

4 juillet 2011

**Rapport à l'attention de**

**Madame la Ministre de l'écologie, du développement durable,  
des transports et du logement,**

**Monsieur le Ministre de l'économie, des finances et de l'industrie**

**et**

**Monsieur le Ministre de l'industrie, de l'énergie et de l'économie numérique**

**POURSUITE D'EXPLOITATION DU RÉACTEUR N°1  
DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM  
APRÈS TRENTE ANNÉES DE FONCTIONNEMENT**

-----

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>RÉFÉRENCES</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CADRE RÉGLEMENTAIRE</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA</b>	<b>6</b>
3.1	ACTIONS DE L'ASN A LA SUITE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	6
3.2	LA POURSUITE D'EXPLOITATION A LA LUMIERE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	7
<b>4</b>	<b>PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION</b>	<b>7</b>
4.1	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS	7
4.2	PARTICULARITES DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM PAR RAPPORT AU RESTE DU PARC	8
4.3	EXPLOITATION DU RÉACTEUR	9
4.4	GESTION DU COMBUSTIBLE	9
4.5	EXPLOITATION DE LA CUVE	9
4.6	EXPLOITATION DU CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL	10
4.7	EXPLOITATION DES CIRCUITS SECONDAIRES PRINCIPAUX	10
4.8	EXPLOITATION DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT	10
4.9	EXPLOITATION DES AUTRES MATÉRIELS	10
4.10	ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS	11
4.11	RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION	11
4.11.1	Spécifications techniques d'exploitation et règles d'essais périodiques	12
4.11.2	Procédures de conduite en situation incidentelle et accidentelle	12
4.12	MODIFICATIONS APPORTÉES AU RÉACTEUR	12
4.12.1	Modifications réalisées lors de la deuxième visite décennale	12
4.12.2	Modifications réalisées entre la deuxième visite décennale et la troisième visite décennale	13
4.13	APPRECIATION GENERALE DE L'ASN SUR L'EXPLOITATION	13
<b>5</b>	<b>RÉEXAMEN DE SÛRETÉ</b>	<b>14</b>
5.1	DÉMARCHE ADOPTÉE	14
5.2	EXAMEN DE CONFORMITÉ	15
5.2.1	Objectifs	15
5.2.2	Principaux résultats des contrôles et examens réalisés lors de la troisième visite décennale	15
▪	Retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais	15
▪	Génie civil	16
▪	Ancrages	16
▪	Supportage des chemins de câbles	16
▪	Ventilation	16
5.2.3	Conclusions de l'examen de conformité	17
<b>5.3</b>	<b>RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ</b>	<b>17</b>
5.3.1	Objectifs	17
5.3.2	Résultats des études réalisées au titre de la réévaluation de sûreté	17
5.3.2.1	Inondations d'origine interne	17
5.3.2.2	Explosions d'origine interne	18
5.3.2.3	Incendie	18
5.3.2.4	Démarche de vérification sismique	18
5.3.2.5	Agressions d'origine climatique	19

5.3.2.6	Autonomie des réacteurs vis-à-vis des agressions externes de mode commun	19
5.3.2.7	Agressions externes dues à l'environnement industriel et aux voies de communication	20
5.3.2.8	Risque de surpression à froid	20
5.3.2.9	Défaillance passive du circuit d'injection de sécurité	20
5.3.2.10	Rupture d'un tube de générateur de vapeur et non-débordement en eau	21
5.3.2.11	Réactualisation de l'étude probabiliste de sûreté relative à l'évaluation probabiliste du risque de fusion du cœur	21
5.3.2.12	Accidents graves, réactualisation de l'étude probabiliste de sûreté relative à l'évaluation des rejets en cas d'accident grave	21
5.3.2.13	Confinement en situation post-accidentelle	22
5.3.2.14	Comportement des enceintes de confinement	22
5.3.2.15	Conformité des systèmes de ventilation / filtration vis-à-vis du confinement	22
5.3.2.16	Opérabilité des matériels nécessaires dans les situations hors dimensionnement	23
5.3.2.17	Système de surveillance post-accidentelle	23
5.3.2.18	Vérification des systèmes et des ouvrages de génie civil	24
5.3.2.19	Fonctionnement du système de mesure de radioactivité	24
5.3.2.20	Fiabilité du système de refroidissement de la piscine de désactivation	24
5.3.2.21	Capacités fonctionnelles du système d'injection de sécurité	25
5.3.2.22	Fiabilisation de la fonction de recirculation	25
5.3.3	Résultats des études réalisées en dehors du cadre du réexamen de sûreté	25
5.3.3.1	Criticité	26
5.3.3.2	Conséquences radiologiques	26
5.3.3.3	Nouveau domaine complémentaire	26
5.3.3.4	Grands chauds	26
5.3.3.5	Station de pompage	26
5.3.3.6	Protection du site contre les inondations d'origine externe	27
5.3.3.7	Conclusions	28
<b>6</b>	<b>CONTRÔLES RÉALISÉS EN VISITE DÉCENNALE</b>	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>PRINCIPAUX CONTRÔLES ET ESSAIS</b>	<b>28</b>
6.1.1	Chaudière nucléaire	28
6.1.2	Épreuve de l'enceinte de confinement	28
6.1.3	Contrôles et opérations de maintenance des autres équipements	29
6.1.4	Essais décennaux	29
<b>6.2</b>	<b>MISE EN ŒUVRE DES MODIFICATIONS PRÉVUES AU TITRE DE LA RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ</b>	<b>29</b>
<b>6.3</b>	<b>ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS</b>	<b>30</b>
<b>6.4</b>	<b>SURVEILLANCE EXERCÉE PAR L'ASN</b>	<b>30</b>
<b>6.5</b>	<b>REDÉMARRAGE DU RÉACTEUR APRÈS LA TROISIÈME VISITE DÉCENNALE</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>PERSPECTIVES POUR LES DIX ANNÉES À VENIR</b>	<b>30</b>
<b>7.1</b>	<b>POLITIQUE DE MAINTENANCE</b>	<b>31</b>
<b>7.2</b>	<b>PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES</b>	<b>31</b>
7.2.1	Objectifs du programme d'investigations complémentaires	31
7.2.2	Risque de réaction sulfatique interne sur l'enceinte de confinement et les autres ouvrages de génie civil	32
<b>7.3</b>	<b>GESTION DU VIEILLISSEMENT</b>	<b>32</b>
7.3.1	Processus retenu	32
7.3.2	Dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim	33
7.3.2.1	Spécificités du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim	33
7.3.2.2	Bilan des contrôles et inspections réalisés au titre du suivi du vieillissement sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim	33
7.3.2.3	Position de l'ASN	33
<b>7.4</b>	<b>TENUE EN SERVICE DE LA CUVE DU RÉACTEUR</b>	<b>33</b>

<b>7.5</b>	<b>ACTIONS COMPLÉMENTAIRES DANS LE CADRE DE LA MAÎTRISE DU</b>	
<b>VIEILLISSEMENT</b>		<b>34</b>
7.5.1	Gestion des compétences	34
7.5.2	Contrôles réalisés par l'ASN	35
<b>8</b>	<b><i>POURSUITE D'EXPLOITATION</i></b>	<b>35</b>

# 1 RÉFÉRENCES

- [1] Loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire
- [2] Décret du 3 février 1972 autorisant la création par Électricité de France des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim dans le département du Haut-Rhin complété par le décret du 10 décembre 1985 modifiant le périmètre de l'installation nucléaire de base
- [3] Décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives
- [4] Arrêté du 10 août 1984 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base
- [5] Arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression
- [6] Arrêtés préfectoraux en date du 26 mai 1972 et du 17 avril 1974 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et consommation d'eau et de rejets dans l'environnement
- [7] Arrêtés ministériels en date du 17 novembre 1977 fixant les limites et modalités de rejets dans l'environnement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- [8] Courrier DEP-PRES-0077-2009 du 1er juillet 2009 : position de l'ASN sur les aspects génériques de la poursuite d'exploitation des réacteurs de 900 MWe à l'issue de la troisième visite décennale
- [9] Note technique D519010L1027-S00 du 26 juillet 2010 : bilan de l'examen de conformité ECOT VD3 900 Fessenheim 1
- [10] Note technique D519010L1139-N00 du 10 septembre 2010 : dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation tranche 1 CNPE de Fessenheim
- [11] Note technique D519010L1195-N00 du 10 septembre 2010 : rapport de conclusions du réexamen VD3 de la tranche 1 du CNPE de Fessenheim
- [12] Avis IRSN n°2011-62 du 10 février et n°2011-81 du 24 février 2011 : instruction des suites du GPR bilan de réexamen de sûreté VD3-900 - examen du rapport de conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 du CNPE de Fessenheim à l'issue de sa troisième visite décennale
- [13] Courrier DEP-SD2-N°0468-2005 du 2 septembre 2005 : réacteurs nucléaires à eau sous pression. Programme d'examen de conformité des réacteurs de 900 MWe dans le cadre du réexamen de sûreté VD3
- [14] Courrier DGSNR/SD2 n°760/2003 du 9 octobre 2003 : orientations du réexamen de la sûreté des réacteurs de 900 MWe à l'occasion de leurs troisième visites décennales
- [15] Rapport sur la visite décennale n°3 du réacteur n°1 du CNPE de Fessenheim (Expertise à la demande de la CLIS de Fessenheim) de juin 2010
- [16] Décision 2011-DC-0213-EDF du Collège de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011 prescrivant à EDF de procéder à une évaluation complémentaire de la sûreté de certaines de ses installations nucléaires de base au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fuskushima Daiichi

## **2 CADRE RÉGLEMENTAIRE**

L'ASN exerce un contrôle permanent de l'ensemble des installations nucléaires. Ainsi, l'ASN effectue tous les ans entre 20 et 30 inspections sur la centrale nucléaire de Fessenheim. En outre, les écarts déclarés par l'exploitant sont analysés par l'ASN, ainsi que les actions décidées pour les corriger et éviter qu'ils ne puissent se reproduire. Enfin, l'ASN assure le contrôle de tous les arrêts de réacteur pour rechargement en combustible et maintenance programmée.

En complément de ce contrôle continu, l'exploitant est tenu de réexaminer tous les dix ans la sûreté de son installation, conformément au III de l'article 29 de la Loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (Loi TSN) citée en référence [1].

Du 17 octobre 2009 au 24 mars 2010, la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim après trente ans d'exploitation a été réalisée. EDF a procédé à cette occasion au réexamen de sûreté de cette installation.

Ce réexamen de sûreté avait pour but d'une part d'examiner en profondeur l'état de l'installation afin de vérifier qu'elle respectait bien l'ensemble des règles qui lui sont applicables et d'autre part d'améliorer son niveau de sûreté en comparant notamment les exigences applicables à celles en vigueur pour des installations présentant des objectifs et des pratiques de sûreté plus récents et en prenant en compte l'évolution des connaissances ainsi que le retour d'expérience national et international.

EDF a également présenté dans ce cadre un état précis du vieillissement visant à démontrer l'aptitude à la poursuite d'exploitation de ce réacteur dans des conditions satisfaisantes de sûreté après trente ans de fonctionnement.

Conformément au III de l'article 29 de la loi citée en référence [1], EDF a adressé à l'ASN le 10 septembre 2010 le rapport de conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim après trente années d'exploitation (référence [11]).

Le présent rapport constitue l'analyse de l'ASN, conformément au III de l'article 29 de la loi citée en référence [1], du rapport de réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim portant en particulier sur l'aptitude à la poursuite d'exploitation de ce réacteur après trente années de fonctionnement.

## **3 PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA**

### **3.1 ACTIONS DE L'ASN A LA SUITE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA**

L'ASN considère qu'il est fondamental de tirer les leçons de l'accident survenu le 11 mars 2011 sur la centrale de Fukushima Daiichi, comme cela a été le cas notamment après ceux de Three Mile Island et de Tchernobyl. Le retour d'expérience approfondi sera un processus long s'étalant sur plusieurs années. Néanmoins, des premiers enseignements peuvent être tirés dès maintenant.

Le 5 mai 2011, l'ASN a adopté 12 décisions prescrivant aux exploitants d'installations nucléaires françaises la réalisation d'une évaluation complémentaire de la sûreté de leurs installations au regard de l'accident de Fukushima. Conformément à la décision en référence [16], EDF remettra au plus tard le 15 septembre 2011 ses premières conclusions sur l'évaluation complémentaire de la sûreté de l'ensemble de ses réacteurs nucléaires, y compris le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

L'évaluation complémentaire de sûreté consistera en une réévaluation ciblée des marges de sûreté des installations nucléaires à la lumière des événements qui ont eu lieu à Fukushima, à savoir des phénomènes naturels extrêmes mettant à l'épreuve les fonctions de sûreté des installations et conduisant à un accident grave. Trois aspects principaux devront être inclus dans cette évaluation :

- Les dispositions prises en compte dans le dimensionnement de l'installation et la conformité de l'installation aux exigences de conception qui lui sont applicables.

