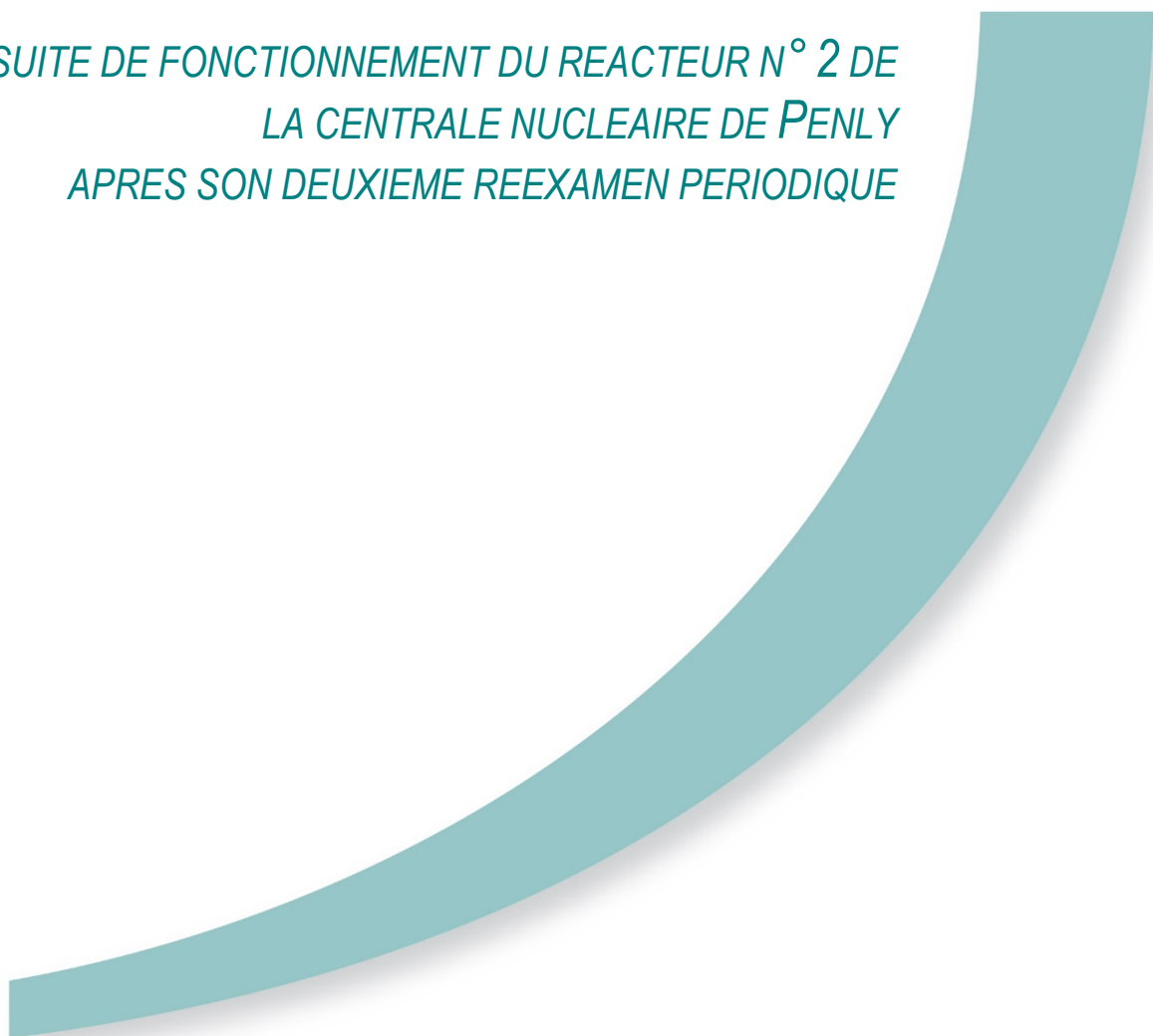




REF : CODEP-DCN-2021-047884

RAPPORT D'INSTRUCTION

*POURSUITE DE FONCTIONNEMENT DU REACTEUR N° 2 DE
LA CENTRALE NUCLEAIRE DE PENLY
APRES SON DEUXIEME REEXAMEN PERIODIQUE*



SOMMAIRE

1. RÉFÉRENCES	3
2. CADRE RÉGLEMENTAIRE	5
3. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION	6
3.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS	6
3.2 PARTICULARITÉS DE LA CENTRALE DE PENLY PAR RAPPORT AUX AUTRES CENTRALES NUCLEAIRES	6
3.3 EXPLOITATION DU REACTEUR N° 2	7
3.4 GESTION DU COMBUSTIBLE	8
3.5 EXPLOITATION DE LA CUVE ET DU CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL	8
3.6 EXPLOITATION DES CIRCUITS SECONDAIRES PRINCIPAUX	9
3.7 EXPLOITATION DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT	9
3.8 RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION	9
3.8.1 Spécifications techniques d'exploitation et règles d'essais périodiques	10
3.8.2 Procédures de conduite en situation incidentelle et accidentelle	10
4. DEUXIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE	11
4.1 DÉMARCHE ADOPTÉE	11
4.2 CONTRÔLES DE LA CONFORMITÉ	11
4.2.1 Examens de conformité	11
4.2.2 Principaux contrôles et essais	12
4.2.3 Programme d'investigations complémentaires	14
4.2.4 Maîtrise du vieillissement	14
4.3 RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ	15
5. PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'ACCIDENT DE LA CENTRALE NUCLEAIRE DE FUKUSHIMA DAIICHI	17
6. CONCLUSION SUR LA POURSUITE DE FONCTIONNEMENT	19

