel d'exploitation est satisfaisante.

L'amélioration de la rigueur de l'exploitation reste une priorité forte pour les sites et les services centraux. L'ASN estime que les efforts faits sur ce sujet depuis quelques années doivent être poursuivis.

Des efforts ont été faits en 2010 sur l'identification, la gestion et la résorption des dispositifs et moyens particuliers et des modifications temporaires présents depuis plusieurs années sur les réacteurs. Ces efforts doivent être poursuivis.

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

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

Même si l'ASN a noté quelques progrès dans la gestion des consignations de matériel, de nombreux écarts ont encore été observés en 2010 dans ce domaine, ainsi qu'en matière de lignage de circuit. La rigueur et le contrôle apportés à ces opérations ne sont pas suffisants.

Enfin, l'application rigoureuse des référentiels d'exploitation et la gestion des consignes temporaires d'exploitation doivent encore être améliorées.

Les situations d'urgence

L'ASN considère qu'EDF traite de manière très satisfaisante la gestion des situations d'urgence. Les relations entre l'ASN et le niveau national d'EDF ont été renforcées ces dernières années notamment par des réunions sur le nouveau référentiel relatif aux plans d'urgence interne (PUI) d'EDF. Toutefois, l'ASN doit être mieux informée des documents, comme le référentiel des moyens de télécommunication de crise (RMTC), mis en place sur les sites par les services centraux d'EDF.

Au cours de l'année 2010, EDF a envoyé le nouveau référentiel PUI aux sites afin de recueillir leurs commentaires. Ces commentaires ont été pris en compte par le niveau national d'EDF. L'ASN a également fait parvenir aux services centraux d'EDF ses remarques qui sont en cours d'intégration par EDF.

L'organisation de crise en cas de relâchement d'ammoniac, mise en place sur les sites disposant d'une installation de traitement à la monochloramine, n'est toujours pas jugée satisfaisante par l'ASN et n'est pas opérationnelle pour la plupart des sites concernés. Ce risque devrait être intégré dans les PUI « Toxique » prévus par le nouveau référentiel.

Au travers des inspections de l'année 2010, l'ASN a noté des progrès dans le domaine de la lutte contre l'incendie qui reste toutefois encore perfectible, en particulier en ce qui concerne l'accomplissement des missions et des actions des équipes d'intervention.

Les sites se sont appliqués à mettre en œuvre une organisation conforme aux exigences de l'arrêté du 31 décembre 1999, relatives à l'organisation mise en place en matière de lutte contre l'incendie.

Des efforts restent à poursuivre vis-à-vis de la gestion de la sectorisation et de la prévention, notamment pour ce qui concerne les permis de feu et les charges calorifiques.

Les activités de maintenance

En matière de maintenance, l'ASN constate qu'EDF n'a, par le passé, pas suffisamment anticipé certaines problématiques ni le retour d'expérience internationale, ce qui la conduit aujourd'hui à devoir réaliser des opérations de maintenance correctives délicates et de grande ampleur notamment sur les générateurs de vapeur afin d'en assurer la sûreté. Le manque d'anticipation des programmes de maintenance et de remplacement des matériels, notamment sur les générateurs de vapeur,

s'est également traduit au cours des dernières années par des programmes de contrôle et d'expertise très importants. L'ASN note cependant qu'EDF intègre désormais les enseignements de ces constats en prévoyant par exemple dès à présent un programme de remplacement de ces équipements sur les réacteurs de 1 300 MWe. En ce qui concerne la mise en œuvre de la politique de maintenance sur les sites, l'ASN considère qu'EDF doit veiller à disposer des moyens humains et matériels suffisants.

En ce qui concerne la mise en œuvre des méthodes de maintenance par les sites, l'ASN considère que la situation d'EDF est perfectible, et des constats récurrents demeurent :
– le référentiel de maintenance est en évolution permanente sous diverses formes. Cette complexité renforce les retards persistants d'intégration constatés sur l'ensemble du parc et tend à disperser les exigences ;
– la qualité des analyses de risques dans la préparation des interventions de maintenance reste non satisfaisante. Elle doit être significativement améliorée par la quasi totalité des sites. La gestion des pièces de rechange doit également être améliorée ;
– enfin, la qualité de réalisation des interventions de maintenance passe également par une meilleure appréhension du facteur humain lors de la préparation de ces interventions.

La gestion de la sous-traitance

La plupart des activités de maintenance sur les sites sont confiées à des entreprises prestataires, sélectionnées sur la base d'un système de qualification et d'évaluation mis en place par EDF. L'ASN estime qu'EDF ne progresse plus dans le domaine de la surveillance des entreprises prestataires depuis 2009. En particulier, l'ASN ne constate pas d'amélioration de la surveillance sur le terrain des activités réalisées par des entreprises prestataires et considère que celle-ci doit être rapidement améliorée et renforcée. L'ASN remarque que la surveillance de la sous-traitance en cascade est inexistante ou pas assez approfondie. Dans ce sens, EDF doit vérifier l'adéquation des ressources allouées à la surveillance, en quantité et en qualité, au regard des activités sous-traitées et compte tenu des enjeux de ces activités pour la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement. Par ailleurs, l'ASN constate comme les années précédentes que les ressources matérielles mises à dispositions des prestataires sont fréquemment insuffisantes ou inadaptées, ce qui a pu dans certains cas conduire à des conditions de travail dégradées en matière de sécurité et de radioprotection. L'ASN estime nécessaire de demander à EDF d'évaluer sa politique industrielle en matière de maintenance et de recours aux entreprises prestataires pour la réaliser.

L'état des matériels

Les programmes de maintenance et de remplacement des matériels, la démarche de réexamen de sûreté ainsi que la correction des anomalies de conformité identifiées contribuent à maintenir les matériels des centrales nucléaires dans un état globalement satisfaisant.

Cependant, l'ASN estime qu'EDF doit traiter la problématique d'obsolescence qui se pose sur certains matériels. De plus, EDF doit renforcer sa gestion du maintien de qualification aux conditions accidentelles des matériels, que ce soit lors des opérations de maintenance préventive ou lors des remplacements de matériel.

Les équipements sous pression

L'ASN estime qu'EDF a progressé dans la gestion des équipements sous pression. Tous les services d'inspection du parc sont aujourd'hui reconnus. L'ASN note que de plus en plus de sites sont dans une situation jugée satisfaisante ou en progrès. L'ASN constate également que les services d'inspection reconnus (SIR) ont acquis une certaine maturité. L'ASN considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts pour créer ces services afin qu'ils remplissent au mieux leur mission sur la base de plans d'inspections exhaustifs.

La première barrière

L'ASN considère qu'en 2010, la situation dans le domaine de la première barrière est globalement satisfaisante mais reste perfectible sur une minorité de points, notamment en ce qui concerne la prévention de sa dégradation en exploitation. Les actions de long terme engagées par EDF ne permettent pas encore de retrouver un niveau optimal de l'état de la première barrière et l'ASN constate encore en 2010 des défauts d'étanchéité d'assemblages de combustible, des détériorations de grilles d'assemblages et la présence de nombreux corps étrangers dans le circuit primaire.

Concernant les détériorations de grilles et les accrochages d'assemblages de combustible lors de leur manutention, l'ASN note la généralisation du déploiement, sur les réacteurs de 1 300 MWe et 1 450 MWe, des assemblages de combustible « à grilles améliorées », dont le retour d'expérience en 2009 et 2010 est favorable.

L'ASN juge positivement les actions menées pour prévenir les incidents d'accrochage d'assemblages de combustible survenus en 2008 et 2009 sur les sites de Tricastin et de Gravelines. Les dispositions retenues ont permis la fiabilisation des opérations de manutention des structures internes supérieures de la cuve et l'amélioration de la détection des corps étrangers dans les circuits et les assemblages de combustible.

En 2010, des défauts d'étanchéité affectant des assemblages de combustible RFA de certains réacteurs de 900 MWe, ont été associés au phénomène de fretting[3] de ces assemblages RFA 900 de conception ancienne sans grille de maintien. Les modifications de conception entreprises sur ces assemblages permettent d'envisager une disparition progressive de cette source de perte d'étanchéité dans un délai acceptable. En revanche, l'ASN considère qu'EDF doit poursuivre les différentes actions engagées relatives à l'étanchéité des assemblages de combustible M5.