- La robustesse de l'installation au-delà de ce pour quoi elle est dimensionnée ; l'exploitant identifiera les situations conduisant à une brusque dégradation des séquences accidentelles et présentera les mesures permettant de les éviter.
- Toute possibilité de modification susceptible d'améliorer le niveau de sûreté de l'installation.

### **3.2 LA POURSUITE D'EXPLOITATION A LA LUMIERE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA**

Les premières conclusions de l'ASN sur les évaluations complémentaires de sûreté seront disponibles fin 2011 pour le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Le présent avis se fonde donc sur les conclusions du réexamen de sûreté. Il est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

## **4 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION**

Le présent paragraphe fournit un panorama de l'historique d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim au moment de sa troisième visite décennale.

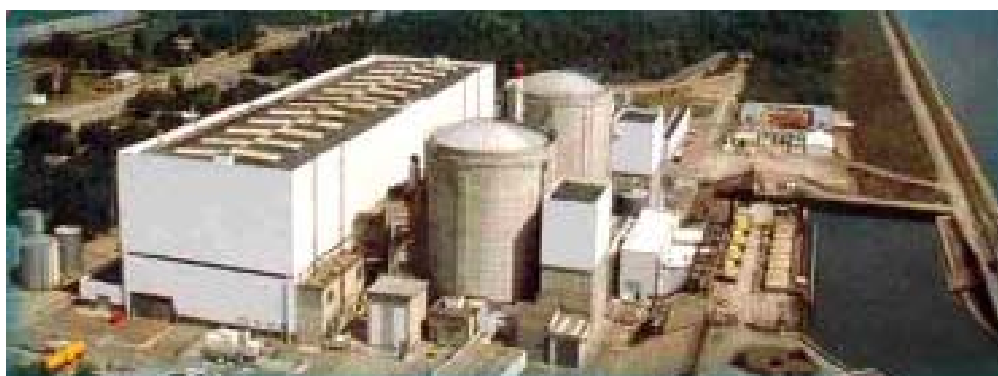
### **4.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS**

La création de la centrale nucléaire de Fessenheim a été autorisée par Décret cité en référence [2]. Les réacteurs n°1 et n°2 constituent l'installation nucléaire de base (INB) n°75.

La centrale nucléaire de Fessenheim est située sur le territoire de la commune de Fessenheim, sur la rive gauche du grand canal d'Alsace, à 1,5 km du lit du Rhin faisant frontière entre la France et l'Allemagne.

Le site comprend deux réacteurs à eau pressurisée (REP) de conception identique (palier "CP0"), d'une puissance électrique de 900 MWe chacun, qui produisent l'équivalent de la consommation d'électricité de la Région Alsace (de l'ordre de 13 TWh annuels). La mise en service des deux réacteurs date des années 1977 et 1978.

Les rejets ainsi que le prélèvement et la consommation d'eau de la centrale nucléaire de Fessenheim sont fixés par les arrêtés ministériels et préfectoraux datant de 1972, 1974 et 1977 cités en références [6] et [7]. L'ASN a entrepris depuis 2009 de réviser les prescriptions de rejets de cette installation.



## 4.2 PARTICULARITES DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM PAR RAPPORT AU RESTE DU PARC

Avec 34 réacteurs du palier 900 MWe, 20 réacteurs du palier 1300 MWe et 4 réacteurs du palier 1450 MWe, le parc électronucléaire d'EDF est très standardisé. Ainsi, de nombreuses similitudes existent entre les centrales nucléaires d'un même palier, voire de deux paliers différents. Il n'en reste pas moins que chaque centrale possède, en raison de son implantation géographique, de choix d'ingénierie particuliers, d'opportunités diverses ou de justifications historiques, des particularités pour chaque site, voire chaque réacteur. Nous allons ainsi énumérer les particularités les plus notables pour la centrale nucléaire de Fessenheim par rapport au reste du parc. Certains de ces points ont fait l'objet de prescriptions dans le cadre du réexamen de sûreté.

### Particularités techniques :

- Le radier : (voir paragraphe 5.3.2.12) L'épaisseur du radier (dalle de fondation en béton armé) du bâtiment réacteur de Fessenheim est plus faible que celle des autres réacteurs du parc. Ce sujet a été étudié par l'ASN à l'occasion du troisième réexamen de sûreté dans le cadre de la prévention et de la mitigation des accidents graves. En décembre 2009, l'ASN a demandé à EDF d'étudier le renforcement du radier de la centrale de Fessenheim. Après analyse des réponses de l'exploitant, l'ASN considère qu'EDF devra renforcer avant le 30 juin 2013 le radier du bâtiment du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim afin de d'augmenter très fortement sa résistance au corium en cas d'accident grave avec percement de la cuve (le corium est l'amas de combustibles et d'éléments de structure du cœur d'un réacteur nucléaire fondus et mélangés). En outre, EDF devra installer avant le 31 décembre 2012 des dispositions techniques de secours permettant d'évacuer durablement la puissance résiduelle en cas de perte de la source froide. Cette disposition permettra d'accroître la prévention d'une fusion du cœur pouvant conduire à un percement de la cuve et à un contact du corium avec le radier.
- La cuve : (voir paragraphe 7.4) Une spécificité des réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim par rapport aux autres réacteurs en exploitation du parc d'EDF est la conception de la cuve. En particulier, la cuve le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim comporte trois viroles (anneaux métalliques soudés les uns aux autres pour former la cuve), tandis que les autres cuves en possèdent deux. L'ASN considère que les contrôles réalisés sur la cuve associés à la compréhension des mécanismes de vieillissement présentés par les centres d'ingénierie d'EDF permettent d'assurer la maîtrise du vieillissement sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

### Particularités liées à la situation géographique de la centrale :

- La situation de la centrale nucléaire par rapport au Grand Canal d'Alsace : (voir notamment paragraphes 5.2.1. et 5.3.3.6) un nombre important de scénarios sur les risques d'inondation externe ont été pris en compte dans le rapport de sûreté de l'installation, en accord d'une part avec la règle fondamentale de sûreté RFS 1.2.e et d'autre part avec les conclusions des groupes permanents d'experts qui se sont réunis à la suite de l'incident survenu à la centrale nucléaire du Blayais en 1999. La prise en compte de ces scénarios a conduit EDF à renforcer de façon satisfaisante la prévention du risque d'inondation sur le site de Fessenheim.

En outre, la centrale nucléaire de Fessenheim présente la particularité d'être située en contrebas de 9 m du Grand Canal d'Alsace. EDF a notamment vérifié la tenue au séisme majoré de sécurité de la digue de ce canal (voir paragraphe 5.3.2.4).

- Le risque sismique : (voir notamment paragraphe 5.3.2.4) La centrale nucléaire de Fessenheim se situe dans une zone à risque sismique modéré, de même que les centrales situées sur l'axe rhénan. C'est la raison pour laquelle le séisme a été un des risques identifiés dès la conception de la centrale, et que de nombreux scénarios envisageables ont été pris en compte dans le rapport de sûreté de l'installation. L'ASN considère aujourd'hui que la méthodologie d'évaluation du comportement sismique des bâtiments et leur stabilité après réalisation des renforcements et des modifications prévues sont satisfaisantes pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.



- La nappe d'Alsace : (voir notamment paragraphe 5.3.2.6) A seulement quelques mètres sous le sol de la centrale nucléaire, on trouve la plaine d'Alsace, la nappe phréatique d'Alsace s'étend sur 2800 km<sup>2</sup>, ce qui en fait la plus grande réserve d'eau souterraine d'Europe. L'ASN a demandé à EDF de mettre en place avant le 31 décembre 2012 un dispositif, barrière hydraulique ou équivalent, visant à contenir dans les limites du site les effets d'une pollution chimique accidentelle de la nappe phréatique

Certains de ces sujets seront réexaminés à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### 4.3 EXPLOITATION DU RÉACTEUR

Les principales étapes d'exploitation du réacteur n°1 sont présentées ci-après :

Étapes d'exploitation	Dates
Première divergence	7 mars 1977
Premier couplage au réseau d'électricité	6 avril 1977
Visite complète n°1	Du 3 mars 1979 au 12 juillet 1979
Visite décennale n°1	Du 7 avril 1989 au 14 octobre 1989
Visite décennale n°2	Du 9 octobre 1999 au 3 mars 2000

### 4.4 GESTION DU COMBUSTIBLE

Le mode de gestion du combustible du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim a évolué au cours des trente premières années d'exploitation. Les principales étapes de cette évolution sont décrites ci-après :

- 1976 : combustible en uranium enrichi à 3,25% renouvelé par tiers de cœur ;
- 1989 : combustible en uranium enrichi à 3,25% renouvelé par quart de cœur ;
- 1994 : modification des taux d'enrichissement des assemblages de combustible en uranium désormais enrichis à 3,7% ;
- 2002 : modification des taux d'enrichissement des assemblages de combustible en uranium désormais enrichis à 4,2%.

Le réacteur n°1 de Fessenheim n'est pas pour le moment autorisé à utiliser du combustible MOX, constitué d'un mélange d'oxyde d'uranium et de plutonium issu du retraitement.

### 4.5 EXPLOITATION DE LA CUVE

La cuve d'un réacteur électronucléaire subit une première épreuve hydraulique en fin de fabrication, une seconde dans les trente premiers mois après sa mise en service puis tous les dix ans. Avant la réalisation de la troisième visite décennale, la cuve du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim a par conséquent fait l'objet de quatre épreuves hydrauliques en 1976 (visite complète en fin de fabrication), 1979 (visite complète), 1989 (visite décennale n°1) et 1999 (visite décennale n°2) sous des pressions comprises entre 206 et 228 bar.

#### Cas particulier des défauts sous revêtement

Les contrôles menés en 1999 à l'occasion de la deuxième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont permis de mettre en évidence la présence d'un défaut sous le revêtement de la virole de cœur. Les contrôles réalisés en 2009 n'ont pas montré d'évolution significative de ce défaut.

#### **Couvercle de cuve**

Le couvercle de cuve équipé de traversées en alliage de type Inconel 600 non-traité thermiquement et présentant une forte sensibilité à la corrosion sous contrainte a été remplacé en 1996 par un nouveau couvercle équipé de traversées en alliage de type Inconel 690 moins sensible à ce mode de dégradation.

### **4.6 EXPLOITATION DU CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL**

À la suite de la mise en évidence au début des années 90 du phénomène de corrosion sous contrainte affectant les équipements sous pression fabriqués en alliage de type Inconel 600 non-traité thermiquement, les générateurs de vapeur du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont été changés en 2002. Ils sont désormais équipés de tubes en alliage de type Inconel 690 moins sensible aux phénomènes de corrosion.

Les générateurs de vapeur présentent un taux de bouchage faible, un seul tube étant obturé sur le générateur de vapeur n°1. Les générateurs de vapeur du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ne sont par ailleurs pas concernés par le phénomène de colmatage.

Les autres éléments constitutifs du circuit primaire principal (tuyauteries primaires, piquages, pressuriseur, groupe motopompe primaire, soupapes, organes de robinetterie) ne présentent pas de spécificité ni de sensibilité particulière au vieillissement.

Conformément aux exigences réglementaires applicables, EDF assure un suivi des régimes transitoires subis par la chaudière nucléaire. Lors du démarrage du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a justifié la tenue mécanique du circuit primaire pour une durée de quarante ans d'exploitation sur la base d'un nombre alloué défini de régimes transitoires.

Ce suivi montre qu'aucune situation n'a atteint le nombre de régimes transitoires alloués dans le dossier d'analyse du comportement. Au vu du bilan de consommation, aucun dépassement n'est prévisible pour l'ensemble des autres situations dans le cadre d'une période de fonctionnement de quarante ans. À ce jour, trois situations ont atteint ou dépassé 50 % des occurrences qui leur sont allouées et font l'objet d'une surveillance particulière.

### **4.7 EXPLOITATION DES CIRCUITS SECONDAIRES PRINCIPAUX**

Les circuits secondaires principaux ont subi quatre épreuves hydrauliques en 1974, 1983-84, 1993-94 et en octobre 2002 à l'occasion du remplacement des générateurs de vapeur.

Les robinets, soupapes et vannes installés sur les circuits secondaires principaux ainsi que les soupapes des générateurs de vapeur ne présentent pas de spécificité ni de sensibilité particulière au vieillissement. Ce constat s'applique également aux tuyauteries.

### **4.8 EXPLOITATION DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT**

L'enceinte de confinement du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est constituée d'une paroi de béton précontraint revêtue d'une peau métallique de faible épaisseur.

