

Fontenay-aux-Roses, le 17 juillet 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00234

Objet : REP - Centrale nucléaire de Gravelines - INB n° 96  
Examen du rapport de conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n° 2 à l'issue de sa troisième visite décennale.

Réf. [1] Saisine ASN - CODEP-LIL-2014-035928 du 13 août 2014.  
[2] Lettre ASN - DEP-PRES-0077-2009 du 1<sup>er</sup> juillet 2009.  
[3] Avis IRSN - DSR/2007-260 du 16 juillet 2007.  
[4] Avis IRSN - DSR/2008-100 du 18 mars 2008.  
[5] Avis IRSN - 2010-00034 du 20 juillet 2010.  
[6] Avis IRSN - 2011-00062 du 10 février 2011.  
[7] Avis IRSN - 2011-00081 du 24 février 2011.  
[8] Avis IRSN - 2011-00394 du 13 septembre 2011.  
[9] Lettre ASN - CODEP-DCN-2012-019695 du 30 mars 2012.  
[10] Décision de l'ASN n° 2012-DC-0318 du 27 septembre 2012.  
[11] Avis IRSN - 2015-00016 du 20 janvier 2015.  
[12] Avis IRSN - 2014-00118 du 20 mars 2014.  
[13] Avis IRSN - 2013-00059 du 15 février 2013.  
[14] Avis IRSN - 2011-00187 du 2 mai 2011.  
[15] Avis IRSN - 2013-00069 du 21 février 2013.  
[16] Avis IRSN - 2014-00112 du 18 mars 2014.  
[17] Avis IRSN - 2014-00436 du 9 décembre 2014.  
[18] Décision ASN - CODEP-LIL-2015-034908 JMD/NL du 27 août 2015.  
[19] Avis IRSN - 2014-00340 du 12 septembre 2014.  
[20] Lettre ASN - CODEP-DCN-2016-007286 du 20 avril 2016.  
[21] Avis IRSN - 2015-00177 du 28 mai 2015.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

Par lettre en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) son avis technique sur les conclusions du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale (VD3) du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines. L'objectif de cette saisine est de permettre à l'ASN de prendre position sur la poursuite d'exploitation du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines. Cette position de l'ASN sera fondée notamment sur l'acceptabilité du réexamen de sûreté et du dossier

d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) de ce réacteur, mis à jour à la suite des contrôles réalisés lors de la VD3.

### **Contexte du réexamen de sûreté du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines**

Le réexamen de sûreté « VD3 » du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines s'inscrit dans le cadre plus général du réexamen de sûreté VD3 de l'ensemble des réacteurs de 900 MWe (VD3 900), répartis entre le palier CP0 (comprenant les six réacteurs des centrales nucléaires de Fessenheim et du Bugey) et le palier CPY (comprenant 28 réacteurs répartis sur sept centrales nucléaires).

Le réexamen VD3 900, mené de 2002 à 2008, a ainsi permis de mener des études génériques aux réacteurs de 900 MWe et de définir les modifications nécessaires pour maintenir ou améliorer leur niveau de sûreté. Le rapport de conclusions du réexamen de sûreté (RCRS) VD3 du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines reprend les conclusions du réexamen VD3 900 complétées par la prise en compte de l'état réel et des spécificités de ce réacteur et de cette centrale nucléaire.

### **Évaluation des aspects génériques du réexamen de sûreté VD3 900**

L'évaluation par l'IRSN des études génériques menées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 900 a été présentée lors de plusieurs réunions du groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR), tenues entre 2003 et 2006.

En outre, certains sujets hors du périmètre du réexamen de sûreté VD3 900 ont fait l'objet d'instructions de l'IRSN dans le cadre de réunions spécifiques des groupes d'experts (réacteurs, équipements sous pression nucléaires), tels que ceux liés au risque de colmatage des puisards de recirculation ou aux équipements sous pression nucléaires.

Lors de la réunion du GPR du 20 novembre 2008 consacrée au « Bilan du réexamen de sûreté VD3 900 », l'IRSN a présenté son évaluation :

- des études réalisées par EDF au regard des objectifs fixés initialement ;
- des modifications envisagées au regard des conclusions de ces études ;
- du nouveau référentiel de sûreté « VD3 900 », issu des résultats d'études et des modifications mises en œuvre, et des exigences associées.