1. RÉFÉRENCES

- [1] Décret du 9 octobre 1984 autorisant la création par Électricité de France d'une tranche de la centrale nucléaire de Penly dans le département de la Seine-Maritime
- [2] Arrêté du 10 novembre 1999 modifié relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression
- [3] Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2020
- [4] Décision n° 2008-DC-0090 du 10 janvier 2008 de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 136 et n° 140 exploitées par Électricité de France (EDF-SA) sur les communes de Penly et de Saint-Martin-en-Campagne (Seine-Maritime)
- [5] Décision n° 2008-DC-0089 du 10 janvier 2008 de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 136 et n° 140 exploitées par Électricité de France (EDF-SA) sur les communes de Penly et de Saint-Martin-en-Campagne (Seine-Maritime)
- [6] Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [7] Décision n° 2011-DC-0213 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011 prescrivant à Électricité de France (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 Fukushima Daiichi
- [8] Décision n° 2012-DC-0289 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 fixant à Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Penly (Seine-Maritime) au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des INB n° 136 et 140
- [9] Décision 2014-DC-0409 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 fixant à Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) des prescriptions complémentaires applicables aux réacteurs n° 1 et 2 de la centrale nucléaire de Penly au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0289 du 26 juin 2012 de l'Autorité de sûreté nucléaire
- [10] Avis n° 2012-AV-0139 du 3 janvier 2012 de l'Autorité de sûreté nucléaire sur les évaluations complémentaires de la sûreté des installations nucléaires prioritaires au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi
- [11] Avis GPR/06-07 du 08 février 2006 : Avis et Recommandations du Groupe Permanent « Réacteurs » du 22 décembre 2005 – Bilan du réexamen de sûreté concernant les deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe
- [12] Courrier ASN DEP-SD2-n° 457-2006 du 6 octobre 2006 : Réacteurs nucléaires à eau sous pression – Clôture du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe (trains P4 et P'4) à l'occasion des deuxièmes visites décennales
- [13] Courrier ASN CODEP-CAE-2011-043027 du 8 août 2011 : lettre de suite de l'inspection ciblée des 28, 29, 30 juin et 1^{er} juillet 2011 relative au « premier retour d'expérience de l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi »
- [14] Courrier ASN CODEP-CAE-2012-52181 du 10 octobre 2012 : lettre de suite de l'inspection relative au « récolement des actions correctives prises à la suite de l'inspection ciblée sur le premier retour d'expérience de l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi menée du 28 juin au 1^{er} juillet 2011 »
- [15] Courrier EDF D4510 LT BPS CDP 06 1047 du 26 mai 2006 : Liste des modifications VD2/PID2

- [16] Courrier EDF D5039-VBK-FIT-11 000702 du 13 septembre 2011 : Transmission du rapport d'évaluations complémentaires de sûreté de la centrale nucléaire de Penly
- [17] Courrier EDF D5039/SEQ/RND/BPE/140650 du 20 novembre 2014 : transmission du rapport de conclusion de réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly à l'occasion de sa deuxième visite décennale
- [18] Courrier ASN CODEP-DCN-2016-011969 du 2 juin 2016 : Réacteurs électronucléaires – EDF – Retour d'expérience de l'événement significatif survenu le 05/04/2012 sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly

2. CADRE RÉGLEMENTAIRE

En application de l'article L. 593-6 du code de l'environnement, « *l'exploitant d'une installation nucléaire de base est responsable de la maîtrise des risques et inconvénients que son installation peut présenter pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1* », à savoir la santé, la sécurité et la salubrité publiques ainsi que la protection de la nature et de l'environnement. Cette responsabilité se décline notamment par la définition et la mise en œuvre de dispositions techniques et de mesures organisationnelles en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) exerce le contrôle de l'ensemble des installations nucléaires civiles françaises. Ces installations font régulièrement l'objet d'inspections de la part de l'ASN. Les écarts déclarés par les exploitants ainsi que les actions prises pour les corriger et éviter qu'ils ne puissent se reproduire sont également analysés par l'ASN. Les modifications notables des installations, en dehors de celles nécessitant la modification de leur décret d'autorisation, sont soumises soit à autorisation, soit à déclaration auprès de l'ASN. Enfin, l'ASN assure le contrôle de tous les arrêts de réacteurs électronucléaires pour rechargement en combustible et maintenance programmée.

Par ailleurs, les exploitants sont tenus de réexaminer tous les dix ans la sûreté de leurs installations, conformément aux dispositions prévues par l'article L. 593-18 du code de l'environnement.

Le réexamen périodique d'une installations nucléaire de base a pour objectif, d'une part, d'examiner en profondeur l'état de l'installation afin de vérifier qu'elle respecte bien l'ensemble des règles qui lui sont applicables et, d'autre part, d'améliorer son niveau de sûreté en tenant compte de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des règles applicables aux installations similaires et des meilleurs pratiques internationales. Pour les réacteurs électronucléaires d'Électricité de France (EDF), le réexamen périodique s'appuie notamment sur les visites décennales des réacteurs qui constituent des moments privilégiés pour mener des contrôles et modifier les équipements.

EDF a réalisé la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, du 1^{er} février au 25 juin 2014. À cette occasion EDF a vérifié la conformité et la maîtrise du vieillissement de son installation et a procédé à des modifications pour en améliorer la sûreté.

Conformément à l'article L. 593-19 du code de l'environnement, EDF a adressé à l'ASN le rapport de conclusion du deuxième réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly (référence [17]) le 20 novembre 2014.