De plus, l'ASN estime qu'EDF doit progresser dans l'exclusion et le traitement des corps étrangers dans les circuits. Les actions engagées depuis 2008 par EDF sont jugées satisfaisantes, mais leur déclinaison apparaît encore partielle et ces actions doivent faire l'objet d'une meilleure appropriation par les sites.

Enfin, EDF doit encore progresser dans l'application des programmes de maintenance des matériels de manutention du

3. Fretting : phénomène vibratoire de faible amplitude entre deux surfaces pouvant être la cause d'une réduction de la résistance à la fatigue des structures affectées.

combustible, qui peuvent être, en cas de dysfonctionnement, à l'origine de dégradations d'assemblages de combustible mis en cœur.

La deuxième barrière

L'ASN considère qu'EDF est toujours dans une situation perfectible pour le respect de l'intégrité de la deuxième barrière. Le cas particulier des générateurs de vapeur (GV) de Bugey 3 avec les contrôles approfondis et les expertises associées ayant finalement conduit, avant remise en service des appareils, au remplacement anticipé des générateurs de vapeur, illustre cette situation perfectible. Toutefois, l'ASN note que cette situation s'améliore avec le déploiement cette année de la stratégie d'EDF de maintien de la propreté du secondaire des GV (nettoyage chimique, passage en conditionnement à haut pH, surveillance des paramètres chimiques et mise en œuvre des opérations de nettoyages préventifs).

Les opérations de nettoyage chimique des GV ont été réalisées en 2010 sur les réacteurs de Cattenom 4 et Belleville 2. Pour ce dernier, la présence de boues dures sur la plaque à tubes et en pied de tubes (formation de gangues) avait été détectée. Une phase de désoxydation supplémentaire à haute température a été mise en œuvre pour la première fois afin d'éliminer ces boues dures.

Le nettoyage préventif des GV a été mis en œuvre pour la première fois à Gravelines 5. Il est difficile à ce jour de conclure quant à l'efficacité du procédé vis-à-vis de l'encrassement compte tenu d'un aléa survenu lors de cette opération.

Par ailleurs, deux opérations de remplacements des GV ont eu lieu cette année sur les réacteurs de Bugey 2 et Bugey 3. Ces opérations se sont déroulées de manière satisfaisante.

EDF a poursuivi le traitement des anomalies rencontrées lors de la pose de bouchons mécaniques dans les tubes des GV. L'origine majeure de ces anomalies est un manque de lubrification. EDF a donc engagé des évolutions des exigences de fabrication des bouchons.

La troisième barrière

Bien que l'état de la troisième barrière et de ses constituants est encore considéré comme perfectible en 2010, l'ASN constate une diminution du nombre d'événements relatifs au confinement par rapport à 2009. La tendance constatée en 2010 devra néanmoins être confirmée en 2011.

Les résultats des épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 1300 et 1450 MWe réalisées en 2010 ont respecté les critères fixés dans les règles d'exploitation. Toutefois, EDF présentera à l'ASN des solutions techniques qui permettront de garantir dans le temps les performances de l'étanchéité des enceintes malgré leur vieillissement. L'analyse de ces propositions, qui débutera dès 2011, sera présentée au Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires en 2012.

6|1|2 Évaluer la radioprotection

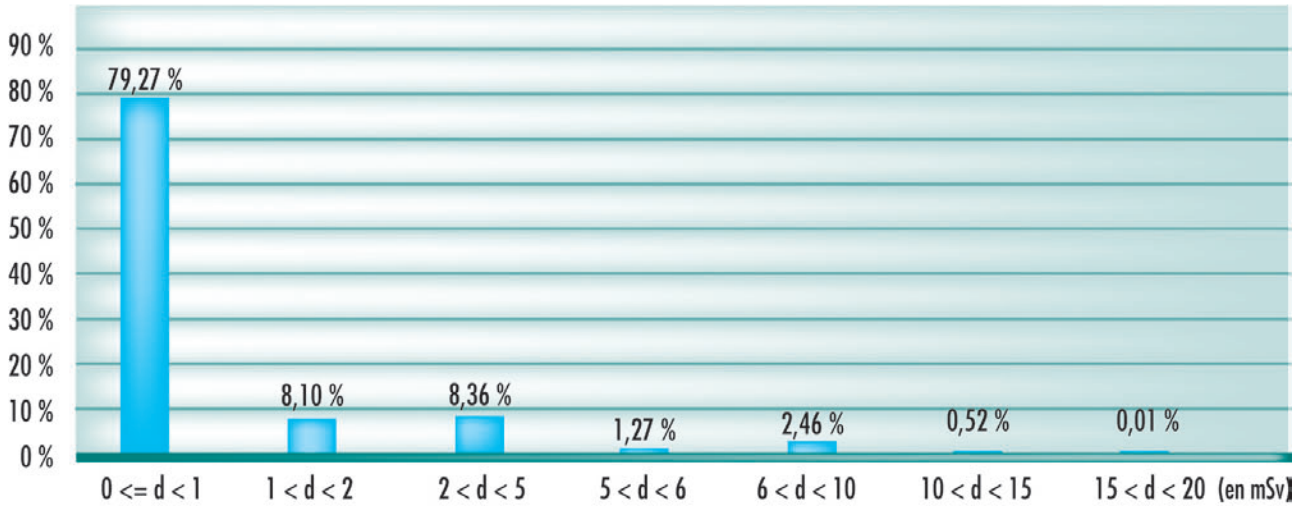
En 2010, l'ASN a mené 24 inspections spécifiques à la thématique radioprotection sur sites, ainsi que deux inspections dans les services centraux d'EDF. À ces occasions, l'ASN a constaté qu'EDF a su réagir aux constats de l'année 2009, en engageant une nouvelle dynamique autour de la démarche ALARA. Alors que la dose collective sur le parc était en hausse depuis deux ans, EDF a respecté l'objectif de dose collective qu'elle s'était fixée pour 2010 (voir graphiques 4, 5 et 6).

Au vu de ces résultats, l'ASN considère qu'il est essentiel qu'EDF maintienne, lors des futures campagnes d'arrêts de réacteur, ses efforts pour maintenir la dynamique autour de la démarche ALARA et pérennise les gains obtenus en matière de doses collectives et individuelles.

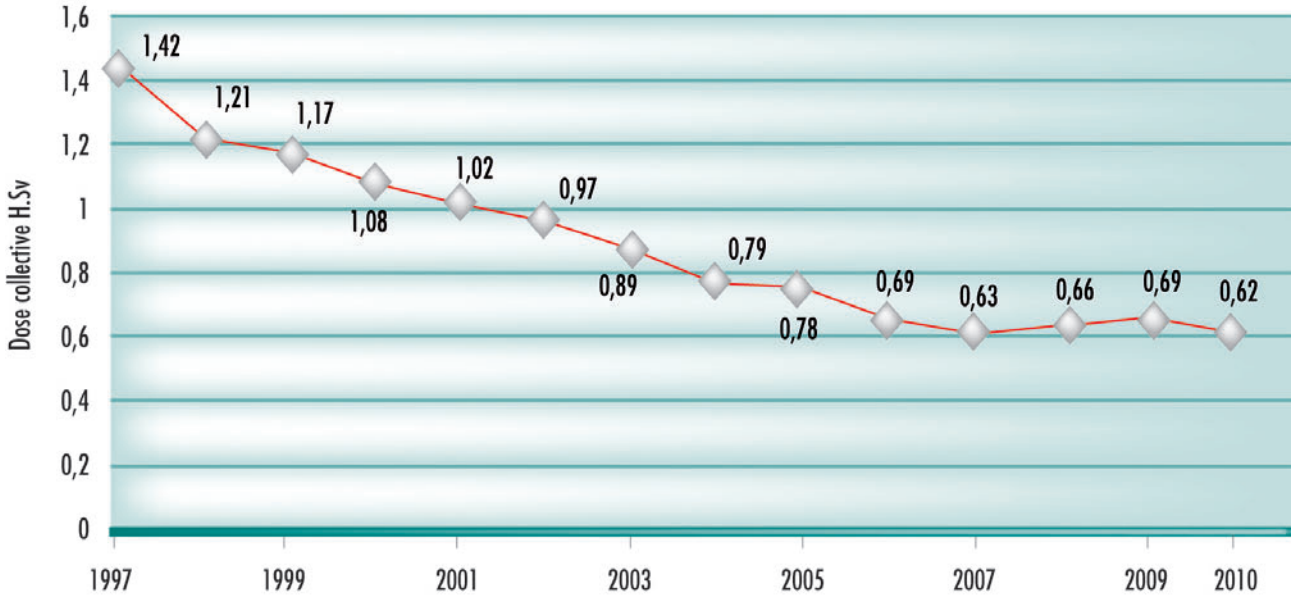
Par ailleurs, l'ASN observe que le plan d'actions mis en place par EDF visant à améliorer la radioprotection des travailleurs lors des tirs de radiographie industrielle continue à porter ses fruits.