En juillet 2009, l'ASN a fait part à EDF [2] de ses conclusions quant aux aspects génériques du réexamen de sûreté VD3 900, et aux compléments nécessaires, d'ordre générique aux réacteurs de 900 MWe ou spécifique à chaque réacteur, pour pouvoir se prononcer sur la poursuite d'exploitation des réacteurs à l'issue de leur troisième visite décennale. Les demandes ainsi formulées par l'ASN complètent ou précisent les engagements pris par EDF dans le cadre de la réunion du GPR consacrée au bilan du réexamen de sûreté VD3 900. La plupart des demandes de l'ASN et des engagements d'EDF étaient assortis d'échéances réputées compatibles avec les premiers arrêts pour troisième visite décennale des réacteurs concernés. Les actions correspondantes ont vocation à être mentionnées dans le RCRS qu'EDF doit transmettre à l'issue de la VD3 de chaque réacteur de son installation.

Chaque RCRS traite des aspects génériques du réexamen de sûreté VD3 900 et identifie, pour chaque thème traité, les éventuelles spécificités liées au site, ou au réacteur, de nature à modifier les conclusions des études ou les modifications nécessaires sur l'installation concernée.

En outre, chaque RCRS est accompagné :

- par les résultats des contrôles liés à l'examen de conformité des tranches (ECOT), dont le programme, commun aux réacteurs de 900 MWe, a fait l'objet d'une évaluation par l'IRSN en 2007 [3] ;
- le cas échéant, par les résultats des contrôles par sondage, liés au programme d'investigations complémentaires (PIC) qui a fait l'objet d'une évaluation par l'IRSN en 2008 [4] ;
- par le DAPE du réacteur concerné, recensant les actions entreprises par l'exploitant pour assurer la maîtrise du vieillissement de son installation, DAPE dont la structure et le contenu ont fait l'objet d'une évaluation par l'IRSN en 2008 dans le cadre du bilan du réexamen de sûreté VD3 900.

#### Évaluation des compléments transmis par EDF concernant les aspects génériques du réexamen de sûreté VD3 900

Pour ce qui concerne les aspects génériques du réexamen VD3 900, les conclusions de l'IRSN dans le cadre de précédentes évaluations de RCRS ([5] à [8]) restent applicables au RCRS du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines. À cet égard, les recommandations génériques formulées par l'IRSN, à l'occasion des précédentes évaluations de RCRS, ont fait l'objet du courrier adressé à EDF par l'ASN [9].

Toutefois, les études associées au référentiel « criticité » lorsque le combustible est dans le bâtiment réacteur et que la cuve est ouverte nécessitent un complément afin de pallier les incapacités fonctionnelles des chaînes neutroniques niveau source à détecter une dilution incontrôlée d'acide borique en situation de cœur incomplet lorsque le réacteur est en arrêt pour rechargement du combustible. Ce point fait l'objet d'une prescription de l'ASN [10] demandant, sur tous les réacteurs en exploitation, l'installation d'un dispositif redondant, diversifié et indépendant du système de mesure de la concentration en bore existant sur le circuit d'échantillonnage nucléaire. La modification matérielle répondant à cette prescription reste à examiner par l'IRSN.

#### Évaluation du RCRS du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines

Le RCRS du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines a été établi par EDF à l'issue de son arrêt pour troisième visite décennale qui s'est déroulé du 6 avril 2013 au 28 septembre 2013.

L'IRSN a notamment examiné les volets suivants :

- la prise en compte des conclusions des études génériques associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe à l'occasion des VD3 900, les études réalisées et les modifications envisagées ou réalisées ;
- les résultats de l'examen de conformité du réacteur ;
- la maîtrise du vieillissement.

#### La prise en compte des conclusions des études génériques

L'IRSN retient de cet examen que le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines ne présente pas de spécificité au regard des études génériques menées dans le cadre du réexamen VD3 900 et du référentiel d'exigences de sûreté qui en découle. Toutefois, les points spécifiques suivants méritent une attention particulière.