Cette enceinte a fait l'objet de cinq épreuves en 1976, 1979, 1989, 2000 et en 2010 lors de la troisième visite décennale. Le taux maximal de fuites, soit 6,8 Nm<sup>3</sup>/h incertitudes comprises pour un critère maximal fixé à 14,3 Nm<sup>3</sup>/h, a été observé en 2000.

L'enceinte de confinement du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ne présente pas de spécificité ni de sensibilité particulière au vieillissement.

### **4.9 EXPLOITATION DES AUTRES MATÉRIELS**

Dans le cadre de la déclinaison du programme national de gestion du vieillissement, EDF a procédé à une analyse des éventuelles spécificités des équipements du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Il en ressort que ces matériels, regroupant les matériels mécaniques, électriques, l'instrumentation et les structures de génie civil, n'ont pas présenté par le passé de spécificité ni de sensibilité particulière au vieillissement.

#### 4.10 ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS

Au cours des trente premières années d'exploitation, des écarts aux règles d'exploitation et aux référentiels de sûreté ont été détectés sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Ces écarts ont été décelés grâce aux actions mises en œuvre par EDF et des vérifications systématiques ont été demandées par l'ASN.

Depuis 1991, les événements significatifs déclarés par EDF sont classés sur l'échelle internationale INES graduée de 0 à 7. Le panorama des événements relatifs à la sûreté et ayant concerné le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1992 est synthétisé ci-après :

Niveau sur l'échelle INES	Total des événements affectant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim depuis la mise en place de l'échelle INES	Événements affectant spécifiquement le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim	Événements affectant le réacteur n°1 et d'autres réacteurs exploités par EDF
≥3	0	0	0
2	2	0	2 (*)
1	52	39	13
0	182	170	12

**Nota :** pour les incidents classés aux niveaux 1 et plus de l'échelle INES, les avis d'incidents correspondant sont consultables sur le site internet de l'ASN ([www.asn.fr](http://www.asn.fr)).

(\*) : Incidents du 31 décembre 2003 concernant le risque de colmatage des filtres des puisards situés au fond du bâtiment du réacteur et du 7 juillet 2004 concernant une anomalie susceptible d'affecter certains coffrets de raccordement électrique

Conformément aux modalités de déclaration des événements significatifs, EDF a informé l'ASN après leur détection et procédé pour chacun d'entre eux à une analyse approfondie des causes. Au travers des rapports d'analyse transmis à l'ASN, EDF a également défini les actions pour corriger la situation et pour éviter le renouvellement des événements déclarés.

L'ASN considère que les événements qui se sont produits sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont fait l'objet d'un traitement adapté et ne remettent pas en cause l'aptitude à la poursuite d'exploitation de l'installation.

#### 4.11 RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION

Les règles générales d'exploitation sont un recueil de règles qui définissent le domaine de fonctionnement de l'installation. Elles comprennent notamment :

- les spécifications techniques d'exploitation définissant les limites de fonctionnement normal de l'installation, les fonctions de sûreté nécessaires et les conduites à tenir en cas de dépassement d'une limite de fonctionnement normal ou d'indisponibilité d'une fonction de sûreté requise ;
- les règles des essais périodiques destinés à vérifier le bon fonctionnement des matériels importants pour la sûreté et la disponibilité des systèmes sollicités en situation accidentelle ;
- les règles de conduite permettant de ramener le réacteur dans un état stable et de l'y maintenir en cas de situation incidentelle ou accidentelle.

#### 4.11.1 *Spécifications techniques d'exploitation et règles d'essais périodiques*

Au cours des trente premières années d'exploitation, les spécifications techniques d'exploitation et les règles d'essais périodiques du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont évolué conformément aux orientations fixées par l'ASN. Elles ont également été adaptées pour prendre en considération la mise en œuvre de modifications matérielles réalisées sur le réacteur. Les modifications décidées par EDF et mises en œuvre sur l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim depuis la deuxième visite décennale sont indiquée ci-après :

- 2000 : intégration des dossiers d'amendement associés aux modifications matérielles mises en œuvre dans le cadre de la deuxième visite décennale ;
- 2002 : intégration d'un dossier d'amendement lié au changement de gestion du combustible ;
- 2004 : intégration des dossiers d'amendement associés aux modifications des spécifications techniques d'exploitation dans le cadre de la deuxième visite décennale ;
- 2008 : intégration d'un dossier d'amendement lié à la conduite du réacteur en situation de brèche intermédiaire en branche primaire ;
- 2009 : intégration d'un dossier d'amendement lié aux modifications ayant pour objectif la diminution du risque de perte de refroidissement de la piscine de désactivation et du risque de découvrement des éléments combustibles ;
- 2010 : intégration d'un dossier d'amendement lié à un réexamen des prescriptions relatives aux ouvertures et fermetures du tampon matériel de l'enceinte.

#### 4.11.2 *Procédures de conduite en situation incidentelle et accidentelle*

À l'origine, les procédures de conduite en situation incidentelle et accidentelle ont suivi une approche "événementielle", fondée sur une liste conventionnelle d'accidents. Ainsi, à un type d'incident ou d'accident donné correspondait une consigne.

L'accident survenu le 28 mars 1979 sur la centrale nucléaire de *Three Mile Island* (Etats-Unis) a montré les limites de l'approche événementielle et EDF a alors développé une approche "par état" consistant 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.

L'approche par état a été progressivement introduite au sein du parc nucléaire exploité par EDF sur le territoire français. Le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim en a été doté en 1999.

## 4.12 MODIFICATIONS APPORTÉES AU RÉACTEUR

À la suite d'études menées par les services d'ingénierie d'EDF en vue d'améliorer la sûreté, des modifications ont été mises en œuvre sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Les modifications les plus récentes ont été réalisées au cours de la deuxième visite décennale en 1999 ainsi qu'entre la deuxième et la troisième visite décennale.

#### 4.12.1 *Modifications réalisées lors de la deuxième visite décennale*

À la suite des revues de conception de systèmes importants pour la sûreté menées dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la deuxième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, des modifications ont été réalisées. Elles avaient pour objectifs :

- l'amélioration de plusieurs systèmes ou circuits importants pour la sûreté : le système de ventilation des locaux abritant les moteurs des pompes d'injection de sécurité, l'alimentation électrique d'une armoire du système de mesure de santé, le groupe turboalternateur de secours et le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur ;
- la simplification de la gestion des incidents ou accidents graves par l'amélioration apportée aux circuits d'injection de sécurité et d'aspersion enceinte, la mise en place d'un système d'isolement de la décharge du circuit de contrôle volumétrique et chimique en cas de perte du circuit de refroidissement intermédiaire et la mise en place d'un système de réinjection des effluents dans le bâtiment réacteur en cas d'incident ;
- le renforcement de la protection contre les agressions, notamment en matière de protection vis-à-vis des situations de grands froids des bâtiments ventilés, de tenue au séisme des tuyauteries des circuits d'alimentation de secours des générateurs de vapeur et de tenue au séisme des matériels non classés;
- l'amélioration des conditions de radioprotection, notamment par la mise en place de commande à distance sur des vannes du circuit d'injection de sécurité.

#### *4.12.2 Modifications réalisées entre la deuxième visite décennale et la troisième visite décennale*

Les modifications apportées au réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim entre 1999 et 2009 avaient trois objectifs principaux :

- l'amélioration de la sûreté du réacteur vis-à-vis de la gestion des accidents par la mise en place d'un dispositif d'arrêt automatique des groupes motopompes primaires au cours de certains accidents de brèche sur le circuit primaire, d'un système de sur-remplissage des accumulateurs d'injection de sécurité et d'un nouveau système de filtration des puisards des systèmes d'injection de sécurité et d'aspersion de l'enceinte de confinement ;
- l'amélioration de la gestion des accidents graves par la mise en place de capteurs de mesure de pression de l'enceinte de confinement et l'installation de recombineurs autocatalytiques passifs d'hydrogène ;
- la protection contre les séismes par l'amélioration des ancrages et contre les inondations et l'incendie par la mise en œuvre d'un plan d'actions dédié.

### **4.13 APPRECIATION GENERALE DE L'ASN SUR L'EXPLOITATION**

Dans le « Rapport annuel sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France » de 2009, ainsi que dans l'édition de 2010, l'ASN considère que les performances du site en matière de rigueur d'exploitation sont tout à fait satisfaisantes. Après des résultats faibles sur ce sujet au début des années 2000, constatés par l'ASN mais aussi par EDF en interne, le site a redressé le niveau par des plans d'actions adaptés à cet objectif.

Le réacteur n°1 peut donc être considéré comme « exploité avec une rigueur satisfaisante ».

## 5 RÉEXAMEN DE SÛRETÉ

### 5.1 DÉMARCHE ADOPTÉE

L'article 29 de la loi citée en référence [1] impose à "*l'exploitant d'une installation nucléaire de base [de procéder] périodiquement [à] un réexamen de la sûreté de son installation en prenant en compte les meilleurs pratiques internationales. Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés au I de l'article 28, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. L'exploitant adresse à l'Autorité de sûreté nucléaire et aux ministres chargés de la sûreté nucléaire un rapport comportant les conclusions de cet examen et, le cas échéant, les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la sûreté de son installation. Après analyse du rapport, l'Autorité de sûreté nucléaire peut imposer de nouvelles prescriptions techniques. Elle communique aux ministres chargés de la sûreté nucléaire son analyse du rapport.*"

Dans le cadre du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a :

- procédé à un examen de conformité, en examinant en profondeur la situation de l'installation afin de vérifier qu'elle respecte bien l'ensemble des règles qui lui sont applicables ;
- amélioré le niveau de sûreté de l'installation en s'appuyant notamment sur la comparaison entre les exigences applicables et celles en vigueur pour des installations présentant des objectifs et des pratiques de sûreté plus récents et en prenant en considération l'évolution des connaissances ainsi que les retours d'expérience national et international.

S'agissant du réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe ayant fonctionné pendant trente ans après leur première divergence, la standardisation des installations exploitées par EDF l'a conduit à adopter une approche comprenant une première phase générique, c'est-à-dire traitant des aspects communs à tous ces réacteurs, et une seconde propre à chaque installation.

L'ASN et l'IRSN, son appui technique, ont analysé les études génériques menées par EDF. L'ASN s'est appuyée sur l'avis formulé par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs à l'issue de sa réunion du 20 novembre 2008 et a transmis à EDF, par courrier cité en référence [8], sa position sur les aspects génériques de la poursuite d'exploitation des réacteurs de 900 MWe à l'issue de leur troisième visite décennale.

Sous réserve du respect de certains engagements pris par EDF et de la prise en compte des demandes formulées par l'ASN dans le courrier cité en référence [8], l'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'à quarante ans après leur première divergence.

EDF a intégré ces réserves dans le cadre du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. À l'issue de la troisième visite décennale, EDF a adressé à l'ASN le bilan de l'examen de conformité (référence [9]), le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (référence [10]) et le rapport de conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (référence [11]).

Saisi par l'ASN, l'IRSN a rendu son avis (référence [12]) sur :

- les réponses apportées par EDF quant au respect de ses engagements et des demandes de l'ASN émises à l'issue de la tenue du groupe permanent d'experts le 20 novembre 2008 ;
- les conclusions du réexamen de sûreté spécifique au réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ;
- les résultats de l'examen de conformité de ce réacteur ;
- les modifications intégrées dans le cadre de la réévaluation de sûreté sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim à l'issue de sa troisième visite décennale et les délais de mise en œuvre proposés par EDF pour celles devant encore être réalisées ;
- l'appropriation par EDF du processus de gestion du vieillissement et des dispositions techniques mises en place dans le cadre de la poursuite d'exploitation de ce réacteur.

Enfin, comme lors des précédentes visites décennales, la Commission Locale d'Information et de Surveillance de Fessenheim a mandaté une expertise sur les travaux réalisés par EDF à l'occasion de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de Fessenheim. Le Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN) a été choisi pour réaliser cette expertise qui a fait l'objet d'une convention en date du 20 janvier 2009 signée par l'ASN, le Préfet du Haut-Rhin, le Conseil Général du Haut-Rhin, EDF et le GSIEN. L'expertise a porté sur la cuve, l'enceinte de confinement, le combustible, la comptabilisation des situations et les événements significatifs déclarés entre 1999 et 2009. Elle a fait l'objet d'un rapport (référence [15]) qui a été remis à l'ASN en juin 2010.

Sur la base de l'examen de ces documents, l'ASN expose ci-après l'analyse des conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Conformément au III de l'article 29 de la loi citée en référence [1], l'ASN imposera à EDF des prescriptions techniques fixant de nouvelles conditions d'exploitation issues du réexamen de sûreté afin d'améliorer le niveau de sûreté.