Cependant, l'ASN constate une importante hétérogénéité sur le parc en matière de radioprotection et considère qu'EDF doit

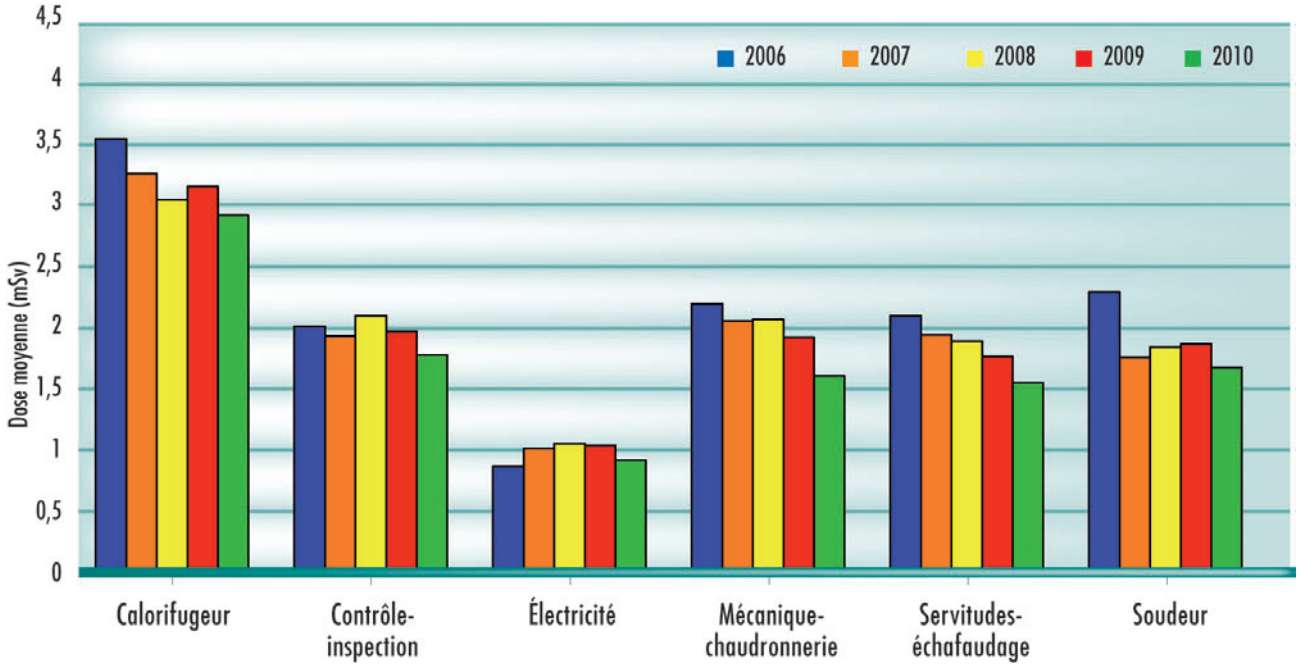
Graphique 2 : répartition de la population par plage de dose sur l'année 2010 (données EDF)



Graphique 5 : dose collective moyenne par réacteur (données EDF)



Graphique 6 : évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de travailleurs intervenant lors de la maintenance des réacteurs (données EDF)



être vigilante à ce que tous les sites s'améliorent. De plus, les différents constats effectués par les inspecteurs de l'ASN, notamment lors des inspections réalisées à la suite des événements survenus en avril et août 2010 sur le site de Chinon, rappellent que la qualité et la prise en compte des analyses de risques et des études d'optimisation de la dose sont des éléments

fondamentaux de la démarche de prévention et qu'EDF doit encore s'améliorer sur ces aspects.

D'autre part, l'ASN considère qu'EDF doit s'améliorer dans les délais d'intégration des évolutions réglementaires dans son référentiel radioprotection.

Enfin, l'ASN estime qu'EDF doit se réinterroger sur la qualité et la répartition des missions de radioprotection des différents intervenants dans la préparation et la réalisation des chantiers, notamment au vu des conclusions des études menées sur les aspects FOH. Cette réflexion doit venir alimenter la politique d'amélioration et les objectifs d'EDF concernant la maîtrise de la contamination à la source, le partage du retour d'expérience, la surveillance de l'application des règles de radioprotection sur les chantiers et plus généralement la culture de radioprotection.

6|1|3 Évaluer les dispositions prises en matière de protection de l'environnement

Fin 2009, l'ASN a alerté EDF sur la régression observée dans le domaine de l'environnement. En 2010, l'ASN estime qu'EDF a relancé une dynamique sur cette thématique, qui n'a toutefois pas encore permis aux sites de retrouver une situation satisfaisante.

Ainsi, bien que l'organisation en matière d'environnement soit satisfaisante sur la plupart des sites, l'ASN observe encore de nombreux écarts sur l'ensemble du parc. En effet, des écarts relatifs à la conformité des installations, à la mise en œuvre d'actions correctives, à la surveillance des prestataires ont été mis en exergue cette année. En outre, plusieurs écarts dans l'application des arrêtés de rejets et de l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié, ainsi que dans la gestion des déchets conventionnels ont été constatés par les inspecteurs de l'ASN.

Certains de ces écarts font l'objet de dossiers de modification des prescriptions de rejets en cours d'instruction.

Par ailleurs, l'ASN déplore encore des défauts dans la gestion des groupes frigorifiques entraînant des rejets à l'atmosphère de fluides frigorigènes.

Enfin, l'ASN regrette que, dans certaines déclarations de modifications matérielles réalisées au titre de l'article 26 du décret 2007-1557, EDF n'englobe pas suffisamment l'ensemble des intérêts protégés par la loi TSN.

En conclusion, l'ASN considère qu'EDF doit consolider et poursuivre ses efforts pour obtenir des performances environnementales satisfaisantes. Ces efforts devront se traduire par une politique industrielle cohérente, qui intégrera l'ensemble des intérêts protégés par la loi TSN.

6|1|4 Analyser les dispositions concernant les hommes et les organisations

L'organisation des sites et les effectifs

L'ASN estime que l'organisation définie par EDF pour traiter des questions de sûreté et de radioprotection est satisfaisante, mais des écarts subsistent dans son application par les sites, en particulier dans la maintenance mais aussi dans les services de conduite.

Opération de soudage sur un chantier

Dans le domaine de la sûreté, les plans de rigueur d'exploitation créent une dynamique favorisant l'atteinte des objectifs que se fixent les sites les moins performants en termes de sûreté. En revanche d'autres objectifs, en particuliers relatifs à la conduite des réacteurs (surveillance en salle de commande, sorties du domaine d'exploitation, écarts de lignage et de consignation) sont plus difficiles à atteindre.

Dans le domaine de l'environnement, l'ASN estime que les objectifs fixés par certains sites sont ambitieux.

Les rôles et responsabilités exercés au sein des services sont en général définis dans des notes d'organisation mais ne sont pas toujours appliqués dans le déroulement des activités. Des écarts observés, dont certains conduisent à des événements significatifs, mettent en évidence des responsabilités mal perçues, et des difficultés dans la répartition des rôles entre services, notamment entre le service conduite et les autres services. Par manque de temps, le personnel d'encadrement ne peut pas toujours s'impliquer autant que nécessaire, même si des efforts importants ont été engagés par EDF au niveau national.

Les effectifs sont globalement bien dimensionnés mais l'ASN relève encore des insuffisances dans le domaine de la conduite en période d'arrêt de réacteurs. En revanche, la situation n'est pas satisfaisante en ce qui concerne la surveillance des activités réalisées par les prestataires. Le manque de moyens humains se traduit par une surveillance insuffisante sur le terrain, des difficultés pour exercer la surveillance sur des interventions fortuites, ou encore de la surveillance confiée à des agents en « appui », à des prestataires ou à un agent non habilité.