#### Ouvrages et systèmes

Dans le cadre de la résorption de l'écart de conformité affectant la tenue au séisme des galeries du système d'eau brute secourue (SEC), une infiltration d'eau a été constatée après la découpe du béton entre la galerie SEC de la voie B et la station de pompage. À cet égard, l'exploitant s'est engagé à procéder à la pose d'un calfeutrement avec du mastic pour restaurer l'étanchéité de la liaison. L'IRSN souligne que la disponibilité de la source froide doit être

assurée en toutes circonstances, y compris après un séisme. En conséquence, l'IRSN estime ([11] et [12]) que la tenue au mastic d'étanchéité doit être démontrée, celui-ci empêchant l'inondation des galeries et de la station de pompage. Le caractère pérenne de l'aménagement mis en place par l'exploitant, notamment vis-à-vis du vieillissement, devra également être assuré. **Ce point fait l'objet d'un rappel de recommandation en annexe 2.**

Le risque d'inondation sismo-induite par la nappe phréatique est également examiné dans le cadre du réexamen VD4 900, pour vérifier la robustesse des calfeutrements de joints de la protection volumétrique pour le cas de charge identifié. **Ce sujet fait actuellement l'objet d'une instruction de la part de l'IRSN en vue d'une réunion du groupe permanent dédiée aux agressions, prévue au début de l'année 2019.**

#### Risques liés à l'environnement industriel de la centrale de Gravelines

Selon le RCRS, la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives en limite du site de Gravelines obtenue en prenant en compte l'évolution de l'environnement (pour l'ensemble des voies de communication-trafics maritimes, routiers et aériens, des installations industrielles fixes et des canalisations de transport) respecte le seuil probabiliste relatif à l'ensemble des agressions d'origine extérieure mentionné dans la règle fondamentale de sûreté (RFS) 1.2.d. relative à la prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication<sup>1</sup>.

Dans le cadre de la poursuite de fonctionnement du réacteur n° 1 [13], l'IRSN a formulé des réserves sur la pertinence du modèle utilisé par EDF pour calculer la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives associée aux risques liés au trafic maritime. En mars 2017, EDF a présenté une nouvelle estimation reposant sur une nouvelle méthodologie basée sur des connaissances d'experts du domaine maritime. EDF précise que l'application numérique de cette méthodologie n'est à ce jour pas aboutie mais présente tout de même un calcul, basé sur des hypothèses enveloppes, permettant d'obtenir un ordre de grandeur de la probabilité.

Le calcul de la fréquence d'agression de la centrale par collision et par échouement conduit à une probabilité d'agression de la centrale supérieure à l'ordre de grandeur attendu pour une famille de sources d'agression de la RFS 1.2.d. Ainsi, pour l'IRSN, la famille de source d'agression « transport de matières dangereuses » ne peut pas être estimé acceptable sur la seule base des résultats probabilistes. C'est pourquoi, l'IRSN considère qu'EDF devrait analyser de manière déterministe les effets induits par les scénarios accidentels considérés dans l'étude probabiliste. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Concernant spécifiquement les risques liés au nouveau terminal méthanier mis en service début janvier 2017, l'évaluation des risques induits sur la centrale nucléaire de Gravelines a fait notamment l'objet des avis IRSN [14], [15], [16] et [17]. Dans ce dernier, l'IRSN estime que le risque de dégagement inacceptable de substances radioactives résultant de l'envahissement d'une partie de la centrale nucléaire de Gravelines par un nuage inflammable à partir d'une source d'agressions liée au transport ou au stockage de gaz liquéfié est plausible au sens du décret d'autorisation de création (DAC) de la centrale nucléaire de Gravelines. À la suite des avis de l'IRSN, l'ASN a émis une Décision [18] prescrivant à EDF [EDF-GRA-46] de mettre en place des dispositions permettant la mise et le maintien à l'arrêt sûr des réacteurs et le refroidissement du combustible entreposé en piscine de désactivation en situation de perte des alimentations électriques externes consécutive à l'inflammation d'un nuage de gaz naturel dérivant, sur le site de la centrale nucléaire. Ces dispositions doivent permettre de réaliser les fonctions

---

<sup>1</sup> La RFS 1.2.d précise que l'ordre de grandeur de la probabilité maximale pour accepter l'éventualité d'un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est de  $10^{-6}$  par an et par réacteur pour l'ensemble des agressions d'origine externe liées aux activités humaines. Toutefois, la RFS 1.2.d fixe pour chaque famille de source d'agressions (« environnement industriel », « transport de matières dangereuses » et « canalisation de transport ») une probabilité maximale de  $10^{-7}$  par an et par réacteur.

automatiques ainsi que les fonctions et les actions prévues par les procédures de conduite accidentelle nécessaires à la gestion simultanée d'une situation de perte des alimentations électriques externes et d'une situation d'incendie.