## 5.2 EXAMEN DE CONFORMITÉ

### 5.2.1 Objectifs

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

Selon les thématiques abordées, EDF s'est notamment assuré de la bonne intégration des dispositions ou des modifications programmées par ses centres d'ingénierie, de la bonne réalisation des opérations de maintenance et des essais périodiques prévus par les documents d'exploitation, de la prise en compte du risque sismique pour la tenue de certains équipements et de la conformité par rapport aux plans.

L'examen de conformité, qui a pu prendre la forme de contrôles documentaires ou *in situ*, a porté sur dix thèmes sur lesquels l'ASN a donné son accord en septembre 2005 (courrier cité en référence [13]) :

- quatre thèmes ont été examinés sans contrôle spécifique *in situ* : le retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999, le risque d'incendie, le génie civil et la tenue du tube transfert du combustible entre les bâtiments réacteur et combustible ;
- trois thèmes ont été examinés par des contrôles majoritairement matériels réalisés sur le réacteur : les ancrages, le supportage des chemins de câbles et la ventilation ;
- trois thèmes ont été examinés par des contrôles majoritairement documentaires : le séisme, l'opérabilité des matériels mobiles appelés dans les procédures de conduite incidentelle et accidentelle et le risque de criticité.

### 5.2.2 Principaux résultats des contrôles et examens réalisés lors de la troisième visite décennale

Afin de s'assurer de la conformité du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim au référentiel de sûreté et à la réglementation applicables, EDF a non seulement réalisé des examens documentaires mais également effectué, lors de la troisième visite décennale, de nombreux contrôles détaillés ci-après.

#### ▪ Retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais

À l'occasion de la troisième visite décennale, EDF a examiné si les actions de protection de la centrale nucléaire de Fessenheim décidées dans le cadre de la prise en compte du retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais (Gironde) en 1999 avaient été effectivement mises en œuvre.

EDF a notamment réalisé les modifications suivantes :

- consolidation des digues aval des barrages de Kembs et d'Ottmarsheim ;
- mise en place d'un talus de protection de la plateforme de la centrale nucléaire et d'un dispositif de reprise des eaux de remontée de la nappe ;
- mise en place d'un seuil au niveau de la station de pompage pour faire face au risque de défaillance d'ouvrage hydraulique ;
- rehausse des matériels électriques du poste de distribution électrique ;
- mise en étanchéité de toutes les trémies situées sous le niveau du terrain naturel et jusqu'à 20 cm.

Sur la base des éléments qu'elle a analysés, l'ASN note que les modifications annoncées ont été réalisées et considère que le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est conforme au référentiel applicable pour ce thème.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

#### ▪ **Génie civil**

À l'occasion de la troisième visite décennale, EDF a procédé à des examens visuels des ouvrages de génie civil du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Ces examens ont permis de montrer que le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est dans l'ensemble conforme au référentiel applicable et que les programmes d'entretien sont correctement appliqués. Les défauts mis en évidence à l'occasion de ces examens font par ailleurs l'objet d'un traitement adapté en fonction de leur impact sur la sûreté. Toutefois, l'ASN considère que des études complémentaires sont nécessaires concernant six défauts. Ces défauts ne sont néanmoins pas de nature à remettre en cause l'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

#### ▪ **Ancrages**

À l'occasion de la troisième visite décennale, EDF a vérifié l'ancrage des matériels importants pour la sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Ces contrôles ont montré que ces équipements sont ancrés conformément aux plans d'exécution et que les programmes de maintenance des ancrages sont adaptés aux modes de dégradation observés.

L'ASN note que l'ensemble des écarts relevés à cette occasion ont fait l'objet d'un traitement approprié et considère par conséquent que le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est conforme au référentiel applicable pour ce thème.

#### ▪ **Supportage des chemins de câbles**

À l'occasion de la troisième visite décennale, EDF a examiné la résistance aux séismes de la structure mécanique des chemins de câbles.

L'ASN note que l'ensemble des écarts relevés à cette occasion ont fait l'objet d'un traitement approprié et considère par conséquent que le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est conforme au référentiel applicable pour ce thème.

#### ▪ **Ventilation**

À l'occasion de la troisième visite décennale, EDF a contrôlé et éventuellement réparé les systèmes de ventilation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim conformément au programme de maintenance qui leur est applicable.

Ces contrôles ont permis de montrer que les systèmes de ventilation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim sont conformes au référentiel de maintenance qui leur est applicable.



### 5.2.3 Conclusions de l'examen de conformité

Les thèmes techniques évoqués en 5.2.1 et non approfondis au 5.2.2 ont fait l'objet de constats d'écarts mineurs. Ces derniers ont généralement pu être traités par EDF avant le redémarrage du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim par une réparation, l'intégration d'une modification adaptée ou le maintien en l'état justifié par une analyse.

Il ressort du bilan d'examen de conformité que les dispositions retenues par EDF pour corriger les écarts, tant matériels que documentaires, sont jugées satisfaisantes. Des études complémentaires seront toutefois nécessaires concernant six défauts de génie civil. Ces études devront être transmises avant fin 2012. Elles ne sont néanmoins pas de nature à remettre en cause l'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

## 5.3 RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

### 5.3.1 Objectifs

La réévaluation de sûreté 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.

### 5.3.2 Résultats des études réalisées au titre de la réévaluation de sûreté

Par courrier cité en référence [14], l'ASN a demandé à EDF de faire porter les études de la troisième réévaluation de sûreté des réacteurs 900 MWe sur les principaux domaines suivants : la gestion des accidents graves, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 et 2, le confinement des réacteurs, les agressions internes et externes (séisme, risques associés à l'incendie, à l'explosion et à l'inondation à l'intérieur des sites, agressions d'origine climatique, prise en compte de l'environnement industriel et des voies de communication), les études d'accidents et de leurs conséquences radiologiques, la conception des systèmes et des ouvrages de génie civil, la gestion du vieillissement des installations.

EDF a réalisé des études afin soit de confirmer la conception actuelle des réacteurs de 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim soit de la modifier afin de la rendre conforme aux objectifs de sûreté fixés par l'ASN dans le cadre de la réévaluation de sûreté.

L'ASN expose ci-dessous son avis sur l'atteinte par EDF des objectifs qu'elle lui a fixés dans le cadre de la réévaluation de sûreté.

Certains de ces sujets seront réexaminés à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

#### 5.3.2.1 Inondations d'origine interne

L'objectif des études menées était d'évaluer les conséquences de la rupture simultanée de l'ensemble des réservoirs non classés au séisme situés dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires, cette situation n'ayant pas été prise en compte à la conception des installations. Il s'agissait notamment de vérifier que la disponibilité de matériels et équipements importants pour la sûreté n'était pas remise en cause.

L'ASN considère que les objectifs associés aux inondations d'origine interne dans le cadre du réexamen de sûreté sont atteints de manière satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Cette position a été rendue publique dans un courrier en date du 1<sup>er</sup> juillet 2009, cité en référence [8].

### **5.3.2.2 Explosions d'origine interne**

L'objectif des études menées était de vérifier le caractère suffisant des dispositions mises en place afin de maîtriser le risque d'explosion interne. Pour ce faire, EDF a identifié les locaux à risques et a défini des dispositions permettant de maîtriser ces risques.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim, des modifications ont par conséquent été mises en œuvre dans les locaux à risques. L'aération, la détection de la présence d'une atmosphère explosive et la mise en place de dispositifs de confinement automatiques ont fait l'objet d'améliorations. Toutefois, l'ensemble des matériels antidéflagrants prévus n'a pas pu être mis en place lors de l'arrêt pour troisième visite décennale du réacteur n°1 de Fessenheim. L'ASN a demandé à EDF d'achever la mise en place de ces matériels avant fin 2012. Ce retard de traitement n'est pas de nature à remettre en cause l'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Concernant les explosions d'origine interne, l'ASN considère que la réévaluation du niveau de sûreté proposée par EDF et les modifications apportées à l'installation remplissent globalement les objectifs du réexamen de sûreté.

L'ASN note cependant que, malgré des améliorations notables, le référentiel proposé par EDF doit encore être amélioré et devra être complété, en particulier vis-à-vis des garanties d'exhaustivité de l'identification des locaux concernés par le risque d'explosion d'origine interne ainsi que les hypothèses associées à la concentration en hydrogène dans certains locaux. Ces éléments, qui n'obèrent pas la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, seront transmis à l'ASN en dehors du cadre du réexamen de sûreté.

En outre, l'ASN considère qu'EDF devra compléter ses études concernant la protection des installations hors îlot nucléaire du réacteur n°1 de Fessenheim vis-à-vis du risque d'explosion d'autres installations du site.

Cette appréciation s'applique à l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### **5.3.2.3 Incendie**

L'objectif des études menées était d'identifier, sur la base d'une étude probabiliste de sûreté, les principaux locaux dans lesquels l'incendie pourrait conduire à des scénarios entraînant une fusion du cœur du réacteur ainsi que de proposer des modifications visant à réduire la sensibilité de ces locaux.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim, les modifications nécessaires ont été mises en œuvre. Elles consistent à protéger à l'aide de protections passives les charges calorifiques ainsi que certains câbles et à installer des détections précoces de départ de feu dans certaines armoires électriques.

L'ASN considère que les dispositions mises en place par EDF sont satisfaisantes afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### **5.3.2.4 Démarche de vérification sismique**

L'objectif des études menées était d'analyser l'impact de la réévaluation du séisme majoré de sécurité en application de la règle fondamentale de sûreté publiée en 2001. Elles visaient en particulier à justifier l'absence d'agression des ouvrages importants pour la sûreté par des équipements présents en salle des machines. Par ailleurs, EDF a vérifié la tenue de la digue du Grand canal d'Alsace au séisme majoré de sécurité.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim, des modifications ont été mises en œuvre. Elles ont consisté à renforcer certaines tuyauteries et à consolider le bâtiment électrique, les bâtiments périphériques ouest, le bâtiment combustible, le bâtiment des auxiliaires électriques et la salle des machines.

Cependant, une partie (7%) des joints entre l'îlot nucléaire et la salle des machines n'a pas pu être supprimée lors de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de Fessenheim. La suppression de ces joints permet de garantir, qu'en cas de séisme, il n'existe pas d'interactions nuisibles au comportement des ouvrages. EDF devra terminer les travaux avant fin 2011.

L'ASN considère que la méthodologie d'évaluation du comportement sismique des bâtiments et leur stabilité après réalisation des renforcements et des modifications prévues sont satisfaisantes pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### ***5.3.2.5 Agressions d'origine climatique***

Les agressions d'origine climatique n'ont pas été intégralement prises en compte à la conception des réacteurs de 900 MWe. L'objectif des études menées par EDF était de poursuivre l'examen des situations de vents forts et de frasil. Pour celles présentant des risques significatifs, un bilan des dispositions et des études d'amélioration des moyens de prévention ou de gestion de leurs conséquences a été réalisé. L'examen du risque de dérive de nappes d'hydrocarbures a également été intégré à cette thématique en adoptant une démarche similaire.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, les modifications nécessaires ont été mises en œuvre. Elles consistent à :

- installer sur certains matériels importants pour la sûreté des protections (casemates ou filets métalliques) résistant aux projectiles générés par des vents extrêmes ;
- modifier les procédures de pilotage du réacteur en situation de frasil ;
- renforcer la protection des bâtiments vis-à-vis du poids généré par une épaisse couche de neige.

L'ASN considère que les objectifs associés aux agressions d'origine climatique dans le cadre du réexamen de sûreté sont atteints de manière satisfaisante sur l'ensemble des réacteurs de 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.6 Autonomie des réacteurs vis-à-vis des agressions externes de mode commun***

L'objet des études menées consistait à vérifier que les centrales nucléaires disposent de réserves suffisantes pour permettre la gestion d'une situation conduisant à la perte totale de la source froide ou des alimentations électriques externes. Une telle situation pourrait en particulier survenir à la suite d'une agression externe.

L'ASN considère que l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe sont en capacité de mobiliser de manière adéquate les réserves en eau, fioul et huile afin d'assurer le refroidissement du cœur et du combustible. EDF devra toutefois compléter sa démonstration concernant l'autonomie de refroidissement du réacteur en situation de défaillance totale de la source froide induite par exemple par un phénomène de frasil.

Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF d'installer avant le 31 décembre 2012 des dispositions techniques de secours permettant d'évacuer durablement la puissance résiduelle en cas de perte de la source froide. En outre, EDF soumettra pour accord à l'ASN avant le 31 décembre 2011 un dossier sur les solutions envisageables pour disposer d'une source froide diversifiée de secours.

Cette demande est due au retour d'expérience des dernières années sur ce sujet : suite à un incident de perte partielle de la source froide à la centrale de Cruas en 2003, l'ASN avait demandé à EDF d'engager des réflexions sur les sources froides en cas de situation accidentelle. Des événements semblables se sont produits à Cruas et Fessenheim en décembre 2009, ce qui a conduit l'ASN à demander à l'exploitant d'engager des réflexions précises dans ce sens.