La prise en compte des FOH dans les activités d'exploitation

L'ASN relève encore des insuffisances dans l'organisation et les moyens mis en place par les sites pour prendre en compte les facteurs humains : notes d'organisation obsolètes, consultants facteurs humains sans lettres de mission, absence de réseau local de correspondants dans les services métiers... L'ASN a constaté que des correspondants facteurs humains n'avaient reçu aucune des formations de base. Enfin, la coexistence sur un même site d'un réseau local facteurs humains avec d'autres réseaux locaux tels que la performance humaine, la démarche signaux faibles ou la conduite du changement peut induire de la confusion et nécessite un pilotage renforcé par les sites ou l'échelon national.

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 ». Des séances d'entraînement sont effectuées sur simulateur et sur chantier-école dans le cadre de la formation et du recyclage, dont certaines sur chantier-école sont ouvertes aux prestataires. Toutefois l'ASN constate encore des insuffisances dans l'utilisation de ces bonnes pratiques. L'ASN estime que les efforts engagés par EDF doivent être poursuivis.

De manière générale, les managers renforcent leur présence sur le terrain. Mais les visites de terrain sont parfois plutôt réalisées dans la perspective de contrôler l'état des installations dans le cadre du projet « obtenir un état exemplaire des installations (OEEI) », que pour effectuer des observations de situations de travail dans le cadre du projet « performance humaine ». L'ASN a noté avec intérêt que certains sites associent ou prévoient d'associer des prestataires aux visites de terrain effectuées lors des arrêts de réacteur.

L'ASN a noté sur un site que la démarche de détection de signaux faibles est ouverte à tous les agents. Mais globalement, les prestataires sont encore peu associés à l'émission et à la caractérisation des constats issus du terrain. Par ailleurs, l'organisation de la démarche signaux faibles repose beaucoup sur les chefs de service, qui ne disposent pas toujours du temps nécessaire pour développer cette démarche. Enfin, l'ASN constate que les constats effectués par les managers sur le terrain sont parfois insuffisamment critiques, l'exploitant doit veiller à maintenir une proportion des constats positifs et négatifs plus équilibrée.

L'ergonomie – Les moyens et conditions de travail

L'ASN note que des études d'ergonomie ont été effectuées en 2010 sur sites avec pour objectifs, soit de proposer des solutions d'amélioration à la suite d'événements, soit de contribuer à la conception et la mise en place de nouveaux matériels ou de nouveaux locaux comme par exemple l'aménagement de la salle du comité de pilotage des arrêts de tranche (COPAT).

L'ASN relève encore en 2010 de nombreuses insuffisances liées à des défauts d'ergonomie qui concernent les documents opérationnels, mais aussi les matériels, les locaux, les interfaces hommes-machines : des matériels mal adaptés aux tâches à effectuer, des locaux exigus, des documents inappropriés, incomplets ou peu accessibles, des défauts de repérage, des indications difficiles à lire, ce qui conduit parfois à des événements significatifs.

Ainsi, une erreur de lignage a conduit à la déclaration d'un événement significatif à la suite du recouvrement sous une couche de peinture de l'indication du sens de rotation d'une vanne à fonctionnement inversé par rapport aux autres vannes. Par ailleurs, si le projet OEEI contribue à une amélioration globale de l'étiquetage et de l'identification des materiels, l'ASN a constaté en 2010 que les travaux engagés dans le cadre de ce projet ont parfois conduit à la suppression d'étiquetages et d'indications qui n'ont pas été remis en place.

L'ASN souligne que les défauts liés à l'ergonomie fragilisent d'autant plus l'activité des intervenants que ceux-ci sont soumis à des conditions de travail et de sérénité rendues difficiles par des contraintes liées à l'organisation du travail, à des modifications de planning et des problèmes de coordination des chantiers qui engendrent des retards ou des reports d'activités.

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

Les consultants facteurs humains sont globalement intégrés au processus d'analyse du retour d'expérience, mais de façon variable selon les sites. Ils interviennent parfois en appui auprès des métiers, le plus souvent à leur demande, pour aider à analyser sous l'angle facteurs humains un événement. Il serait souhaitable que les consultants facteurs humains soient plus systématiquement consultés par la direction des sites. Lorsqu'ils existent, les réseaux de correspondants facteurs humains dans les services métier sont impliqués dans l'analyse des événements, mais leur professionnalisation mérite parfois d'être suivie avec plus de rigueur.

Les compétences et habilitations

L'organisation en place sur les sites pour gérer les compétences et les habilitations paraît satisfaisante, les processus de gestion sont bien documentés et cohérents. Des insuffisances sont relevées par l'ASN lors des inspections : des entretiens annuels non effectués, des managers qui ne font pas systématiquement l'observation en situation de travail nécessaire à l'évaluation des compétences et au renouvellement des habilitations, une application informatique qui permet de tracer le suivi des « gestes rares » mais qui n'est pas à jour et est peu exploitée.

Les gestions prévisionnelles des emplois et des compétences (GPEC) permettent d'anticiper le renouvellement des compétences de façon globalement satisfaisante. Toutefois, l'ASN a relevé un cas de défaut d'anticipation du départ massif de préparateurs à la retraite dans le service maintenance d'un site.

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 fréquemment relevés lors d'inspections ou à la suite d'événements significatifs, en particulier dans les domaines de la radioprotection et de la protection de l'environnement : prestataires peu ou pas sensibilisés à la protection de l'environnement, manques et lacunes de formation des chargés de surveillance des prestataires. L'ASN a relevé des non-qualité de maintenance ayant pour origine des défauts de compétence. L'ASN relève en 2010 sur certains sites des effectifs insuffisants d'instructeurs sur simulateur. L'ASN estime que la proportion d'instructeurs

ayant une expérience significative de l'exploitation d'une centrale nucléaire devrait être au moins de 50 %.

Il est important que les actions de compagnonnage soient bien tracées dans les documents tels que les carnets de compagnonnage, que les tuteurs soient reconnus et que cette activité soit prise en compte dans leur charge de travail.

De façon générale 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. Quelques écarts ont toutefois été relevés par l'ASN lors d'inspections (des opérations nécessitant une habilitation effectuée par un opérateur non encore habilité, une habilitation renouvelée malgré qu'une formation obligatoire ne soit pas validée…).

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

Pour ce qui concerne les modifications des installations existantes, l'ASN a souligné, avec l'appui de l'IRSN, l'effort entrepris par EDF pour développer la démarche d'intégration des facteurs humains dans les modifications techniques et documentaires des centrales nucléaires et pour déployer cette démarche dans les différentes unités d'ingénierie concernées et dans les sites. Dans les centres d'ingénierie, des améliorations doivent être apportées aux pratiques d'analyse des dossiers et la mise à disposition de compétences spécialisées en FOH doit être renforcée. Par ailleurs, l'ASN relève lors des inspections que les consultants facteurs humains dans les sites sont peu associés à la mise en œuvre de cette démarche. Plus largement, l'implication des sites dans les processus d'ingénierie mérite d'être renforcée.

6|1|5 Analyser le retour d'expérience

Les événements significatifs en 2010

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 2010, 622 événements significatifs au titre de la sûreté, 90 au titre de la radioprotection et 100 au titre de la protection de l'environnement (qui ne concernent ni la sûreté nucléaire ni la radioprotection). 717 événements ont été classés sur l'échelle INES.

Le graphique 7 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2005.