Le présent rapport constitue l'analyse par l'ASN de ce rapport, conformément à l'article L. 593-19 du code de l'environnement.

Le processus de réexamen périodique s'est conduit en parallèle des évaluations complémentaires de sûreté prescrites par décision en référence [7] à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011. Les évaluations complémentaires de sûreté des 59 réacteurs d'EDF ont été remises le 15 septembre 2011, dont celle du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly (référence [16]). Elles ont été analysées par l'ASN avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). L'ASN a remis son avis sur ces évaluations le 3 janvier 2012 (référence [10]). Cette analyse a conduit l'ASN à émettre des prescriptions complémentaires pour l'ensemble des dix-neuf centrales nucléaires, par décisions en références [8] et [9] pour la centrale nucléaire de Penly.

3. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION

3.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS

La centrale nucléaire de Penly est située en Seine-Maritime entre Dieppe et Le Tréport, à 70 km de Rouen et à 180 km de Paris. Construite sur les communes de Saint-Martin-en-Campagne et de Penly, la centrale s'étend sur 213 hectares, dont 70 pris sur la mer.

La création du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a été autorisée par le décret en référence [1]. Le réacteur n° 2 constitue l'installation nucléaire de base n° 140. Le site comprend deux réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance unitaire de 1 300 MWe (type « P'4 »), refroidis en circuit ouvert par la Manche. Le réacteur n° 2 a été mis en service en 1992.

La centrale de Penly emploie environ 700 personnes (hors prestataires).

Chaque année, la centrale de Penly livre sur le réseau national électrique entre 17 et 20 milliards de kWh, soit environ 3 % de la production d'électricité d'EDF en France.



Photographie du site de Penly

Les rejets ainsi que les prélèvements et la consommation d'eau de la centrale nucléaire de Penly sont encadrés par les décisions en références [4] et [5].

3.2 PARTICULARITÉS DE LA CENTRALE DE PENLY PAR RAPPORT AUX AUTRES CENTRALES NUCLEAIRES

Avec trente-deux réacteurs de 900 MWe, vingt réacteurs de 1300 MWe et quatre réacteurs de 1450 MWe, les centrales nucléaires d'EDF sont standardisées. Ainsi, de nombreuses similitudes existent entre les centrales nucléaires de même puissance, voire de puissances différentes. Il n'en reste pas moins que chaque centrale nucléaire, voire chaque réacteur, possède, en raison de son implantation géographique, de choix d'ingénierie particuliers, d'opportunités diverses, de gestion d'aléas d'exploitation ou de justifications historiques, des particularités qui lui sont propres.

Les particularités les plus notables de la centrale nucléaire de Penly par rapport aux autres centrales nucléaires sont présentées ci-dessous.

Concernant la situation de la centrale nucléaire vis-à-vis du risque de séisme :

Les réacteurs sont installés sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise, établie en partie en remblai sur la mer et arasée à 12 m NGF N. De part et d'autre de la vailleuse¹ de Penly, la falaise surplombe le site à une cote comprise entre 100 et 110 m NGF N. Le site est classé « hétérogène » au regard des dispositions de la règle fondamentale de sûreté 1.3.b relative à l'instrumentation sismique des réacteurs à eau sous pression, ceci en raison de l'hétérogénéité topographique du site (falaises).

Le niveau de séisme requis pour la démonstration de sûreté à la conception de la centrale nucléaire de Penly est un séisme d'intensité VII sur l'échelle MSK. Le spectre de dimensionnement de la centrale nucléaire de Penly est identique au spectre de dimensionnement standard des réacteurs de 1300 MWe (spectre de 0,15 g à période nulle).

Concernant la situation de la centrale nucléaire vis-à-vis du risque d'inondation externe :

La cote majorée de sécurité (CMS) a été réévaluée de 6,94 m NGF N à 7,74 m NGF N à la suite des tempêtes de décembre 1999 et de l'inondation partielle du site du Blayais de décembre 1999. Les dispositions matérielles du site de Penly (niveau des digues et de la plate-forme du site situés à 12 m NGF N, protection volumétrique...) tiennent compte de ces nouvelles évaluations qui prennent également en compte le risque de tsunami.

Située en bord de mer, la centrale nucléaire n'est pas équipée d'aéroréfrigérants et prend donc son eau de refroidissement par un chenal d'amenée d'eau de mer. Ce chenal est bordé par une digue de protection dont le dimensionnement a également été révisé à la suite de l'inondation du Blayais en 1999 puis dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté menées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Concernant les spécificités techniques de la centrale nucléaire de Penly :

La présence de la falaise permet à la centrale nucléaire de Penly de disposer de réservoirs d'eau en hauteur, utilisables gravitairement en cas de situation accidentelle.

3.3 EXPLOITATION DU REACTEUR N° 2

Les dates des principales étapes de l'exploitation du réacteur n° 2 sont présentées ci-après :

Étapes d'exploitation	Réacteur n° 2
Autorisation de première divergence	8 janvier 1992
Premier couplage au réseau d'électricité	4 février 1992
Autorisation de mise en service industrielle	1 ^{er} novembre 1992
Visite décennale n° 1 / date de l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal (CPP)	Réalisée en 2004 / 27 mars 2004
Visite décennale n° 2 / date de l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal (CPP)	Réalisée en 2014 / 1 ^{er} avril 2014

¹ La vailleuse est une dépression du terrain permettant l'accès à la mer.