Enfin, cette demande est également motivée par la faible épaisseur du radier qui nécessite une prévention accrue d'une fusion du cœur entraînant une percée de la cuve.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### ***5.3.2.7 Agressions externes dues à l'environnement industriel et aux voies de communication***

L'objet des études menées consistait à vérifier que les centrales nucléaires sont correctement protégées vis-à-vis des risques liés aux chutes d'avions accidentelles et aux explosions externes liées à l'environnement industriel et aux voies de communication.

L'ASN considère que le réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim respecte les règles de sûreté en vigueur. EDF devra toutefois compléter sa démonstration concernant la prise en compte du risque lié à l'explosion de péniches mal dégazées circulant dans le grand canal d'Alsace. Ces éléments, qui n'obèrent pas la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, seront transmis à l'ASN en dehors du cadre du réexamen de sûreté.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### ***5.3.2.8 Risque de surpression à froid***

L'objet des études menées était de vérifier que les dispositions prises par EDF permettaient de limiter fortement le risque de surpression à froid pour la cuve du réacteur. Elles ont couvert l'ensemble des configurations d'exploitation, y compris celles où le réacteur est à l'arrêt.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, les modifications nécessaires ont été mises en œuvre. Elles consistent à mettre en place un nouveau dispositif d'ouverture des soupapes du circuit primaire permettant de provoquer volontairement leur ouverture en dessous de leur point de tarage.

L'ASN considère que le risque d'atteindre des conditions inacceptables de pression à froid dans le circuit primaire principal est notablement réduit par la mise en œuvre de cette modification de conception. Cette appréciation est valable pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.9 Défaillance passive du circuit d'injection de sécurité***

L'objet des études menées était de vérifier que la prise en compte d'hypothèses plus contraignantes que celles considérées à la conception des réacteurs vis-à-vis des modes de défaillance passive du circuit d'injection de sécurité ne conduit pas à un accroissement brutal des conséquences radiologiques des accidents et ne remet pas en cause la disponibilité des matériels nécessaires à la gestion des situations requérant le circuit d'injection de sécurité.

Ces études et les résultats qui en découlent n'ont pas conduit EDF à proposer de modification matérielle des installations.

L'ASN considère que les objectifs de sûreté associés à la défaillance passive du circuit d'injection de sécurité dans le cadre du réexamen de sûreté sont atteints de manière satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.10 Rupture d'un tube de générateur de vapeur et non-débordement en eau***

L'objet des études menées était d'évaluer l'efficacité d'une modification proposée par EDF afin de limiter le risque de débordement en eau en cas de rupture d'un tube de générateur de vapeur. En effet, un accident par rupture d'un tube de générateur de vapeur conduit à relâcher dans un premier temps de la vapeur contaminée puis, sans action appropriée de la part des opérateurs, de l'eau liquide véhiculant davantage de contamination que la vapeur d'eau. Pour réduire les conséquences radiologiques de cet accident, EDF a proposé une modification visant à augmenter le délai dont disposent les opérateurs en cas de rupture d'un tube de générateur de vapeur pour réaliser les premières actions permettant d'éviter un débordement en eau. Cette modification porte sur le contrôle commande des vannes réglant l'alimentation de secours de chaque générateur de vapeur et les règles de conduite en situation accidentelle.

Cette modification a été intégralement mise en œuvre au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

L'ASN considère que la modification proposée pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe par EDF et mise en œuvre sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim permet effectivement aux opérateurs, en cas d'accident de rupture de tube de générateur de vapeur, de disposer d'un délai d'action supplémentaire déterminant dans la conduite de ce type d'accident (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.11 Réactualisation de l'étude probabiliste de sûreté relative à l'évaluation probabiliste du risque de fusion du cœur***

Les études probabilistes de sûreté sont utilisées à l'occasion des réexamens de sûreté pour évaluer le niveau de sûreté des installations. Elles constituent un outil permanent d'appréciation du niveau de sûreté des réacteurs. À l'occasion du réexamen de sûreté des réacteurs du palier de 900 MWe, EDF a mis à jour l'évaluation du risque de fusion du cœur présente dans l'étude probabiliste de sûreté de référence.

L'ASN a analysé si les modifications de conception et d'exploitation envisagées dans le cadre du réexamen de sûreté permettaient d'atteindre les objectifs relatifs au risque de fusion du cœur fixés dans le cadre du réexamen.

L'ASN considère que ces objectifs sont atteints de manière satisfaisante dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.12 Accidents graves, réactualisation de l'étude probabiliste de sûreté relative à l'évaluation des rejets en cas d'accident grave***

À l'occasion du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe, EDF a présenté une mise à jour de l'étude probabiliste de sûreté de référence concernant l'évaluation probabiliste des rejets radioactifs en cas d'accident grave.

L'ASN a analysé si les modifications destinées à prévenir et atténuer les conséquences des accidents graves envisagés dans le cadre du réexamen de sûreté étaient appropriées et si la méthode d'évaluation probabiliste était adéquate.

Cette analyse, effectuée dans le cadre du réexamen de sûreté, sera enrichie par une analyse complémentaire dans le cadre des Evaluations Complémentaires de la Sûreté des installations nucléaires de base, effectuées suite à l'accident de Fukushima survenu en mars 2011. Seront ainsi notamment analysés les accidents de perte totale de source froide et de perte des alimentations électriques externes et leurs conséquences sur l'installation.

Concernant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, l'épaisseur du radier (dalle de fondation en béton armé) du bâtiment réacteur est plus faible que celle des autres réacteurs du parc. L'ASN a demandé à EDF de renforcer avant juin 2013 le radier du bâtiment du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim afin de d'augmenter très fortement sa résistance au corium en cas d'accident grave avec percement de la cuve (le corium est l'amas de combustibles et d'éléments de structure du cœur d'un réacteur nucléaire fondus et mélangés). EDF soumettra pour accord à l'ASN avant le 31 décembre 2011 le dossier analysant les solutions envisageables et justifiant les modifications de l'installation proposées pour atteindre cet objectif. En outre, EDF devra renforcer ses dispositifs servant à détecter un éventuel percement de la cuve et à estimer le risque hydrogène en cas d'accident grave.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### ***5.3.2.13 Confinement en situation post-accidentelle***

L'objet des études menées consistait à caractériser précisément le comportement et l'extension de la troisième barrière de confinement afin d'améliorer, si nécessaire, son étanchéité. Ces études devaient en particulier permettre de définir la modification la plus adéquate afin de répondre à l'objectif fixé par l'ASN visant à limiter les rejets radioactifs dans l'environnement pouvant se produire dans certaines situations accidentelles.

En outre, l'ASN considère qu'EDF devra modifier le circuit du réservoir de traitement et de refroidissement d'eau des piscines afin d'éviter le relâchement direct dans l'environnement de polluants radioactifs en cas d'hypothétique accident grave combiné à une fuite sur des organes d'isolement.

L'ASN rappelle que la modification que choisira EDF pour répondre à l'objectif fixé par l'ASN visant à limiter les rejets radioactifs pouvant se produire *via* le circuit d'injection de sécurité est redevable d'une déclaration auprès de ses services au titre de l'article 26 du décret cité en référence [3]. Lorsqu'EDF procédera à la déclaration de cette modification sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, l'ASN s'assurera que la modification finalement envisagée correspond à la solution technique la plus efficace. EDF devra également compléter de manière appropriée la liste des circuits par lesquels des rejets radioactifs pourraient se produire par contournement de l'enceinte de confinement et qui feront l'objet d'une surveillance particulière.

Toutefois, ces éléments n'obèrent pas la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

### ***5.3.2.14 Comportement des enceintes de confinement***

L'objet des études menées consistait à définir les actions à mettre en œuvre afin de garantir le bon fonctionnement des enceintes de confinement pendant les dix prochaines années.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre des modifications matérielles destinées à renforcer l'étanchéité de plusieurs bâtiments comprenant le bâtiment réacteur.

L'ASN considère que l'état actuel des enceintes de confinement, les modifications matérielles apportées ainsi que les dispositions d'exploitation en vigueur sont de nature à garantir l'intégrité des enceintes de confinement de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, pendant les dix prochaines années suivant leur troisième visite décennale (voir courrier cité en référence [8]).

### ***5.3.2.15 Conformité des systèmes de ventilation / filtration vis-à-vis du confinement***

L'objet des études menées consistait à réévaluer les performances des systèmes de ventilation participant au confinement des substances radioactives dans les locaux de l'îlot nucléaire autres que le bâtiment réacteur.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre des modifications matérielles destinées à améliorer la ventilation de certains locaux.

L'ASN considère que les systèmes de ventilation et de filtration présentent des performances satisfaisantes par rapport aux fonctions qu'ils remplissent et aux objectifs qui leur sont associés. Les études d'EDF démontrent également que les modifications déployées à l'occasion des troisièmes visites décennales de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe, comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, permettent de conforter la conformité de ces systèmes (voir courrier cité en référence [8]).

#### ***5.3.2.16 Opérabilité des matériels nécessaires dans les situations hors dimensionnement***

Entre la mise en service des réacteurs du palier 900 MWe et la réalisation de leur troisième visite décennale, EDF a mené des études pour évaluer des défaillances qui n'avaient pas été prises en considération à la conception initiale de ces réacteurs. Cette démarche a permis de compléter le dimensionnement initial de ces derniers et de définir les conditions de fonctionnement dites "hors dimensionnement" et "ultimes". L'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe a par conséquent été progressivement modifié et de nouveaux matériels ont été introduits au sein des installations initiales afin de faire face aux modes de défaillance potentiels qui n'avaient pas été pris en compte à l'origine.

Dans le cadre du réexamen de sûreté, EDF a vérifié que ces matériels présentaient des conditions d'accessibilité appropriées et que leur niveau de qualification était adapté aux conditions de fonctionnement dégradées en cas de situation "hors dimensionnement" ou "ultime". EDF a également étudié le comportement de ces matériels en cas de défaillance de leurs fonctions supports (alimentation électrique, refroidissement etc) et a tiré un bilan de leurs performances réelles à partir des données issues de leur test périodique de fonctionnement.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre des modifications matérielles :

- l'installation d'un filtre centrifuge sur une pompe mobile de secours afin de renforcer sa fiabilité ;
- la mise en place d'un diaphragme ne présentant pas de risque de colmatage par condensation sur le dispositif permettant la réalisation d'une décompression de l'enceinte de confinement en situation accidentelle.

Dans le cadre du réexamen de sûreté, l'ASN considère que le fonctionnement des matériels nécessaires en situation hypothétique n'est pas remis en cause dans les situations de fonctionnement pour lesquelles ils ont spécialement été mis en place.

Cette appréciation s'applique à l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

#### ***5.3.2.17 Système de surveillance post-accidentelle***

Le réexamen de sûreté visait à faire évoluer les informations fournies par le système de surveillance post-accidentelle afin de l'adapter aux évolutions récentes intervenues dans le domaine de la conduite incidentelle et accidentelle. L'objectif consistait en particulier à rendre plus ergonomiques les informations retranscrites en salle de commande pour aider les équipes de conduite à connaître l'état de l'installation, orienter leur conduite et maintenir la sûreté du réacteur.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre plusieurs modifications matérielles sur les systèmes de surveillance post-accidentelle, énoncées ci-après :

- la mise en place d'un système permettant de diagnostiquer l'état des générateurs de vapeur après un séisme ;
- l'amélioration et la fiabilisation du système permettant de détecter la présence de vapeur dans la cuve du réacteur ;
- le doublement des signaux de l'information sur le niveau d'eau dans la cuve provenant des systèmes de surveillance post-accidentelle retranscrits en salle de commande.

L'ASN considère que les évolutions proposées par EDF sont globalement satisfaisantes afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

#### ***5.3.2.18 Vérification des systèmes et des ouvrages de génie civil***

À l'occasion du réexamen de sûreté réalisé dans le cadre des deuxièmes visites décennales, EDF a vérifié que l'existence de défauts dans la réalisation des ouvrages de génie civil importants pour la sûreté ne remettait pas en cause leur aptitude à assurer leurs fonctions.

Dans le cadre du réexamen de sûreté réalisé à l'occasion des troisièmes visites décennales de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe, EDF a étendu son analyse aux défauts de conception de ces ouvrages.

Les conclusions de cette analyse n'ont pas mis en évidence la nécessité du déploiement de modifications sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim à l'occasion de sa troisième visite décennale relativement à ce sujet.