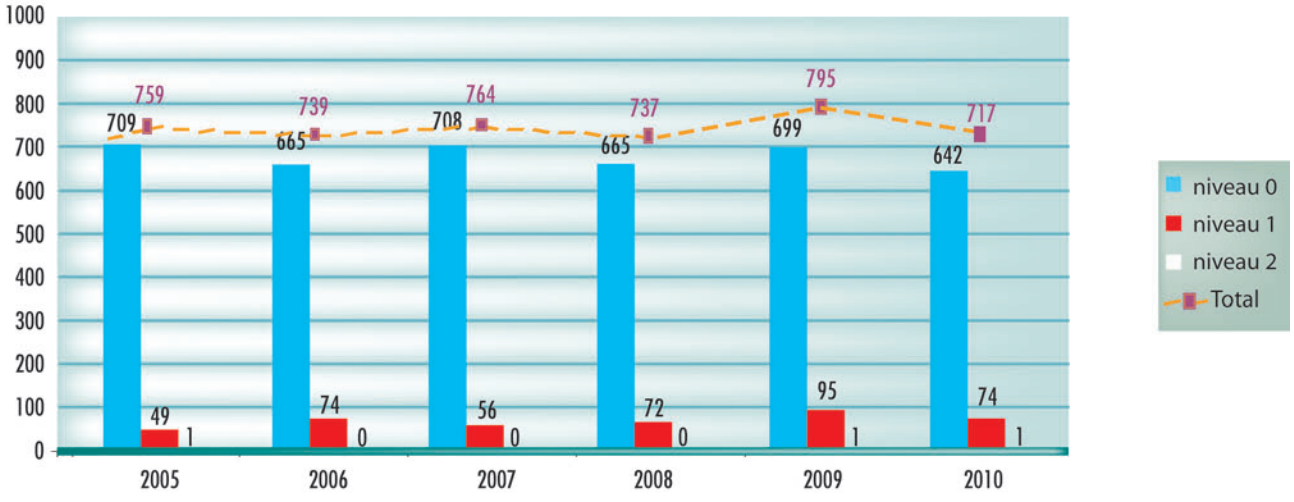
Le graphique 8 présente l'évolution depuis 2005 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : événements significatifs pour la sûreté (ESS), événements significatifs pour la radioprotection (ESR), événements significatifs pour l'environnement (ESE).

Le nombre d'ESS déclarés a baissé d'environ 11 % par rapport à 2009 : cette diminution est principalement due aux études réalisées dans le cadre de l'examen de conformité associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, qui avaient permis de détecter plusieurs anomalies de conformité génériques en 2009, et qui sont maintenant terminées. La mise en place progressive par EDF d'un plan d'harmonisation sur ses pratiques d'exploitation contribue de manière visible à cette réduction. Le nombre d'ESS cette année est revenu au niveau de 2008.

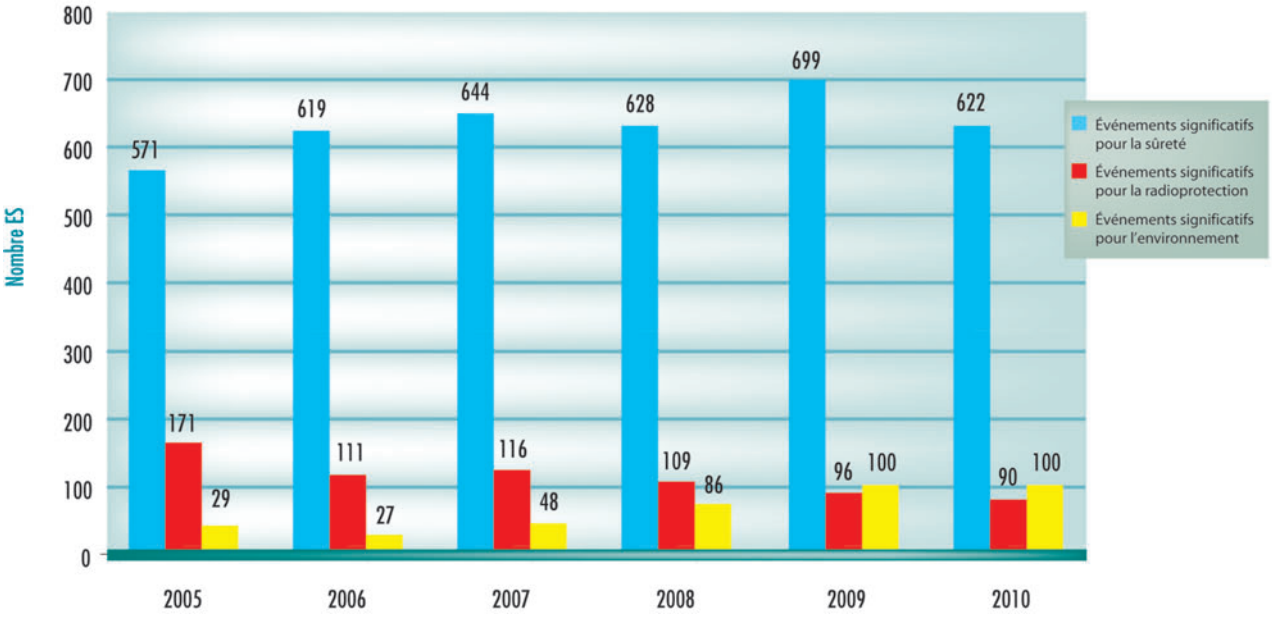
Le nombre d'ESR est en diminution depuis 2007. Cette baisse est principalement due à l'amélioration permanente des moyens utilisés pour se protéger contre les rayonnements ionisants. Cependant cette année un ESR a été classé au niveau 2 de l'échelle INES (voir encadré p. 357). En tant que responsable de la radioprotection dans les centrales, EDF doit veiller à la protection et au maintien de la culture de sûreté de son personnel mais aussi des agents des entreprises prestataires.

Le nombre d'ESE est stable 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.

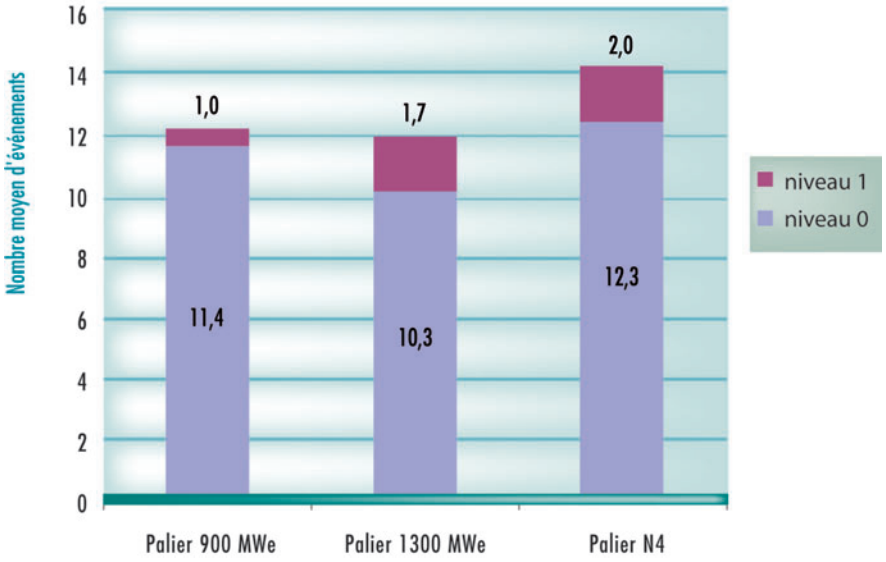
Graphique 7 : évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2005 à 2010



Graphique 8 : évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2005 à 2010



Graphique 9 : nombre moyen d'événements significatifs de niveau 0 et 1, classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF par type de réacteur pour l'année 2010



Le graphique 9 présente le nombre moyen pour l'année 2010 d'événements significatifs classés au niveau 0 et 1 de l'échelle INES par paliers. Le nombre moyen légèrement supérieur pour le palier N4 est dû principalement aux arrêts de réacteurs plus nombreux en 2010 pour celui-ci. En effet, l'augmentation du nombre d'interventions et d'activités durant les périodes d'arrêt contribue généralement à l'accroissement des écarts.

À NOTER EN 2010

Événement significatif pour la radioprotection survenu le 23 avril 2010 dans le bâtiment combustible du réacteur 4 de la centrale nucléaire de Chinon

Le 23 avril 2010, vers 11h00, un agent d'une entreprise prestataire d'EDF réalise une visite de propreté au fond de la piscine de transfert du bâtiment combustible du réacteur 4. Cette visite est un préalable à la mise en eau de la piscine de transfert avant toute manutention du combustible. Elle permet de s'assurer qu'aucun corps étranger n'est susceptible d'être entraîné lors du rechargement, vers le cœur du réacteur.

Cette personne est équipée d'une tenue étanche et porte des gants en vinyle. Elle est accompagnée au fond de la piscine d'un agent effectuant le contrôle technique de l'activité (qui porte les mêmes équipements de protection individuels).

Lors de la visite, un objet métallique est découvert au fond de la piscine. L'agent qui effectue la vérification de propreté le prend avec une main, puis avec l'autre pour l'observer. Alerté par le déclenchement de l'alarme sonore de son dosimètre opérationnel, il jette l'objet dans un seau utilisé pour descendre les outils depuis le haut de la piscine. A noter que le dosimètre de l'agent qui réalise le contrôle technique ne se déclenche pas.