Événement du 5 avril 2012 : incendie dans le bâtiment réacteur

Le 5 avril 2012, le réacteur n° 2 s'est arrêté automatiquement à la suite de l'arrêt d'un groupe motopompe primaire (GMPP). Simultanément, le système de détection d'incendie du bâtiment réacteur a signalé la présence de plusieurs départs de feux dans le bâtiment réacteur.

L'analyse de l'événement a révélé que la pompe de lubrification d'huile du GMPP, dite « pompe de soulèvement », s'est mise en service de manière intempestive pendant plusieurs heures avant l'arrêt automatique du réacteur, ce qui a provoqué une fuite au niveau de l'une des brides du circuit d'huile. L'huile, en contact avec les tuyauteries du circuit primaire (à plus de 300 °C), a provoqué des départs de feu. L'étanchéité du joint n° 1 de la pompe a été altérée au cours de cet événement : l'étanchéité du circuit primaire a alors été assurée par le joint n° 2.

Après analyse des résultats des premières expertises et des actions correctives réalisées par l'exploitant, l'ASN a autorisé le redémarrage du réacteur.

Cet événement a, par la suite, fait l'objet d'une analyse approfondie par EDF. L'ASN considère que les dispositions prises par EDF pour analyser ce retour d'expérience et définir les actions curatives, correctives et préventives en réponse aux demandes formulées par courrier en référence [18] sont satisfaisantes.

3.4 GESTION DU COMBUSTIBLE

Le mode de gestion du combustible du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a évolué au cours des vingt premières années de fonctionnement. Les principales étapes de cette évolution sont décrites ci-après :

- le réacteur a d'abord été exploité en mode de gestion « 1300 Standard » (gestion par tiers de cœur, la recharge standard étant composée de soixante-quatre assemblages enrichis à 3,10 % en uranium 235) ;
- le réacteur est ensuite passé en mode de gestion « GEMMES » (gestion par tiers de cœur, la recharge standard étant composée de soixante-quatre assemblages enrichis à 4 % en uranium 235 dont vingt-quatre assemblages comportant des crayons gadoliniés).

L'opération de remplacement et de rechargement en combustible est réalisée tous les quinze mois environ.

Le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly n'est pas autorisé à utiliser du combustible MOX, constitué d'un mélange d'oxyde d'uranium et de plutonium issu du retraitement.

3.5 EXPLOITATION DE LA CUVE ET DU CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL

Épreuves hydrauliques

L'ensemble du circuit primaire principal (CPP), dont la cuve du réacteur, subit, à l'issue de son montage, une première épreuve hydraulique, une seconde dans les trente premiers mois après le premier chargement en combustible puis une tous les dix ans (référence [2]). Par conséquent, avant la réalisation de sa deuxième visite décennale, le circuit primaire principal du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a fait l'objet de trois épreuves hydrauliques :

- à l'occasion de sa visite initiale en fin de fabrication, en 1992 ;
- à l'occasion de sa première requalification complète effectuée au plus tard 30 mois après son premier chargement en combustible, en 1994 ;
- à l'occasion de sa première visite décennale, en 2004.

Au cours de la deuxième visite décennale du réacteur (cf. paragraphe 4.2.2), l'épreuve hydraulique de la cuve du réacteur n° 2 a été réalisée le 1^{er} avril 2014, sous une pression de 207 bars.

Couvercle de cuve

Le couvercle de cuve d'origine équipé de traversées en alliage de type Inconel 600 non-traité thermiquement et présentant une forte sensibilité à la corrosion sous contrainte² a été remplacé en 2007 par un nouveau couvercle équipé de traversées en alliage de type Inconel 690 moins sensible à ce mode de dégradation.

Générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur sont des échangeurs qui contiennent chacun 5342 tubes, dans lesquels circule l'eau du circuit primaire.

Par ailleurs, les quatre générateurs de vapeur du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, présentaient lors de leur deuxième visite décennale, des taux de bouchage de leurs tubes conformes aux exigences de sûreté.

3.6 EXPLOITATION DES CIRCUITS SECONDAIRES PRINCIPAUX

Les circuits secondaires principaux subissent une épreuve hydraulique tous les dix ans avec la possibilité d'un sursis d'une année accordé par l'ASN. Lorsque la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a été réalisée, les quatre circuits secondaires principaux (CSP) du réacteur avaient chacun subi plusieurs épreuves hydrauliques dont la dernière avait été réalisée en 2009.

3.7 EXPLOITATION DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT

Le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly dispose d'une double enceinte dont l'enceinte interne est en béton armé précontraint entourée d'une enceinte externe en béton armé. L'espace entre les deux enceintes (interne et externe) est maintenu en dépression par un système de ventilation permettant de recueillir d'éventuelles fuites de l'enceinte interne. L'enceinte interne est conçue pour supporter, sans perte d'intégrité, les sollicitations (montée en pression) résultant de la rupture circonférentielle complète et soudaine d'une tuyauterie du circuit primaire principal ou d'une tuyauterie vapeur du circuit secondaire principal avec séparation totale des extrémités. La résistance aux agressions extérieures est, quant à elle, principalement assurée par l'enceinte externe.

L'enceinte interne du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a fait l'objet de plusieurs épreuves et tests pour mesurer son étanchéité et évaluer son comportement mécanique.

Avant la réalisation de la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, l'enceinte de ce réacteur avait fait l'objet des épreuves suivantes :

Type d'épreuve	Réacteur n° 2
Essai de résistance pré-opérationnel	juin 1989
Essai de résistance en exploitation	juillet 1993
Premier essai de résistance décennal	avril-mai 2004

Par ailleurs, l'enceinte de confinement du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly ne présente ni spécificité ni sensibilité particulière au vieillissement.