L'ASN considère qu'EDF a apporté les justifications appropriées afin de démontrer que les défauts de conception des ouvrages de génie civil importants pour la sûreté n'affectent pas la tenue de ces derniers. Cette appréciation s'applique à l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

#### ***5.3.2.19 Fonctionnement du système de mesure de radioactivité***

À l'occasion du réexamen de sûreté, EDF a exploré deux axes d'analyse afin d'améliorer le système de mesure de la radioactivité. Le premier consiste à accroître la fiabilité de certains composants des chaînes de mesure tandis que le second vise à réaliser une revue technique afin de s'assurer du caractère suffisant des informations délivrées.

Les conclusions de cette analyse n'ont pas mis en évidence la nécessité du déploiement de modifications sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim à l'occasion de sa troisième visite décennale relativement à ce sujet.

L'ASN considère que les résultats des études engagées par EDF sont satisfaisants afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).

#### ***5.3.2.20 Fiabilité du système de refroidissement de la piscine de désactivation***

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 900 MWe, EDF a proposé la mise en œuvre de modifications de certains matériels et de leurs conditions d'exploitation 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.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre une modification portant sur le système de mesure du niveau d'eau de la piscine de désactivation et l'automate de gestion des pompes de refroidissement. EDF a également prévu d'intégrer d'autres modifications portant sur :

- les dimensions du casse-siphon de la ligne de refoulement du circuit de réfrigération de la piscine de désactivation afin d'améliorer son efficacité en cas de vidange de la piscine ;
- l'amélioration de l'étanchéité du batardeau ;
- le déport de la commande de fermeture de la vanne du tube de transfert vers un local protégé des rayonnements en situation accidentelle et l'automatisation de l'isolement de la ligne d'aspiration.

L'ASN considère que les modifications de conception proposées par EDF et complétées par le renforcement des prescriptions de maintenance et d'exploitation sont de nature à réduire significativement les risques engendrés par les scénarios de vidange rapide de la piscine de désactivation de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir courrier cité en référence [8]).



### **5.3.2.21 Capacités fonctionnelles du système d'injection de sécurité**

EDF a mené une revue de conception du circuit d'injection de sécurité des réacteurs du palier 900 MWe et a dressé un bilan global des performances de ce système afin de s'assurer de sa conformité aux fonctions de sûreté et exigences qui lui sont associées.

Les conclusions de cette analyse n'ont pas donné lieu au déploiement de modifications sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim à l'occasion de sa troisième visite décennale.

Dans le cadre du réexamen de sûreté, l'ASN considère que les circuits d'injection de sécurité de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, présentent des performances satisfaisantes (voir courrier cité en référence [8]).

Une anomalie a été découverte par EDF dans le cadre des réexamens de sûreté et déclarée à l'ASN le 1er février 2011. Il s'agissait d'un écart de conformité affectant des capteurs destinés à vérifier périodiquement certaines exigences de sûreté relatives au circuit haute pression du système d'injection de sécurité (vérification du déséquilibre des débits injectés dans les différentes boucles du circuits primaire). En effet, l'incertitude sur la mesure du débit de ce système dépassait les 6 %, qui est la limite définie dans les études d'accident qui garantissent un refroidissement suffisant du cœur en cas d'accident.

A la demande de l'ASN, EDF a présenté un plan d'action afin de résorber cet écart : EDF propose de mettre en œuvre un dispositif de mesure de débit utilisant les ultrasons dont la précision serait compatible avec la mesure d'un déséquilibre ne devant pas dépasser 6 %. EDF a testé ces capteurs de débit sur un réacteur à l'arrêt en mars 2011. Les premiers résultats obtenus sur ce réacteur sont positifs. Le dispositif par mesure ultrasons sera généralisé à l'ensemble des réacteurs du palier 900MWe. Ainsi, l'écart de conformité sera résorbé par la mesure par ultrasons pour fin 2012 pour l'ensemble des réacteurs concernés.

Cet événement est sans rapport avec le réexamen de sûreté.

### **5.3.2.22 Fiabilisation de la fonction de recirculation**

Les circuits d'injection de sécurité et d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur visent à maîtriser et limiter les conséquences des incidents et des accidents. Selon les phases et la nature de l'évènement, ces circuits peuvent être utilisés de manière combinée pour refroidir le cœur du réacteur. Les procédures de conduite prévoient notamment de les utiliser afin de pomper et refroidir en circuit fermé l'eau présente dans le bâtiment réacteur (fonction dite de "recirculation").

Dans le cadre du réexamen de sûreté, l'objet des études menées consistait à vérifier si la qualification des matériels participant à la fonction de "recirculation" était adaptée aux conditions de fonctionnement qui se produiraient en situation incidentelle ou accidentelle.

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a mis en œuvre une modification portant sur le remplacement de robinets réglant le débit du système d'injection de sécurité visant à supprimer les risques de colmatage de ces robinets en situation de "recirculation".

Une analyse spécifique du risque de colmatage des prises d'eau des circuits d'injection de sécurité et d'aspersion de l'enceinte sera réalisée ultérieurement, sans obérer la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

### **5.3.3 Résultats des études réalisées en dehors du cadre du réexamen de sûreté**

La loi citée en référence [1] dispose que "*les réexamens de sûreté ont lieu tous les dix ans. Toutefois, le décret d'autorisation peut fixer une périodicité différente si les particularités de l'installation le justifient*".

Certains sujets nécessitant des études plus longues ou mettant au contraire en évidence la nécessité d'effectuer des modifications à une échéance plus rapprochée sont abordés en dehors du cadre formel du réexamen de sûreté.

Les conclusions de ces études sont toutefois prises en compte dans l'analyse de l'ASN concernant l'aptitude à la poursuite d'exploitation des réacteurs.

L'instruction de certains des thèmes mentionnés ci-après se poursuivra après l'analyse du réexamen de sûreté. Les études encore nécessaires ne remettent toutefois pas en cause la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim pour une durée de dix ans après sa troisième visite décennale.

#### **5.3.3.1 Criticité**

EDF a procédé à des études et pris des dispositions afin de garantir la sous-criticité du combustible dans la piscine du bâtiment réacteur lorsque ce dernier est à l'arrêt et que la cuve est ouverte. EDF a procédé à des études similaires concernant le combustible entreposé dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible.

L'ASN considère que les études et dispositions prises par EDF afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, sont satisfaisantes (voir courrier cité en référence [8]).

#### **5.3.3.2 Conséquences radiologiques**

Dans le cadre du réexamen de sûreté, EDF a défini un nouveau référentiel méthodologique pour déterminer les conséquences radiologiques des accidents qui pourraient survenir sur les réacteurs du palier 900 MWe.

L'ASN considère que les options prises par EDF afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, sont satisfaisantes (voir courrier cité en référence [8]).

#### **5.3.3.3 Nouveau domaine complémentaire**

Un domaine de fonctionnement complémentaire a été défini pour les réacteurs de 900 MWe afin de définir des parades à mettre en œuvre pour faire face à des défaillances ou des situations non étudiées à la conception.

La définition de ce domaine complémentaire dépend du type de combustible utilisé. Pour les réacteurs utilisant du combustible de type MOX, l'ASN a demandé à EDF de revoir le domaine complémentaire dans le cadre du réexamen de sûreté. Le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim n'utilisant pas de MOX, il n'est pas concerné par cette disposition. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF a intégré des évolutions méthodologiques et de nouvelles parades à la liste des dispositions complémentaires.

L'ASN considère que les études et dispositions prises par EDF afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, sont satisfaisantes (voir courrier cité en référence [8]).

#### **5.3.3.4 Grands chauds**

À la suite de l'été 2003, l'objet des études menées a consisté à définir les parades à mettre en œuvre afin de protéger les installations vis-à-vis des effets d'une canicule. EDF a pris en considération des hypothèses de température plus pénalisantes qui incluent les perspectives d'évolutions climatiques lors des prochaines décennies.

EDF a par conséquent élaboré un référentiel d'exigences applicables à ces phénomènes dits de « grands chauds » et procédera à des modifications de ses installations pour faire face aux effets d'une canicule.

L'ASN considère que la démarche engagée par EDF afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du réexamen de sûreté de l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, est globalement satisfaisante. Par ailleurs, la démarche d'instruction du référentiel « grands chauds » se poursuivra en dehors du cadre du réexamen (voir courrier cité en référence [8]).

#### **5.3.3.5 Station de pompage**

EDF a défini un référentiel d'exigences et de modifications concernant les circuits de la station de pompage afin de garantir l'alimentation en eau des pompes de la source froide pour toutes les situations de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe.

L'ASN considère que le référentiel mis en place par EDF, bien que globalement satisfaisant, doit être amélioré sans toutefois obérer la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

La prescription de l'ASN présentée au 5.3.2.6. va dans ce sens.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

### ***5.3.3.6 Protection du site contre les inondations d'origine externe***

Le rapport de sûreté de l'installation analyse notamment la tenue au séisme des dispositifs permettant de faire face aux risques d'inondation. L'analyse a montré que ces dispositifs sont « qualifiés au séisme », c'est-à-dire qu'ils sont dimensionnés pour rester disponibles après un séisme de référence. En outre, le rapport de sûreté inclut le scénario d'une inondation superposée avec un séisme, en envisageant qu'un séisme pourrait provoquer des fuites dans la digue du grand canal d'Alsace.

Les principaux risques pris en compte dans le rapport de sûreté sont les suivants :

- Risque de saturation du barrage de Kembs et conséquences sur la plaine d'Alsace en amont de la centrale nucléaire ;
- Risque de débordements du grand canal d'Alsace au droit de la centrale nucléaire ;
- Vulnérabilité de la station de pompage vis-à-vis de l'inondation externe ;
- Intumescence provoquée par le déclenchement complet de l'usine hydroélectrique de Fessenheim
- Remontée de nappe phréatique ;
- Fuites du grand canal d'Alsace suite à un séisme majeur (des dispositions de protection de la centrale nucléaire ont été prises par EDF et un plan de surveillance du bief a été mis en place) ;
- Influence du vent à la surface du grand canal d'Alsace ;
- Pluies de forte intensité et pluies régulières continues ;
- Cumul d'une crue exceptionnelle et de pluies régulières continues décennales ;

Dans le cadre de la prise en compte du retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais (Gironde) en 1999, EDF a revu les études associées à la protection du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim contre le risque d'inondation afin de prendre en compte d'une part le niveau d'eau en cas de crue millénale majorée de 15% et d'autre part le niveau atteint par la conjonction des ondes d'une crue centennale et de l'effacement de l'ouvrage de retenue le plus contraignant. Le niveau d'eau maximal issu de ces deux valeurs est appelé côte majorée de sécurité et correspond au niveau d'eau maximal pour lequel la centrale nucléaire doit être protégée.

Concernant la protection de la centrale nucléaire de Fessenheim vis-à-vis du scénario de crue millénale majorée, EDF a apporté un certain nombre de modifications :

- consolidation des digues en aval des barrages de Kembs et d'Ottmarsheim,
- mise en place d'un talus de protection de la plateforme de la centrale nucléaire,
- mise en place d'un dispositif de reprise des eaux de remontée de la nappe,
- mise en place d'un seuil au niveau de la station de pompage pour faire face au risque de défaillance d'ouvrage hydraulique,
- rehausse des matériels électriques du poste de distribution électrique,
- mise en étanchéité de toutes les trémies situées sous le niveau du terrain naturel et jusqu'à 20 cm.

L'ASN considère que les études et dispositions prises par EDF afin de respecter les objectifs fixés dans le cadre du retour d'expérience de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais concernant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, sont satisfaisantes.

Ce sujet sera réexaminé à l'occasion des évaluations complémentaires de sûreté engagées à la suite de l'accident de Fukushima, en application de la décision ASN en référence [16]. Le présent avis est donné sans préjudice des conclusions à venir de ces évaluations complémentaires de sûreté.

### **5.3.3.7 Conclusions**

Après examen des études réalisées par EDF et des modifications engagées dans le cadre de la réévaluation de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, l'ASN considère que le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est apte à poursuivre son exploitation pour une durée de dix années supplémentaires après son troisième réexamen de sûreté, sous les deux réserves majeures suivantes :

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

## **6 CONTRÔLES RÉALISÉS EN VISITE DÉCENNALE**

La troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim s'est déroulée du 17 octobre 2009 au 24 mars 2010. Cet arrêt a été l'occasion pour EDF de réaliser de nombreux contrôles et opérations de maintenance.

### **6.1 PRINCIPAUX CONTRÔLES ET ESSAIS**

#### *6.1.1 Chaudière nucléaire*

Les circuits primaire et secondaires principaux ont fait l'objet d'une requalification conformément à l'article 15 de l'arrêté cité en référence [5]. Cette requalification comprend une visite complète de l'appareil, une épreuve hydraulique et un examen des dispositifs de sécurité.