Ce seau est remonté au bord de la piscine par une troisième personne dont le dosimètre s'active à son tour. Le chantier est alors évacué et les intervenants sortent de la zone contrôlée. L'agent qui a touché l'objet avec les mains a été pris en charge par le médecin du travail du site et présente à l'heure actuelle un bilan clinique normal.

L'ASN a réalisé le 3 mai 2010 une inspection réactive dans la centrale et a mis en évidence les difficultés du site de Chinon à établir un relevé des faits précis ainsi qu'un manque de pilotage de l'analyse post-accidentelle. Plusieurs dysfonctionnements organisationnels ont été relevés et trois constats d'écart notables ont été notifiés à l'exploitant.

L'ASN a confirmé le classement de cet événement au niveau 2 de l'échelle internationale de gravité (INES), qui en compte 7, car un travailleur a été irradié à la main, la dose reçue étant supérieure à la limite règlementaire annuelle associée.

6 | 2 Évaluer chaque site

Belleville-sur-Loire

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

L'ASN relève une amélioration sensible du site dans le domaine de la maintenance. Les écarts techniques et documentaires détectés sont maintenant correctement traités et le site tire profite, à chaque arrêt, de son retour d'expérience afin de progresser dans l'entretien de ses installations. Cependant, les écarts de lignage des circuits relevés et les événements significatifs qui surviennent encore lors des redémarrages confirment la nécessité de poursuivre les efforts en termes de rigueur d'exploitation.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, les progrès organisationnels enregistrés sont obérés par les nombreux écarts encore relevés. L'ASN note cependant que les actions engagées permettent d'en limiter sensiblement l'importance et l'impact sur l'environnement.

Blayais

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

L'ASN a constaté des progrès sensibles dans la réalisation des opérations de maintenance et d'exploitation. Toutefois, le nombre d'écarts d'application des spécifications techniques d'exploitation restant important, l'ASN estime que le site doit encore améliorer la rigueur dans le lignage des circuits et dans la préparation des interventions, notamment en ce qui concerne la qualité et l'exhaustivité des analyses de risques.

Enfin, l'ASN estime que le site doit rester vigilant dans le domaine de la radioprotection et renforcer l'accompagnement et la surveillance sur le terrain, afin de renouer avec les bons résultats de 2009, en particulier en ce qui concerne la maîtrise des zones orange et la propreté radiologique.

Bugey

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site du Bugey se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. En particulier, la centrale nucléaire du Bugey dispose d'une filière indépendante de sûreté forte et correctement positionnée au sein de l'organisation du site.

La qualité d'exploitation a cependant montré en 2010 des signes de faiblesse en matière de lignage des circuits, de consignation et de respect des spécifications techniques d'exploitation.

L'ASN a noté en 2010 une dégradation des conditions de sécurité au travail. L'ASN attend des actions concrètes dans ce domaine en 2011, année caractérisée par un volume important d'activités de maintenance.

En matière de radioprotection et de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances du site rejoignent

l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. Les efforts déployés sur le site du Bugey depuis plusieurs années commencent à produire leurs effets.

Cattenom

L'ASN considère que les performances du site de Cattenom en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement sont globalement satisfaisantes et rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. En particulier, l'ASN considère que les actions engagées par le site en 2010 ont permis de faire progresser la radioprotection des travailleurs et doivent être poursuivies.

En matière de lutte contre les légionnelles, l'ASN note que l'expérimentation de traitement de l'eau d'appoint n'a pas pu aboutir à une solution industrielle et veillera à ce que le site poursuive ses efforts dans ce domaine, en intégrant l'ensemble des enjeux de sûreté, de protection de l'environnement et de santé publique.

En outre, l'ASN estime que le site de Cattenom doit faire preuve de plus de rigueur dans la gestion des transports de matières radioactives. En effet, plusieurs écarts sont survenus en 2010 dont l'expédition d'un déchet radioactif dans un emballage inadapté qui a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Chinon

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

L'ASN juge insuffisante la rigueur d'exploitation, à nouveau caractérisée en 2010 par un nombre conséquent d'événements significatifs. L'analyse de ces écarts met en évidence des faiblesses aussi bien dans la conduite des réacteurs que dans le lignage des circuits. L'ASN estime que le site doit progresser en matière de connaissance des règles générales d'exploitation et de respect des procédures.

Dans le domaine de la radioprotection, les deux événements significatifs d'exposition anormale de travailleurs aux rayonnements ionisants survenus en 2010 ont révélé des lacunes importantes dans la préparation des interventions. L'ASN considère que la prise en compte du risque de manipulation de corps irradiants et les modalités de cartographie préalable doivent être nettement améliorées.

Chooz

L'ASN considère que les performances en matière d'environnement du site de Chooz B sont en retrait et que les performances du site en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

L'exploitant de Chooz a été confronté à de nombreux événements relatifs à la maintenance, qui ont remis fréquemment en cause la préparation des activités voire la compétence des équipes de maintenance. Concernant l'exploitation, l'ASN note qu'en 2010 les écarts de lignage ont été quasiment éliminés. Par ailleurs, 2010 a été marquée par des déformations d'assemblages, des difficultés lors des opérations de manutention de combustible et par des blocages de grappes.

En matière d'environnement l'ASN estime que l'exploitant n'a pas pleinement intégré les décisions de 2009 réglementant ses rejets. Plusieurs événements ont ainsi été déclarés pour des non-respects de celles-ci. Le site devra progresser dans ce domaine en 2011.

Civaux

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

L'ASN estime que le site doit améliorer la maintenance des matériels dont la défaillance peut avoir un impact sur l'environnement.

Concernant l'exploitation des réacteurs, l'ASN note que la réalisation des essais périodiques s'améliore mais elle considère que le site doit être plus rigoureux lors des phases de préparation des interventions.

Les résultats du site de Civaux en matière de radioprotection sont performants, notamment avec une faible dose collective. L'ASN souligne que, pour la première fois, la démarche EVEREST (entrée en bleu de travail dans les zones contrôlées) a été mise en œuvre dans un bâtiment réacteur durant toute une période d'arrêt.

Cruas-Meysse

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté, de radioprotection et d'environnement du site de Cruas-Meysse rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF, en raison notamment du plan déployé depuis 2008 afin d'améliorer la sûreté. Toutefois, le site doit redoubler de vigilance pour améliorer dans la durée la rigueur exercée dans les opérations de conduite.

En matière de radioprotection, le site de Cruas-Meysse a présenté en 2010 des résultats contrastés. L'ASN considère que les résultats obtenus dans le domaine des contrôles gammagraphiques sont satisfaisants, mais qu'ils se révèlent insuffisants concernant le contrôle des accès dans les zones radiologiques orange.

Enfin, en matière d'environnement, l'ASN a constaté en 2010 une fragilité dans la conduite de projets relatifs à la mise en place de nouvelles installations présentant des enjeux environnementaux.

Dampierre-en-Burly

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

Cependant, l'ASN a encore détecté en 2010 des défaillances au niveau de la surveillance des prestataires de maintenance. Par

ailleurs, malgré les actions engagées depuis plusieurs années sur le sujet, des faiblesses liées à des écarts dans le lignage des circuits persistent. L'ASN estime que ces deux thématiques doivent constituer des priorités d'actions pour 2011.

Concernant la radioprotection des travailleurs, l'ASN constate à nouveau l'absence d'amélioration dans la prise en compte de ces exigences au niveau des pratiques des intervenants sur les chantiers. Dès 2011, le site devra progresser dans la maîtrise de la contamination et le respect des règles essentielles de radioprotection.

Fessenheim

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

Toutefois, l'ASN considère que le site doit rester vigilant sur la radioprotection des travailleurs et prendre les actions adéquates.

La visite décennale du réacteur 1, qui s'est déroulée d'octobre 2009 à mars 2010, a montré que les installations, et notamment les barrières de confinement, présentent un état satisfaisant. L'ASN examine actuellement l'ensemble des résultats des contrôles réalisés lors de cette visite et transmettra son avis au gouvernement sur la poursuite d'exploitation du réacteur 1 en 2011. La visite décennale du réacteur 2 aura lieu également en 2011. À cette occasion, les générateurs de vapeur seront remplacés, ce qui contribuera à améliorer encore l'état des installations.

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.