3.8 RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION

Les règles générales d'exploitation (RGE) 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

² Phénomène qui peut conduire à l'apparition de fissures.

limite de fonctionnement normal ou en cas d'indisponibilité de matériels participant à une fonction de sûreté ;

- 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 sûr et de l'y maintenir, en cas de situation incidentelle ou accidentelle.

3.8.1 SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION ET REGLES D'ESSAIS PERIODIQUES

Au cours des vingt premières années d'exploitation, les spécifications techniques d'exploitation et les règles d'essais périodiques du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly ont régulièrement évolué. En particulier, elles ont été adaptées pour prendre en considération la mise en œuvre de modifications matérielles réalisées sur le réacteur.

3.8.2 PROCEDURES DE CONDUITE EN SITUATION INCIDENTELLE ET ACCIDENTELLE

L'accident survenu le 28 mars 1979 à la centrale nucléaire de Three Mile Island (États-Unis) a montré l'intérêt d'une approche « par état » pour la conduite accidentelle, consistant à élaborer des stratégies de conduite en fonction de l'état physique identifié de l'installation, 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 plus adaptée.

L'approche par état a été progressivement introduite au sein des centrales nucléaires exploitées par EDF sur le territoire français. Le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly en a été doté en 1991.

4. DEUXIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

4.1 DÉMARCHE ADOPTÉE

Dans le cadre du réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, EDF a :

- procédé à un contrôle de la 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 selon un programme défini en amont ;
- amélioré le niveau de sûreté de l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation et de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

Tirant partie des similitudes de conception entre les vingt réacteurs de 1300 MWe, EDF a adopté une approche comprenant une première phase générique de réexamen, qui porte sur les sujets communs à l'ensemble des réacteurs, et une seconde spécifique à chaque installation.

L'ASN a analysé, avec l'appui de l'IRSN, les études génériques menées par EDF et a recueilli l'avis du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires lors de sa séance du 22 décembre 2005 [11]. L'ASN a pris position, par courrier en référence [12], sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe à l'issue de leur deuxième réexamen périodique en concluant que « *l'exploitation des réacteurs de 1300 MWe peut se poursuivre jusqu'à leur troisième visite décennale, sous réserve de la réalisation effective des modifications décidées dans le cadre de ce réexamen* ».

Du 1^{er} février au 25 juin 2014, EDF a réalisé la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, durant lesquelles elle a réalisé de nombreuses opérations en lien avec son réexamen périodique.

L'ASN a contrôlé cet arrêt de réacteur, en vue d'évaluer les dispositions prises pour garantir la sûreté et la radioprotection pendant cet arrêt, ainsi que la sûreté du fonctionnement pour les cycles à venir. En particulier, l'ASN a procédé à des inspections réalisées pour l'essentiel de façon inopinée. Les lettres de suite de ces inspections sont consultables sur le site Internet de l'ASN (www.asn.fr). Le suivi des actions correctives demandées à EDF par l'ASN a été réalisé dans le cadre du processus normal de contrôle de la centrale nucléaire de Penly par l'ASN.

EDF a ensuite adressé à l'ASN le rapport de conclusion de réexamen (référence [17]).

L'ASN a examiné, avec l'appui de l'IRSN :

- les réponses apportées par EDF à ses engagements et aux demandes de l'ASN émises dans le cadre de la phase générique du réexamen périodique (référence [12]) ;
- les conclusions du réexamen périodique spécifique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, comprenant les résultats des examens de conformité, les modifications intégrées sur ce réacteur à l'issue de sa deuxième visite décennale et les modifications à mettre en œuvre assorties de leur calendrier de réalisation ;
- les dispositions techniques mises en place dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de ce réacteur.

Sur la base de l'examen de ces documents, le présent rapport expose ci-après l'analyse des conclusions du réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly.

4.2 CONTRÔLES DE LA CONFORMITÉ

4.2.1 EXAMENS DE CONFORMITE

Un examen de conformité consiste en la comparaison de l'état de l'installation avec le référentiel de sûreté et la réglementation applicables au moment de cet examen. Cet examen décennal ne dispense pas l'exploitant de son obligation permanente de garantir la conformité de son installation.

EDF s'est en particulier assurée de la bonne intégration des dispositions et 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 des installations vis-à-vis du rapport de sûreté et des plans.

Les examens de conformité ont pris la forme de contrôles documentaires ou *in situ* et se sont achevés par la transmission d'un rapport de synthèse. Les examens de conformité ont porté plus particulièrement sur les thèmes suivants :

- classement des matériels, ouvrages et circuits selon leur importance pour la sûreté ;
- résistance aux conditions météorologiques extrêmes ;
- agressions externes d'origine naturelle, dont le séisme ;
- protection vis-à-vis des inondations externes ;
- protection contre les agressions en provenance de l'environnement industriel ;
- agressions internes ;
- projectiles internes ;
- inondations internes ;
- étanchéité du génie civil ;
- rupture de tuyauteries haute énergie ;
- incendie ;
- qualification des matériels aux conditions accidentelles ;
- incidents et accidents (opérabilité des moyens mobiles de secours) ;
- systèmes importants pour la sûreté ;
- réglage des protections électriques.

EDF a traité de manière satisfaisante les points identifiés lors de ces examens de conformité.

L'ASN considère que ces examens de conformité ont fait progresser la sûreté des installations concernées en permettant une meilleure appropriation des exigences de sûreté sur les sites, ainsi que la correction de nombreux écarts. En particulier, les études de conformité réalisées dans le cadre de ce réexamen ont permis des progrès notables en ce qui concerne les agressions internes et la qualification des matériels aux conditions accidentelles.