Les épreuves hydrauliques ont été supportées par les équipements concernés de façon satisfaisante. Les contrôles effectués n'ont montré aucune déformation ou fuite de nature à remettre en cause leur intégrité. Au vu des résultats des épreuves hydrauliques, des comptes-rendus détaillés des visites des appareils ainsi que du bilan des examens des dispositifs de sécurité, les résultats des requalifications ont été jugés satisfaisants et l'ASN a établi les procès-verbaux de requalification des appareils.

Le contrôle exhaustif des tubes de générateur de vapeur n'a donné lieu à aucun bouchage supplémentaire par rapport à la situation décrite au paragraphe 4.6 du présent rapport.

#### **Cas particulier des défauts sous revêtement**

Le défaut présent sous le revêtement de la cuve du réacteur n°1 de la centrale de Fessenheim et décrit au paragraphe 4.5 du présent rapport n'a pas évolué de façon significative par rapport aux visites précédentes. La tenue mécanique de ces défauts et l'absence de risque de rupture brutale de l'équipement dans toutes les catégories de situations ont été justifiées pour la période de dix ans suivant la troisième visite décennale du réacteur.

#### *6.1.2 Épreuve de l'enceinte de confinement*

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, l'enceinte de confinement a subi le test d'étanchéité prévu par les règles générales d'exploitation. Incertitudes comprises, un taux de fuite de 4.5 Nm<sup>3</sup>/h a été relevé pour un critère maximal fixé à 14,3 Nm<sup>3</sup>/h. L'épreuve visant à s'assurer de la résistance et de l'étanchéité de l'enceinte a par conséquent été jugée satisfaisante.

### 6.1.3 Contrôles et opérations de maintenance des autres équipements

L'ensemble des matériels mécaniques et électriques du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont fait l'objet des contrôles et actions de maintenance prévus au titre des programmes de maintenance élaborés par EDF. Les écarts ou défauts mis en évidence lors de ces contrôles ont été accompagnés des justifications appropriées selon un échancier qui n'appelle pas de remarque particulière.

### 6.1.4 Essais décennaux

Les réacteurs électronucléaires sont équipés de systèmes de sauvegarde qui permettent de maîtriser et limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit entre autres du circuit d'injection de sécurité, du circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur et du circuit d'eau alimentaire de secours des générateurs de vapeur.

Dans les conditions normales d'exploitation, ces matériels ne sont pas amenés à fonctionner. Aussi, afin de vérifier régulièrement leur bon fonctionnement, des essais sont réalisés périodiquement conformément aux programmes établis par les règles générales d'exploitation. Cette vérification est réalisée selon une fréquence adaptée à l'importance pour la sûreté de chacun des matériels concernés. Les visites décennales constituent l'occasion de procéder à la réalisation d'essais périodiques de grande ampleur particulièrement représentatifs du bon fonctionnement des matériels de sauvegarde.

À l'occasion de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a ainsi procédé aux essais suivants :

- mise en œuvre des configurations complexes des circuits de sauvegarde ;
- essais d'ouverture ou de fermeture d'organes de robinetterie dans des conditions de pression et température similaires à celles qui seraient rencontrées en situation incidentelle ou accidentelle ;
- vérification du bon fonctionnement d'équipements dédiés à la gestion des accidents graves tels que le filtre à sable permettant de diminuer les rejets radioactifs dans l'environnement en cas de fusion partielle du cœur.

Les résultats de l'ensemble des essais décennaux se sont révélés satisfaisants et n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'ASN.

## 6.2 MISE EN ŒUVRE DES MODIFICATIONS PRÉVUES AU TITRE DE LA RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

Les modifications matérielles prévues par EDF dans le cadre de la réévaluation de sûreté (voir paragraphe 5.3) afin d'améliorer le niveau de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ont toutes été mises en œuvre sans écart notable à l'exception des modifications suivantes, déprogrammées ou intégrées partiellement en raison de difficultés techniques ou de qualification tardive :

- Travaux de suppression des joints inter bâtiments qui seront achevés au prochaine arrêt du réacteur ;
- Mise en place des matériels antidéflagrants qui devra être achevée avant fin 2012 ;
- Modifications liées au risque incendie qui seront terminées fin 2011 ;
- Modifications liées à la fiabilité du système de refroidissement de la piscine de désactivation qui seront achevées fin 2014 ;
- Installation d'une soupape sur le circuit de refroidissement intermédiaire qui devra être réalisée avant fin 2013 ;

Dans le cadre de son contrôle annuel des arrêts du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (voir paragraphe 6.4), l'ASN veillera à ce que les perspectives de reprogrammation de ces modifications et de traitement des écarts annoncées par EDF soient respectées.

### **6.3 ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS**

Au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, un événement significatif pour la sûreté a été déclaré et classé au niveau 1 de l'échelle INES. Cette événement concernait la perte partielle de la source froide et n'était pas directement lié aux opérations de maintenance liées à l'arrêt de tranche.

L'ASN a examiné cet événement et validé le classement proposé par EDF. Elle veille également à la mise en œuvre des décisions d'actions correctives prises par EDF à la suite de l'analyse de cet événement significatif. Cet événement a été ci-dessus dans le cadre de l'explication de la demande à EDF de renforcer ses dispositions en termes de source froide de secours.

Par ailleurs, le 21 octobre 2009, l'ASN a été alertée d'une fuite de fuel sur le site. L'exploitant a mis en place des moyens de pompage, qui lui ont permis de pomper 7 m<sup>3</sup>, soit le tiers des 20 m<sup>3</sup> qui avaient fui.

L'ASN a examiné cet événement et la suffisances des moyens mis en œuvre pour la résorber. L'ASN a ainsi pris une prescription technique demandant à EDF de mettre en place avant le 31 décembre 2012 un dispositif, barrière hydraulique ou équivalent, visant à maintenir dans les limites du site les effets d'une pollution chimique accidentelle de la nappe phréatique.

### **6.4 SURVEILLANCE EXERCÉE PAR L'ASN**

D'une manière générale, l'ASN assure le contrôle de tous les arrêts de réacteur pour rechargement en combustible et maintenance programmée du parc nucléaire français, qu'il s'agisse des arrêts de courte durée ou des visites décennales. Lors des arrêts de réacteur, l'ASN contrôle les dispositions prises par EDF pour garantir la sûreté et la radioprotection en période d'arrêt ainsi que la sûreté du fonctionnement pour le ou les cycles à venir. Les principaux axes 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 prenant position sur ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion de points d'information réguliers et d'inspections, sur le traitement des difficultés rencontrées ;
- en fin d'arrêt, à l'occasion de la présentation par l'exploitant du bilan de l'arrêt du réacteur, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service, l'ASN autorisant le redémarrage du réacteur à l'issue de ce contrôle ;
- après la divergence, sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et après le redémarrage du réacteur.

L'ASN a appliqué ce processus pour assurer le contrôle de la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. En particulier, l'ASN a réalisé douze inspections inopinées durant l'arrêt du réacteur. Il est notamment ressorti de ces inspections que des progrès devaient être réalisés dans le domaine de la radioprotection des travailleurs et un plan d'actions en ce sens a été demandé à l'exploitant. Les lettres de suite de ces inspections sont consultables sur le site internet de l'ASN ([www.asn.fr](http://www.asn.fr)). Le suivi des actions correctives demandées à EDF sera réalisé dans le cadre du processus normal de contrôle de la centrale nucléaire de Fessenheim par l'ASN.

### **6.5 REDÉMARRAGE DU RÉACTEUR APRÈS LA TROISIÈME VISITE DÉCENNALE**

Après examen des résultats des contrôles et travaux effectués durant la troisième visite décennale, l'ASN a donné le 26 février 2010 son accord au redémarrage du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. Cette autorisation ne préjugait par ailleurs pas de la position de l'ASN sur l'aptitude à la poursuite de l'exploitation de ce réacteur, qui fait l'objet du présent rapport.

## **7 PERSPECTIVES POUR LES DIX ANNÉES À VENIR**

## 7.1 POLITIQUE DE MAINTENANCE

La politique de maintenance du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est conforme à la doctrine nationale de maintenance développée par EDF.

Depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, la doctrine d'EDF repose sur une politique de réduction des volumes de maintenance. 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 la méthode dite « d'optimisation de la maintenance par la fiabilité », utilisée par les industries aéronautique et militaire, qui, à partir de l'analyse fonctionnelle d'un système donné, définit 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.

Tirant profit de la standardisation des réacteurs nucléaires sur le territoire national, EDF déploie par ailleurs 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 nucléaire français. 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 un contexte de forte évolution des méthodes de maintenance et compte tenu du vieillissement des réacteurs nucléaires français, l'ASN a demandé l'avis des experts du groupe permanent pour les réacteurs sur la politique de maintenance mise en place par EDF.

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

## 7.2 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

### 7.2.1 *Objectifs du programme d'investigations complémentaires*

Dans le cadre de la politique de maintenance définie au paragraphe 7.1 du présent rapport et afin de conforter les hypothèses retenues concernant l'absence de dégradation dans certaines zones réputées non sensibles et donc non couvertes par un programme de maintenance préventive, EDF met en œuvre un programme d'investigations complémentaires par sondage mené sur plusieurs réacteurs du parc nucléaire français.

Le programme d'investigations complémentaires associé au processus de réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leur troisième visite décennale a débuté en 2009 sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire du Tricastin et se terminera en 2013 sur le réacteur n°3 de la centrale nucléaire du Bugey (Ain).

Le programme d'investigations complémentaires vise essentiellement à valider les hypothèses sous-jacentes à la politique de maintenance d'EDF. Les contrôles menés au titre du programme d'investigations complémentaires sont effectués par sondage et diffèrent d'un réacteur à l'autre afin de couvrir l'ensemble des domaines concernés par la maintenance.

À partir de mi-2013, une synthèse nationale sera établie sur la base des bilans effectués à la fin des troisièmes visites décennales menées sur les réacteurs du palier 900 MWe concernés par le programme d'investigations complémentaires. Cette synthèse fera l'objet d'un examen par l'ASN.

À ce stade du processus, l'ASN relève que les structures et composants contrôlés sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire du Tricastin et sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim ne révèlent pas de défauts.

### *7.2.2 Risque de réaction sulfatique interne sur l'enceinte de confinement et les autres ouvrages de génie civil*

L'ASN a noté qu'aucune recherche de pathologie liée à la réaction sulfatique interne n'était prévue au titre du programme d'investigations complémentaires concernant les ouvrages de génie civil et l'enceinte de confinement. L'ASN a par conséquent demandé à EDF par courrier cité en référence [8] de compléter son programme d'investigations complémentaires en ce sens.

Les investigations menées dans le cadre de cette demande sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim n'ont pas mis en évidence de défaut lié à une réaction sulfatique interne sur l'enceinte de confinement et les autres ouvrages de génie civil.

## **7.3 GESTION DU VIEILLISSEMENT**

### *7.3.1 Processus retenu*

Afin de prendre en compte le vieillissement des centrales nucléaires, EDF a entamé dès 2003 l'élaboration d'une démarche visant à établir, pour chaque réacteur, un dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation. Dans ce dossier, EDF apporte la justification que le réacteur peut être exploité dans des conditions de sûreté satisfaisantes pendant une période minimale de dix années après sa troisième visite décennale.

Cette démarche s'appuie essentiellement sur le caractère standardisé du parc nucléaire. L'analyse du vieillissement est réalisée pour l'ensemble des mécanismes de dégradations pouvant affecter des composants importants pour la sûreté. Elle est majoritairement déterminée par les services nationaux d'EDF qui apportent la démonstration du vieillissement des matériels en s'appuyant sur le retour d'expérience d'exploitation, les dispositions de maintenance et la possibilité de réparer ou de remplacer les composants.

En se fondant sur ces éléments, chaque centrale nucléaire constitue, avant la troisième visite décennale de chaque réacteur, le dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation spécifique de l'installation en analysant les différences qui existent entre les matériels installés sur le réacteur et les études réalisées par les services nationaux d'EDF. Une analyse similaire est menée pour les conditions d'exploitation des matériels.

À l'issue de la troisième visite décennale de chaque réacteur, son dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation est mis à jour pour prendre en compte :

- les résultats des contrôles réalisés pendant la troisième visite décennale ;
- le bilan des modifications et des rénovations réalisées pendant la troisième visite décennale ;
- l'analyse de ces résultats et de ce bilan comprenant la description des conséquences éventuelles sur le programme de maîtrise du vieillissement du réacteur pour une période de dix ans après la troisième visite décennale.

L'ASN valide globalement cette démarche. Pour les matériels ayant une durée de vie estimée supérieure à vingt ans, l'ASN avait demandé à EDF de vérifier le maintien de leur qualification en réalisant des prélèvements de matériels installés sur les réacteurs, pour procéder, sur ces matériels déposés, à des essais de qualification aux conditions accidentelles. EDF a répondu à cette demande en proposant un programme de prélèvements de cinq familles de matériels électriques. L'ASN demandera à EDF que ce programme de prélèvements ne se limite pas aux seuls matériels électriques mais soit également étendu aux matériels mécaniques.