Le site poursuit l'application d'un programme destiné à améliorer ses performances en matière de sûreté, recentré sur des objectifs clairs et ciblés qui correspondent aux faiblesses identifiées par l'ASN depuis plusieurs années. Ces faiblesses sont plus particulièrement liées à des problèmes organisationnels, à une insuffisance du pilotage des actions d'amélioration de la sûreté, à un passif de maintenance important et à des lacunes en matière de culture de sûreté.

L'ASN estime que, sur plusieurs volets, des évolutions positives sont observées depuis le milieu de l'année 2010. Ces améliorations restent fragiles et les périodes sans arrêt de réacteur programmé doivent permettre au site de consolider ses résultats en 2011.

Golfech

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

Malgré des résultats dans l'ensemble satisfaisants, l'ASN a constaté en 2010 une baisse de rigueur lors de certaines opérations d'exploitation. Par ailleurs, la préparation et la réalisation des interventions de maintenance ont donné lieu à des écarts lors des deux arrêts de réacteur.

L'ASN estime que les équipes du site doivent être plus vigilantes concernant les événements pouvant avoir un impact sur l'environnement.

En matière de radioprotection, la dose collective est satisfaisante et le site de Golfech réalise des phases de manutention de combustible en bleu de travail, sans sur-tenue, signe d'une bonne maîtrise de la contamination à la source.

Gravelines

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

Toutefois, l'ASN estime que le site doit rechercher des axes d'amélioration dans la rigueur et la fiabilisation de certaines opérations. D'autre part, plusieurs événements, qui auraient pu avoir un impact sur la sûreté nucléaire ou sur la sécurité, n'ont pas fait l'objet d'un traitement adapté de la part du site. L'ASN a notamment demandé l'arrêt temporaire du réacteur 2 pour corriger un écart de calage observé sur une ligne d'évacuation de la vapeur dont la tenue au séisme n'était plus garantie.

Comme en 2009, l'ASN considère que le site doit renforcer les moyens nécessaires pour le traitement des problématiques liées à la protection de l'environnement, compte tenu de sa taille et de son implantation dans un environnement industriel dense.

Nogent-sur-Seine

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

En 2010, le réacteur 2 a été à l'arrêt pendant près de 3 mois dans le cadre de sa visite décennale et les contrôles déterminants en matière de sûreté se sont révélés satisfaisants. En revanche, plusieurs événements significatifs ont été déclarés à la suite de sorties de domaine autorisé (pilotage du réacteur) et à la suite d'erreurs de lignage de circuits en période d'arrêt de réacteur.

En outre, l'ASN considère que les résultats du site restent satisfaisants dans les domaines de la radioprotection, des équipements sous pression, et du transport de matières radioactives.

Paluel

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

Le site a confirmé ses progrès dans les domaines de la qualité des interventions de maintenance et de la requalification des matériels. Une réduction du nombre de défauts de qualité de maintenance a ainsi été constatée. Le site a par ailleurs déployé

une nouvelle stratégie de maintenance destinée à améliorer la fiabilité des matériels. Enfin, les investissements conséquents réalisés sur les installations se traduisent par un impact positif en matière de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement.

Toutefois, l'ASN estime que la rigueur des opérations d'exploitation doit faire l'objet d'une priorité d'action et que la culture de sûreté des agents doit être renforcée. En effet, malgré un travail important engagé, des écarts aux exigences d'exploitation subsistent.

Penly

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

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

Toutefois, l'ASN considère que l'organisation du service d'inspection reconnu en charge de la mise en œuvre de plans d'inspections des équipements sous pression reste fragile. Ce point fait donc l'objet d'une attention particulière de la part de l'ASN.

Saint-Alban

L'ASN considère que les performances globales du site de Saint-Alban sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les performances d'EDF. En 2010, les faiblesses structurelles déjà diagnostiquées en 2009 ont à nouveau été observées, notamment lors de l'arrêt pour rechargement du réacteur 2.

Le site met en œuvre depuis mi-2009 un plan destiné à améliorer la rigueur d'exploitation. L'ASN note une inflexion positive dans la manière dont les exigences en matière de sûreté sont affirmées.

En matière de radioprotection et de protection de l'environnement, les résultats du site restent fragiles, ces sujets n'étant pas pris en compte avec suffisamment de rigueur.

L'ASN note qu'en matière de suivi des équipements sous pression, le service d'inspection reconnu doit impérativement mieux asseoir son autorité.

En outre, de manière générale, l'ASN attend du site de Saint-Alban en 2011 des progrès en matière de réactivité et de communication vis-à-vis de l'ASN.

Saint-Laurent-des-Eaux

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

Au plan de la sûreté, les progrès réalisés dans le domaine de la surveillance en salle de commande, ont notamment permis au site d'améliorer sa gestion des phases transitoires de mise à l'arrêt et de redémarrage des réacteurs. Néanmoins, l'ASN estime que le site doit rester vigilant afin de pérenniser ces résultats et s'attacher à renforcer la préparation des interventions.

L'ASN relève que les moyens mis en œuvre par le site ont permis de réduire le nombre d'événements significatifs dans le domaine de la radioprotection. Bien que les indicateurs de propreté radiologique restent à un niveau satisfaisant, les efforts concernant la prise en compte des enjeux de radioprotection par les intervenants doivent être maintenus.

Tricastin

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté du site du Tricastin se distinguent de manière positive par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN note que même si des progrès sont encore possibles, en particulier concernant la préparation des interventions, la rigueur d'exploitation s'est améliorée en 2010 en raison notamment d'une meilleure implication du management.

En matière de radioprotection et d'environnement, l'ASN considère que les performances du site rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. En particulier, en matière de radioprotection, l'ASN constate une amélioration de la propreté radiologique, notamment lors des arrêts de réacteur, mais note toutefois une dégradation des performances du site concernant le respect des zonages radiologiques.

Enfin, l'ASN considère que la sécurité des travailleurs s'est fortement dégradée en 2010 avec notamment trois accidents du travail graves.

Nouveaux réacteurs

6 | 3 Évaluer la construction du réacteur EPR

À l'issue des inspections menées en 2010 et de l'examen des écarts déclarés par EDF, l'ASN considère que, pour le génie civil, EDF et la société Bouygues, titulaire du contrat principal, disposent d'une organisation globalement satisfaisante et, par rapport aux années antérieures, progressent sur le plan de la rigueur technique et documentaire. En revanche, pour les activités nouvelles telles que les montages mécaniques ou électriques, l'ASN note en règle générale qu'EDF n'a pas suffisamment anticipé les difficultés d'adaptation des entreprises aux exigences associées à l'application des dispositions de l'arrêté du 10 août 1984, dont l'identification préalable des activités concernées par la qualité et le respect de l'ensemble des exigences associées.

Le management de la qualité associée à la construction

L'ASN a constaté lors de ses inspections que l'organisation mise en place dans les différents services d'EDF en charge de la surveillance était globalement satisfaisante. Des écarts en matière d'identification des activités concernées par la qualité et des défauts de traçabilité des actions de surveillance réalisées par EDF ont toutefois été constatés. Pour les activités inspectées en 2010, ces défauts se concentrent essentiellement sur le bureau d'étude auquel EDF confie la surveillance des études de conception détaillée de génie-civil et de la fabrication des

systèmes et composants qui n'entrent pas dans la constitution de la chaudière nucléaire. De plus, l'ASN considère qu'EDF doit améliorer son système de contrôle des documents utilisés pour la fabrication des systèmes, structures et composants.

Les FOH dans les projets de nouveaux réacteurs

L'ASN a demandé l'avis du groupe permanent réacteurs sur les principes d'organisation et les moyens humains prévus par EDF pour la conduite du réacteur EPR Flamanville. Cet avis devait être rendu en décembre 2010. Or, les résultats des premières campagnes d'essais effectuées en 2010 sur simulateur ne permettent pas de conclure sur certains des éléments essentiels de la démonstration de sûreté. Ils seront donc complétés par une prochaine campagne prévue en 2011, et l'avis du GPR devrait alors être rendu en 2012.

Par ailleurs, l'ASN a contrôlé en 2010 la prise en compte des FOH sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3. L'ASN considère que le recours à des spécialistes FOH doit être plus systématique, par exemple pour élaborer des guides de surveillance FOH à l'attention des contrôleurs de travaux et les aider à les mettre en pratique. L'ASN a souligné positivement les analyses ergonomiques réalisées pour différentes situations de travail par le titulaire de contrat de génie civil principal. En ce qui concerne l'intervention de travailleurs étrangers sur le chantier, une attention particulière doit être portée à avoir un nombre suffisant d'interprètes et à leur niveau de maîtrise du français.