Toutefois, le retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs d'EDF montre que les vérifications faites lors des réexamens périodiques ne sont pas suffisantes pour identifier certains écarts susceptibles d'affecter la sûreté. Des écarts qui existent depuis plusieurs années, voire depuis la construction des réacteurs, sont en effet régulièrement détectés. L'ASN considère que la vérification de la conformité doit être une préoccupation permanente de l'exploitant.

4.2.2 PRINCIPAUX CONTROLES ET ESSAIS

La conformité du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a également été contrôlée par la réalisation d'essais, notamment les essais décennaux sur les circuits primaires et les enceintes de confinement. Ces essais ont permis de s'assurer que les matériels étaient toujours conformes aux exigences qui leur sont applicables au moment de cet examen.

Chaudière nucléaire

La cuve du réacteur fait l'objet d'études spécifiques visant à démontrer l'absence de risque de rupture brutale de l'équipement en application de l'article 4 de l'arrêté en référence [2]. Ces études, transmises à l'ASN lors de la deuxième visite décennale, ont été révisées pour prendre en compte les demandes et observations qui ont été faites lors de l'instruction du dossier relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de 900 MWe.

Au cours de la deuxième visite décennale, le circuit primaire du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly a fait l'objet d'une requalification conformément à l'article 15 de l'arrêté en référence [2]. Une requalification de circuit primaire comprend une visite complète de l'appareil, une épreuve hydraulique et un examen des dispositifs de sécurité.

L'épreuve hydraulique a été réalisée de manière satisfaisante. Les contrôles effectués n'ont montré aucune déformation ou fuite de nature à remettre en cause leur intégrité.

Au vu des résultats de l'épreuve hydraulique, des comptes rendus détaillés des visites des appareils ainsi que des bilans des examens des dispositifs de sécurité, les résultats des requalifications ont été jugés satisfaisants et l'ASN a établi le procès-verbal de requalification du circuit primaire du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly.

Épreuve de l'enceinte de confinement

Au cours de la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de de Penly, l'enceinte de confinement a subi le test d'étanchéité prévu par le décret d'autorisation de création en référence [1]. L'épreuve visant à s'assurer de la résistance et de l'étanchéité de l'enceinte interne du réacteur a été jugée satisfaisante.

Contrôles et opérations de maintenance des autres équipements

L'ensemble des matériels mécaniques et électriques du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly 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 d'actions correctives ou de justifications appropriées selon un calendrier qui n'appelle pas de remarque particulière.

Essais décennaux

Les réacteurs électronucléaires sont équipés de systèmes de sauvegarde qui permettent de prévenir les incidents et accidents ou de maîtriser et limiter leurs conséquences. 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'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

Dans les conditions normales d'exploitation, ces matériels ne sont pas amenés à fonctionner³. Aussi, afin de vérifier régulièrement leur bon fonctionnement, des essais périodiques sont réalisés 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 qui se veulent autant que possible représentatifs des situations dans lesquelles les équipements de sauvegarde peuvent être sollicités.

À l'occasion de la deuxième visite décennale du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, 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 dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte de confinement (filtre à sable) permettant de diminuer les rejets radioactifs dans l'environnement en cas de fusion 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.

³ Le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur est utilisé lors de la mise à l'arrêt et pour le redémarrage des réacteurs.

4.2.3 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Dans le cadre de la politique de maintenance développée par EDF 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 (PIC) par sondage mené sur plusieurs réacteurs.

Le programme d'investigations complémentaires associé au processus de réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe dans le cadre de leur deuxième visite décennale, a débuté en 2005 sur les réacteurs n°s 1 et 3 de la centrale nucléaire de Paluel et s'est terminé en 2010 sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine.

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 diffèrent d'un réacteur à l'autre afin de couvrir l'ensemble des domaines concernés par la maintenance.

Seuls quelques cas de dégradations liées à des phénomènes de vieillissement connus ont été détectés et pris en compte dans les mises à jour des programmes de maintenance.

Le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly n'a pas fait l'objet d'action au titre du programme d'investigations complémentaires.

4.2.4 MAITRISE DU VIEILLISSEMENT

Certains phénomènes sont susceptibles de remettre en cause au fil du temps la conformité des installations. EDF met en place des actions nécessaires pour garantir au fil du temps la conformité de ses installations aux principales dispositions qui ont prévalu à la conception ou qui ont été réévaluées notamment à l'occasion des réexamens périodiques.

La prise en compte par EDF du vieillissement des matériels s'appuie sur trois lignes de défense principales :

- 1) prévenir le vieillissement à la conception : à la conception et lors de la fabrication des composants, le choix des matériaux et les dispositions d'installation doivent être adaptés aux conditions d'exploitation prévues et tenir compte des cinétiques de dégradation connues ou supposées ;
- 2) surveiller et anticiper les phénomènes de vieillissement : au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être mis en évidence. Les programmes de surveillance périodique et de maintenance préventive, les examens de conformité ou encore l'examen du retour d'expérience visent à détecter ces phénomènes ;
- 3) réparer, modifier ou remplacer les matériels susceptibles d'être affectés : de telles actions nécessitent d'avoir été anticipées, compte tenu notamment des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation de l'intervention, des risques d'obsolescence de certains composants et de la perte de compétences techniques des intervenants.