Le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, mis à jour à partir des résultats des contrôles de la troisième visite décennale, a ainsi été transmis par EDF le 10 septembre 2010.



### *7.3.2 Dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim*

#### ***7.3.2.1 Spécificités du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim***

La centrale nucléaire de Fessenheim a analysé les différences qui existent entre les études réalisées par les services nationaux d'EDF pour les réacteurs de 900 MWe et les matériels installés sur le réacteur n°1. Elle a également vérifié si les conditions d'exploitation (température, temps de fonctionnement, la pression etc) des équipements installés sur le réacteur n°1 sont conformes aux hypothèses définies dans les dossiers nationaux.

Il ressort de cette analyse que les spécificités du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim par rapport aux autres réacteurs de 900 MWe exploités par EDF portent essentiellement sur la cuve qui a la particularité de comporter trois viroles au niveau du coeur. Il s'agit du seul cas recensé sur le parc nucléaire exploité par EDF, les autres cuves en possédant deux. Les autres particularités de la chaudière et des équipements associés ainsi que des ouvrages de génie civil relèvent davantage d'adaptations locales que de réelles spécificités par rapport aux éléments définis par les services nationaux d'EDF.

EDF conclut qu'aucune spécificité locale portant sur les particularités de conception, l'état des composants et des structures et les conditions de maintenance ou d'exploitation ne remet en cause l'approche nationale définie par ses services nationaux.

L'ASN considère que les contrôles réalisés sur la cuve associés à la compréhension des mécanismes de vieillissement présentés par les centres d'ingénierie d'EDF permettent d'assurer la maîtrise du vieillissement sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim.

#### ***7.3.2.2 Bilan des contrôles et inspections réalisés au titre du suivi du vieillissement sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim***

Les contrôles et interventions réalisés au cours de la troisième visite décennale sur les systèmes, structures et composants du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim mettent en évidence que l'ensemble des opérations de maintenance, d'inspections, d'essais, d'examen non destructifs ou de modifications réalisées pendant l'arrêt VD3 a permis de compléter le programme de vieillissement de la tranche 1 pour la période suivant la VD3 (jusqu'à la VD4), par :

- le remplacement de la visserie des tambours filtrants du circuit d'alimentation en eau brute,
- le remplacement préventif de certains relais électriques,
- le remplacement préventif des capteurs de position des barres de commande du réacteur situés au centre du coeur dans l'attente de l'amélioration de la ventilation des capteurs

Ces actions seront intégrées dans le programme de maintenance lors des prochains arrêts pour rechargement.

EDF considère que le bilan des actions de maintenance réalisées pendant la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim confirme que l'usure et le vieillissement des composants du réacteur sont conformes aux prévisions définies par ses services nationaux et ne présentent pas de singularité particulière.

Ces conclusions n'appellent pas de remarques de la part de l'ASN.

#### ***7.3.2.3 Position de l'ASN***

Sur la base des analyses présentées aux paragraphes 7.3.2.1 à 7.3.2.2, EDF conclut que l'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim pour une période de dix ans après la troisième visite décennale est assurée dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Après analyse de l'ensemble des éléments à sa disposition à l'issue du réexamen de sûreté concernant la gestion du vieillissement, l'ASN ne remet pas en cause l'aptitude à la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim pour une période de dix ans après la troisième visite décennale dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

## **7.4 TENUE EN SERVICE DE LA CUVE DU RÉACTEUR**

La démonstration de la tenue en service des cuves repose à la fois sur une démonstration mécanique ainsi que sur le programme de suivi des effets du vieillissement et le programme de contrôle en service menés par EDF. L'intégrité de la cuve du réacteur constitue un élément essentiel de la démonstration de sûreté des centrales nucléaires à eau sous pression. La rupture de cet équipement n'est en effet pas prise en compte dans les études de sûreté. Toutes les dispositions doivent par conséquent être prises dès sa conception afin de garantir sa tenue pendant toute la durée d'exploitation du réacteur.

L'ASN et son appui technique 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 permis de confirmer le respect des critères réglementaires pour une durée de dix ans supplémentaires après les troisièmes visites décennales de l'ensemble des réacteurs de 900 MWe. Les calculs prennent notamment en compte le défaut sous revêtement détecté en 1999 dans la cuve du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. L'ASN a également noté qu'EDF est en mesure de mettre en place rapidement, si nécessaire, des dispositions techniques permettant de garantir l'absence de nocivité des défauts si de nouveaux éléments venaient à remettre en cause l'analyse actuelle.

Par ailleurs, l'ASN note que les résultats de l'ensemble des contrôles réalisés lors de la troisième visite décennale se sont révélés satisfaisants. En particulier, le contrôle du présent défaut présent sous le revêtement de la virole de la cuve du réacteur n°1 et décrit au paragraphe 4.5 n'a pas révélé de variation notable par rapport aux précédentes visites décennales.

L'ASN considère par conséquent que l'aptitude au service de la cuve du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim est assurée pour une durée de dix ans après les troisièmes visites décennales de ces réacteurs.

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 quant à leur caractère conservatif (voir courrier cité en référence [8]).

## **7.5 ACTIONS COMPLÉMENTAIRES DANS LE CADRE DE LA MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT**

Par courrier cité en référence [8], l'ASN a rappelé à EDF que certains phénomènes sont susceptibles de remettre en cause au fil du temps la capacité de ses installations à se conformer aux exigences de sûreté réévaluées. L'ASN considère qu'EDF doit mettre en place des actions nécessaires pour conserver au fil du temps sa capacité et celle de ses réacteurs nucléaires à se conformer aux principales dispositions qui ont prévalu à la conception ou qui ont été réévaluées notamment à l'occasion des réexamens de sûreté. L'ASN a par conséquent demandé à EDF de poursuivre ses efforts concernant la gestion du vieillissement, la maintenance, les contrôles destinés à identifier au plus tôt les effets du vieillissement mais également le risque lié à l'obsolescence des matériels, la perte de compétences des personnels voire lié à l'organisation mise en place.

### *7.5.1 Gestion des compétences*

Dans le domaine de la formation et de l'habilitation du personnel, la politique d'EDF s'appuie sur la mise en place au sein de chaque centrale nucléaire d'un système local de développement des compétences regroupant des membres des différents services, des représentants des services chargés des ressources humaines et des spécialistes de la formation. Cette politique doit conduire à une meilleure implication de la hiérarchie de proximité dans la gestion des compétences notamment à travers leur évaluation et l'identification des besoins. En outre, pour la formation de ses équipes de conduite des réacteurs nucléaires, EDF dispose désormais d'un simulateur sur chaque centrale nucléaire.

À la demande de l'ASN, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires a examiné en 2006 la démarche de management des compétences et d'habilitation du personnel mise en œuvre par EDF.

À l'issue de cet examen, l'ASN a estimé que le système de gestion des compétences et des habilitations des personnels d'exploitation des centrales nucléaires était satisfaisant. L'ASN a considéré qu'EDF avait mis en place une politique de gestion des compétences dotée de moyens importants selon une démarche visant à identifier précisément les compétences nécessaires et à construire des actions de professionnalisation adaptées. Les outils de gestion développés par EDF (référentiels, cartographie des compétences, grilles d'appréciation etc) permettent aux centrales nucléaires de mettre en œuvre une politique de gestion des compétences à caractère opérationnel.

L'ASN a également considéré qu'EDF avait mis en place des dispositions opérationnelles qui soutiennent le déploiement de sa démarche. Les systèmes locaux de développement des compétences permettent d'élaborer des solutions de professionnalisation adaptées aux besoins des agents. Les "animateurs métiers" mis en place au niveau national contribuent à la diffusion des outils de gestion et favorisent les échanges de bonnes pratiques entre centrales nucléaires. En 2006 et 2007, l'ASN a cependant demandé à EDF de renforcer l'accompagnement national du développement local de la gestion des compétences pour la fonction de chargé de surveillance des prestataires.

### 7.5.2 Contrôles réalisés par l'ASN

En application de l'article 7 de l'arrêté en référence [4], 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 exploitées par EDF. Ce contrôle s'appuie en particulier sur des inspections menées sur le terrain. Elles sont l'occasion d'analyser les résultats obtenus, la qualité et l'adéquation des dispositifs organisationnels et humains mis effectivement en œuvre. 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.

En 2009 et en 2010, le contrôle de l'ASN a mis en évidence une situation globalement satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs exploités par EDF sur le territoire français comprenant le réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. En particulier, l'ASN souligne que la mise en place d'un système "d'académies de métiers" sur les centrales nucléaires constitue un point positif de même que l'utilisation de chantiers écoles.

## 8 POURSUITE D'EXPLOITATION

L'article 29 de la loi citée en référence [1] impose à *"l'exploitant d'une installation nucléaire de base [de procéder] périodiquement [à] un réexamen de la sûreté de son installation en prenant en compte les meilleures pratiques internationales. Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés au I de l'article 28, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. L'exploitant adresse à l'Autorité de sûreté nucléaire et aux ministres chargés de la sûreté nucléaire un rapport comportant les conclusions de cet examen et, le cas échéant, les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la sûreté de son installation. Après analyse du rapport, l'Autorité de sûreté nucléaire peut imposer de nouvelles prescriptions techniques. Elle communique aux ministres chargés de la sûreté nucléaire son analyse du rapport."*

Dans le cadre du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, EDF a :

- procédé à un examen de conformité, en examinant en profondeur la situation de l'installation afin de vérifier qu'elle respecte bien l'ensemble des règles qui lui sont applicables ;
- amélioré le niveau de sûreté de l'installation notamment sur la base d'une comparaison des exigences applicables avec celles en vigueur pour des installations présentant des objectifs et des pratiques de sûreté plus récents et en prenant en considération l'évolution des connaissances ainsi que le retour d'expérience national et international.

S'agissant du réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe ayant fonctionné pendant trente ans après la première divergence, la standardisation des installations exploitées par EDF l'a conduit à adopter une approche comprenant une première phase générique, c'est-à-dire traitant des aspects communs à tous ces réacteurs, et une seconde propre à chaque installation.

L'ASN et l'IRSN, son appui technique, ont analysé les études génériques menées par EDF. L'ASN s'est appuyée sur l'avis formulé par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs à l'issue de sa réunion du 20 novembre 2008 et a transmis à EDF, par courrier cité en référence [8], sa position sur les aspects génériques de la poursuite d'exploitation des réacteurs de 900 MWe à l'issue de leur troisième visite décennale.

Sous réserve du respect de certains engagements pris par EDF et de la prise en compte des demandes formulées par l'ASN dans le courrier cité en référence [8], l'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'à quarante ans après leur première divergence.

EDF a intégré ces réserves dans le cadre du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim. À l'issue de la troisième visite décennale, EDF a adressé à l'ASN le bilan de l'examen de conformité (référence [9]), le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (référence [10]) et le rapport de conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim (référence [11]).

L'ASN note que les modifications matérielles définies lors de la phase d'étude du réexamen de sûreté et destinées à élever le niveau de sûreté du réacteur ont en grande majorité été mises en œuvre pendant la troisième visite décennale du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, les autres devant être mises en place au cours des prochaines années. L'ASN a fixé à l'exploitant des délais pour l'achèvement de chacun des travaux.

**Sous réserve des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) engagées à la suite de l'accident de Fukushima, l'ASN considère, au vu du bilan du troisième réexamen de sûreté du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, que le réacteur n°1 est apte à être exploité pour une durée de dix années supplémentaires après ce troisième réexamen à condition de respecter les prescriptions de la décision de l'ASN n° 2011-DC-0231 du 4 juillet 2011 et notamment les deux prescriptions majeures suivantes :**

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

Enfin, l'ASN continuera par ailleurs d'exercer un contrôle continu de l'exploitation de la centrale nucléaire de Fessenheim. Conformément au IV de l'article 29 de la loi citée en référence [1], en cas de risques graves et imminent, l'ASN peut suspendre, si nécessaire, à titre provisoire et conservatoire, le fonctionnement de ce réacteur.

## **SIGLES, ABRÉVIATIONS ET DÉNOMINATIONS**

<b>ASN</b>	Autorité de sûreté nucléaire
<b>EDF</b>	Electricité de France
<b>INB</b>	Installation nucléaire de base
<b>INES</b>	<i>International nuclear event scale</i> (échelle internationale de gravité des incidents ou accidents nucléaires)
<b>IRSN</b>	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
<b>MOX</b>	Combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium
<b>MWe</b>	MégaWatt électrique (unité de puissance électrique)
<b>MWth</b>	MégaWatt thermique (unité de puissance thermique)
<b>REP</b>	Réacteur à eau sous pression