En vue de préparer l'examen de la demande d'autorisation de mise en service de l'installation, l'ASN a contrôlé l'organisation de la phase de pré-exploitation. C'est la phase de prise en main progressive de la centrale nucléaire avant sa mise en service. L'ASN a relevé la volonté de la future équipe exploitante de mettre en place une organisation capable d'anticiper et qui s'inscrit dès à présent dans la perspective des « organisations apprenantes » : ceci se concrétise par l'intégration de la démarche de détection de signaux faibles, par la présence d'un consultant facteurs humains et la constitution d'un réseau local de correspondants facteurs humains. L'ASN a toutefois demandé à l'exploitant de prendre dans les meilleurs délais les dispositions permettant de garantir un niveau de qualité conforme à l'arrêté du 10 août 1984 pour la réalisation des activités en cours ou à venir et relevant de l'application de cet arrêté.

7 PERSPECTIVES

Pour ce qui relève des centrales nucléaires, les axes de travail et les actions de contrôle de l'ASN en 2011 seront guidés par les principaux éléments suivants :

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

Le contrôle du réacteur EPR

Le contrôle de la construction du réacteur EPR Flamanville 3 se poursuivra jusqu'à l'autorisation de mise en service de l'installation. L'ASN compte poursuivre son action de contrôle sur la prévention des risques d'accident du travail, sur la surveillance par EDF de la qualité des réalisations tant pour les travaux réalisés sur site que pour les fabrications réalisées par les fournisseurs d'EDF, notamment via les essais d'équipements. À ce jour, EDF prévoit de déposer une demande de mise en service de son installation courant 2012, pour un premier fonctionnement à puissance nominale en 2014. En parallèle, l'ASN poursuivra l'examen anticipé de certains éléments du dossier réglementaire de demande de mise en service, notamment les méthodes d'études d'accidents, les principes de conduite et les règles générales d'exploitation de l'installation. Par ailleurs, EDF a déposé en décembre 2010 une demande d'autorisation de création pour un réacteur de type EPR à Penly. En 2011, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, engagera l'examen du dossier déposé par EDF en vue d'émettre un avis sur l'autorisation de création de ce réacteur.

Les autres actions liées aux nouveaux réacteurs

En 2011, l'ASN achèvera, avec l'appui de l'IRSN et du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR), l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA-1 et rendra son avis sur ces options. Cet examen se déroule dans le cadre et selon les modalités définis dans la convention tripartite signée mi-2010 par l'ASN, l'IRSN et la société ATMEA.

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

7 | 2 Contrôle de la sous-traitance

L'ASN initiera un processus d'évaluation de la politique de sous-traitance, afin de vérifier qu'EDF conserve en interne un volume suffisant de compétences pour exercer ses responsabilités. Par ailleurs, l'ASN effectuera une campagne d'inspections ciblées destinée à vérifier le bon respect de la réglementation dans les tâches sous-traitées et le lien avec les conditions de passation des marchés, aussi bien sur les sites en exploitation que sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3.

7 | 3 Inspection du travail

À la suite des écarts constatés en 2010 sur les sites et relatifs au dépassement des durées maximales de travail, l'ASN poursuivra son contrôle dans ce domaine. Elle veillera à ce qu'EDF engage des actions concrètes concernant la durée du travail des cadres, population particulièrement concernée. Elle s'attachera à décliner les mesures définies dans le plan d'action du Ministère du travail en matière d'inspection du travail, en mettant ainsi l'accent sur la santé et la sécurité au travail, la qualité des emplois, le dialogue social et la démocratie sociale, et la lutte contre le travail illégal. Enfin, dans l'objectif de développer une vision intégrée de la sûreté, les inspecteurs du travail de l'ASN seront associés aux autres actions de contrôle de l'ASN, notamment dans le domaine des prestataires. Par ailleurs, l'ASN analysera en détail les conditions d'accès au bâtiment réacteur, réacteur en fonctionnement, qui ont été à l'origine de plusieurs droits d'alerte des CHSCT des sites, pour « danger grave et imminent ». L'ASN examinera les risques inhérents à ces opérations, dont le risque d'exposition aux neutrons et le risque psychosocial. Cette analyse sera réalisée conjointement par les inspecteurs de la radioprotection et du travail de l'ASN.

7 | 4 Radioprotection et protection de l'environnement

La radioprotection

L'ASN attend d'EDF un renforcement de sa politique en matière de radioprotection, avec notamment une meilleure sensibilisation des intervenants à la culture de radioprotection et des progrès en matière de maîtrise de la contamination à la source. Elle veillera au respect de ces différents aspects dans les dossiers qu'elle sera amenée à instruire, et lors des inspections sur site. En particulier, l'ASN réalisera une inspection de grande envergure sur les 4 sites du Val de Loire (Belleville, Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon), en vue de dresser un bilan approfondi des actions en matière de radioprotection et de s'assurer que le retour d'expérience tiré des événements de Chinon en 2010 a bien été pris en compte.

La protection de l'environnement

L'ASN s'attachera à vérifier sur le terrain que les actions envisagées par EDF en matière de lutte anti-légionelles, mais également en termes de réduction des émissions de fluides frigorigènes, sont effectivement déclinées sur les sites. Par ailleurs, elle poursuivra les discussions avec l'exploitant concernant l'optimisation des rejets, conformément aux actions recommandées par le GPR en 2009, lorsqu'il s'était réuni pour examiner la gestion des effluents radioactifs et des effluents chimiques associés des centrales nucléaires françaises en exploitation.

7 | 5 Prévention des agressions

La prévention des incendies et explosions

À la suite des incendies de transformateurs ayant eu lieu en 2010 dans les centrales de Paluel et Tricastin, l'ASN a décidé de mener une action de contrôle renforcée sur les sites pour s'assurer que l'entretien et la maintenance de ces appareils sont suffisants.

La prévention des inondations

En 2011, l'ASN soumettra aux groupes permanents pour les réacteurs, laboratoires et usines le projet de guide relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Ceci constitue l'aboutissement d'un groupe de travail qui a réuni, entre 2006 et 2009, l'ASN, l'IRSN, les exploitants d'industries nucléaires ainsi que des experts du domaine de l'hydrologie.

7 | 6 Surveillance des équipements et maintenance

En 2010, EDF a annoncé à l'ASN son intention de basculer dans le futur proche vers une nouvelle doctrine de maintenance appelée l'AP913. Cette méthodologie a été définie par l'*Institute of nuclear power operations* (INPO), avec les exploitants américains en 2001. L'ASN suivra de près la mise en place de cette nouvelle doctrine.

7 | 7 Réexamens de sûreté associés aux visites décennales

L'ASN poursuivra attentivement en 2011 l'instruction des réexamens de sûreté des réacteurs du parc, associés à leurs visites décennales. L'ASN considère cette étape comme fondamentale dans la connaissance précise de l'état des réacteurs et dans l'analyse de la capacité d'EDF à poursuivre le cas échéant leur exploitation. L'ASN fera connaître, un an après la fin de chaque visite décennale, son avis sur la conformité de chaque installation aux exigences de sûreté applicables, et le cas échéant, prescrira des dispositions à caractère technique pour encadrer la poursuite de l'exploitation du réacteur. En 2011, l'ASN fera ainsi part de sa position à la suite des visites décennales réalisées en 2010, notamment pour les réacteurs 1 de Fessenheim et 2 de Bugey qui ont achevé leur troisième visite décennale.

7 | 8 Poursuite d'exploitation au-delà de quarante ans

EDF ayant manifesté le souhait de prolonger la durée de fonctionnement de ses réacteurs significativement au-delà de quarante ans, l'ASN poursuivra l'examen des conditions d'extension éventuelle de leur exploitation. À ce titre, l'ASN saisira en 2011 avec l'appui de l'IRSN, le GPR pour évaluer le programme d'études et de travail proposé par EDF en vue de prolonger l'exploitation des réacteurs. Pour l'ASN, la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de quarante ans n'est envisageable que si elle est associée à un programme volontariste et ambitieux d'améliorations au plan de la sûreté, en cohérence avec les objectifs de sûreté retenus pour les nouveaux réacteurs, et les meilleurs pratiques sur le plan international.