Dans le cadre du programme d'investigations complémentaires (PIC) mentionné au paragraphe 4.2.3, EDF a réalisé des contrôles destinés à vérifier l'absence de dégradations anormales (telle que la corrosion, la fatigue vibratoire, etc.) sur des équipements ou parties d'équipements qui ne sont pas couverts par un programme particulier de maintenance. Ces examens par échantillonnage ont fait appel à des moyens de contrôle conventionnels (contrôles par ultrasons, examens visuels et télévisuels). Des contrôles des zones des circuits primaires et secondaires, non prévus par les programmes de base de maintenance préventive, ont été en particulier mis en œuvre à cette occasion. De même, des réservoirs et des tuyauteries à fort enjeu de sûreté ont fait l'objet d'investigations complémentaires. Les résultats de ces examens n'ont pas mis en évidence de dégradation anormale et significative du matériel.

D'autres systèmes, comme l'enceinte de confinement ou les circuits primaire et secondaires, ont fait l'objet d'essais de périodicité décennale dont les critères associés incluent une marge de sûreté importante afin de s'assurer de l'aptitude du matériel à fonctionner pendant la période couvrant deux essais successifs (dix ans), en tenant compte du vieillissement normal des équipements.

Ces vérifications n'ont pas mis en évidence d'anomalie de nature à remettre en cause la poursuite de fonctionnement du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly pour dix années supplémentaires après la deuxième visite décennale.

4.3 RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

La réévaluation de sûreté vise à apprécier la sûreté de l'installation et à l'améliorer au regard :

- de la réglementation française et de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires ;
- 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.

Ainsi, pour le deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a demandé à EDF de traiter neuf thèmes techniques principaux. En particulier, des études portant sur les différentes conditions de fonctionnement ont été entreprises, prenant en compte certains cumuls de situations ou certains scénarios sortant du domaine initial de dimensionnement. Dans ce cadre, les risques sismiques, de chute de charges, ou encore d'explosion sur site à l'extérieur des bâtiments ont été réévalués. Ces études ont conduit EDF à proposer des améliorations portant sur plusieurs systèmes importants pour la sûreté, afin d'optimiser leurs performances ou leur fiabilité.

À la suite de l'instruction menée par l'ASN sur les études génériques de conformité et de réévaluation, EDF a transmis une liste des modifications visant à améliorer le niveau de sûreté des réacteurs de 1300 MWe à l'occasion de leur deuxième visite décennale (référence [15]). Parmi les modifications les plus notables figurent :

- la mise en place d'un exutoire pour évacuer la pression de l'enceinte en situation de perte de la source froide alors que le réacteur est à l'arrêt et le circuit primaire ouvert ;
- la diversification des moyens de surveillance du niveau du réservoir d'alimentation en eau des générateurs de vapeur ;
- la mise en service des pompes des circuits d'injection de sécurité et de l'aspersion de l'enceinte de confinement par une commande sécurisée ;
- la modification de la logique de démarrage du circuit de secours d'alimentation en eau des générateurs de vapeur ;
- la fiabilisation et l'amélioration de la robustesse de l'ébulliomètre ;
- la modification du contrôle commande de la ligne de décharge du circuit de contrôle volumétrique et chimique ;
- l'amélioration de la mise en service du turboalternateur de secours avec la réalimentation de la pompe de test ;
- l'amélioration de l'étanchéité de l'extension de la troisième barrière ;
- la fiabilisation de la fonction de refroidissement par le système de réfrigération à l'arrêt ;
- les modifications liées à la capacité de l'installation à résister aux agressions (incendie, séisme, grand froid, inondation interne et rupture de tuyauterie à haute énergie) ;
- la prise en compte des phénomènes de fatigue vibratoire ;
- la réalisation du revêtement des puisards des systèmes d'injection de sécurité et d'aspersion de l'enceinte.

Toutes ces modifications ont été mises en œuvre sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly lors de la deuxième visite décennale ou lors d'arrêts postérieurs.

Après examen des études réalisées par EDF et des modifications engagées dans le cadre de la réévaluation de sûreté du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, l'ASN considère que le niveau de sûreté de ce réacteur à l'issue de sa deuxième visite décennale est satisfaisant au regard des objectifs qu'elle avait fixés dans le cadre du réexamen périodique.

5. PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'ACCIDENT DE LA CENTRALE NUCLEAIRE DE FUKUSHIMA DAIICHI

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a adopté un ensemble de décisions en date du 5 mai 2011 [7] demandant aux exploitants d'installations nucléaires importantes de procéder à des évaluations complémentaires de sûreté.

Les conclusions de ces évaluations ont fait l'objet d'une position de l'ASN le 3 janvier 2012 [10], qui a elle-même fait l'objet d'un examen par des pairs européens, en avril 2012, dans le cadre des « stress tests » européens (tests de résistance de sûreté).

Sur la base de l'avis des groupes permanents d'experts et des conclusions des stress tests européens, l'ASN a pris un ensemble de décisions en date du 26 juin 2012 [8] demandant à EDF de mettre en place :

- un ensemble d'actions correctives ou d'améliorations, notamment l'acquisition de moyens de communication et de protection radiologique complémentaires, la mise en place d'instrumentations complémentaires, la prise en compte de risques d'agressions internes et externes de manière étendue, le renforcement de la prise en compte des situations d'urgence ;
- une force d'action rapide nucléaire (FARN) permettant, sur la base de moyens mobiles extérieurs au site, d'intervenir sur un site nucléaire en situation pré-accidentelle ou accidentelle ;
- un centre de crise local, permettant de gérer une situation d'urgence sur l'ensemble du site nucléaire en cas d'agression externe extrême ;
- un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant, en cas de situation extrême, à :
 - o prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
 - o limiter les rejets radioactifs massifs ;
 - o permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence.

L'ASN a complété ses demandes par un ensemble de décisions en date du 21 janvier 2014 [9] visant à préciser certaines dispositions de conception du « noyau dur », en particulier, la définition et la justification des niveaux d'agressions naturelles externes extrêmes à retenir pour le « noyau dur ».

Ces demandes sont prises en application de la démarche de défense en profondeur et, à ce titre, portent sur des mesures de prévention et de limitation des conséquences d'un accident, sur la base, à la fois, de moyens fixes complémentaires et de moyens mobiles externes prévus pour l'ensemble des installations d'un site au-delà de leur conception initiale.

Compte tenu de la nature des travaux demandés, il est nécessaire que l'exploitant procède à des études de conception, de construction et d'installation de nouveaux équipements qui nécessitent d'une part, des délais, et d'autre part, une planification pour leur mise en place sur chacune des centrales nucléaires de manière optimale. En effet, dans la mesure où ces travaux importants se déroulent sur des sites nucléaires en fonctionnement, il est aussi nécessaire de veiller à ce que leur réalisation ne dégrade pas la sûreté des centrales nucléaires.

De façon générale, ces demandes de l'ASN s'inscrivent également dans un processus d'amélioration continue de la sûreté au regard des objectifs fixés pour les réacteurs de troisième génération, et visent, en complément, à faire face à des situations très au-delà des situations habituellement retenues pour ce type d'installation.

En 2015, EDF a achevé la mise en place de dispositions temporaires ou mobiles visant à renforcer la gestion des situations de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques. En particulier, des moyens de connexion ont été installés afin qu'en cas de crise il soit possible de connecter des moyens mobiles pour apporter de l'eau. Par ailleurs, la FARN, qui est l'un des principaux moyens de gestion de crise, a été mise en place. Depuis le 31 décembre 2015, les équipes de la FARN ont une capacité d'intervention simultanée sur l'ensemble des réacteurs d'un site en moins de 24 heures. Les dispositions mises en place permettent de répondre aux recommandations issues de l'examen par les pairs européens mené en avril 2012 dans le cadre des stress tests européens.

EDF a par ailleurs engagé la mise en place de certains moyens définitifs de conception et d'organisation robustes vis-à-vis d'agressions extrêmes visant à faire face aux principales situations de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques au-delà des référentiels de sûreté en vigueur et aux accidents avec fusion du cœur.

Les mesures les plus importantes sont :

- la mise en place d'un diesel d'ultime secours (DUS) de grande puissance nécessitant la construction d'un bâtiment dédié. L'ensemble des DUS de la centrale nucléaire de Penly a été mis en service en 2020 ;
- la mise en place d'une source d'eau ultime sur chaque site. Celle de la centrale nucléaire de Penly s'appuie sur la valorisation d'un bassin de stockage déjà existant. EDF prévoit sa mise en service en 2022 ;
- la construction sur chaque site d'un centre de crise local capable de résister à des agressions externes extrêmes (fonctionnellement autonome en situation de crise).

Une inspection ciblée sur la thématique de la prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima s'est déroulée sur la centrale nucléaire de Penly du 28 juin au 1^{er} juillet 2011. Elle a fait l'objet de la lettre de suite en référence [13].

L'ASN a effectué une inspection de récolement destinée à vérifier que les actions correctives définies par EDF, en réponse aux demandes formulées par l'ASN à la suite de l'inspection précitée, avaient effectivement été mises en œuvre. Cette inspection de récolement a fait l'objet de la lettre de suite en référence [14].

Ces lettres de suite d'inspections sont consultables sur le site Internet de l'ASN (www.asn.fr).

6. CONCLUSION SUR LA POURSUITE DE FONCTIONNEMENT

Dans le cadre du deuxième réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, EDF a :

- procédé à des examens de conformité, en examinant en profondeur les situations des installations afin de vérifier qu'elles respectent bien l'ensemble des règles qui leur sont applicables ;
- amélioré le niveau de sûreté du réacteur en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation et de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

EDF a procédé à ce réexamen en deux temps, en réalisant une première phase générique applicable à tous les réacteurs de 1300 MWe puis en établissant des volets spécifiques au réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly.

À la suite de l'instruction de la phase générique du réexamen périodique, l'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 1300 MWe jusqu'à leur troisième réexamen périodique.

L'ASN a également examiné le rapport de conclusion du deuxième réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly et n'a pas relevé d'élément qui serait de nature à modifier les conclusions des études génériques et les dispositions retenues qui en découlent. L'ASN note par ailleurs que les modifications définies lors de la phase générique du deuxième réexamen périodique et destinées à augmenter le niveau de sûreté du réacteur ont été mises en œuvre.

Au regard du bilan du deuxième réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, l'ASN n'a pas d'objection à la poursuite du fonctionnement de ce réacteur au-delà de son deuxième réexamen périodique.

Ces conclusions tiennent compte des enseignements tirés en France du retour d'expérience de l'accident de Fukushima Daiichi, et notamment des décisions de l'ASN en références [8] et [9] faisant suite à l'avis de l'ASN sur les évaluations complémentaires de sûreté des installations nucléaires prioritaires [10].

EDF doit remettre le rapport de conclusion du prochain réexamen périodique du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly au plus tard le 20 novembre 2024.

L'ASN continuera par ailleurs d'exercer un contrôle continu de l'exploitation de la centrale nucléaire de Penly. Conformément à l'article L. 593-22 du code de l'environnement, en cas de risques graves et imminents, l'ASN peut suspendre, si nécessaire, à titre provisoire et conservatoire, le fonctionnement de ce réacteur.