Par ailleurs, EDF indique que les pompes SEC, localisées sous le niveau 0 m de la station de pompage, ne sont pas vulnérables aux effets de l'inflammation sur le site d'un nuage de gaz compte tenu que la ventilation des locaux est naturelle. **L'IRSN estime nécessaire qu'EDF justifie que la voie d'air ne serait pas obstruée en cas d'effondrement de la partie supérieure de la station de pompage à la suite de l'onde de surpression générée par l'inflammation du nuage de gaz.**

En cas d'inflammation d'un nuage de gaz, EDF a identifié une fragilité des flexibles et manchons compensateurs en élastomère sur les circuits de refroidissement des groupes électrogène de secours ainsi que des courroies d'entraînement de leurs ventilateurs. Pour l'ensemble des groupes électrogène de secours des réacteurs, EDF a donc mis en place des protections thermiques et a remplacé les courroies des ventilateurs afin d'améliorer leur tenue au feu. **Compte tenu que les protections peuvent se dégrader dans le temps, l'IRSN considère qu'EDF doit mettre en place un programme de maintenance préventive sur ces dernières.**

**Ces deux derniers points amènent l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 en annexe 1.**

Enfin, l'analyse de l'IRSN [19] des risques associés à la présence du centre de stockage d'hydrocarbures de l'apportement pétrolier des Flandres (APF) a porté sur l'impact des flux thermiques sur les bâtiments de la centrale nucléaire de Gravelines, l'impact des flux thermiques sur les lignes à haute tension (400 kV) à la suite d'un feu de nappe et le risque de perte de la source froide à la suite d'un colmatage par des hydrocarbures déversés. Vis-à-vis de l'impact des effets thermiques sur les bâtiments et ouvrages, l'IRSN estime que, en cas d'incendie d'une nappe recouvrant le canal d'amenée, les cibles situées à proximité de la berge pourraient être directement impactées par les flammes, notamment la station de pompage. Vis-à-vis des effets colmatants liés à l'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures en station de pompage, l'IRSN considère que l'absence de risque de perte de la source froide lié à l'aspiration d'hydrocarbures dans le canal d'amenée n'est pas suffisamment démontrée, ce qui a fait l'objet de deux recommandations dans l'avis en référence [19] rappelées en annexe 2.

#### *Modifications issues du réexamen de sûreté VD3 900*

L'IRSN souligne que certaines modifications matérielles destinées à mettre l'installation en conformité avec le nouveau référentiel d'exigence de sûreté « VD3 900 » défini par EDF restent encore à effectuer. Notamment, le réexamen de sûreté VD3 900 a conduit à revoir des exigences de sûreté prescrites dans les règles générales d'exploitation (RGE), tant en exploitation normale dans les chapitres III, IX et X que dans la maîtrise des situations accidentelles au travers du chapitre VI. Ces évolutions, incluses dans le palier technique documentaire (PTD) n° 3 sur le palier CPY, ne sont pas encore mises en œuvre sur le site de Gravelines, ce qui ne permet de bénéficier de l'ensemble des améliorations de sûreté nécessaires. **L'IRSN considère qu'EDF doit mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre au plus tôt les objectifs fixés par le référentiel VD3 900.**

#### Les résultats de l'examen de conformité du réacteur (ECOT)

Concernant la conformité de l'état de l'installation à son référentiel d'exigences de sûreté en vigueur avant passage au référentiel VD3, l'IRSN considère que l'objectif est globalement atteint pour le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines, compte tenu des contrôles menés dans le cadre de l'ECOT VD3 et des traitements d'écarts réalisés ou engagés par EDF. **Toutefois, concernant certains thèmes programmés au titre de l'ECOT VD3, l'IRSN attire l'attention sur les points suivants de nature à compléter les programmes de suivi en exploitation et de maintenance.**

## *Génie civil*

La nocivité et l'échéance de traitement de certains défauts de la paroi moulée<sup>2</sup>, ainsi que les investigations et défauts de ses tirants d'ancrage devront être précisées. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

La qualité des remblais, mis en place autour des parties enterrées des ouvrages, est très inégale. Compte tenu du mauvais compactage initial de ces remblais, de nombreux désordres ont ainsi été constatés dans la zone située entre le canal d'aménée de la source froide et les îlots nucléaires, certains d'entre eux étant apparus dès la mise en service des réacteurs. À la suite d'une aggravation de ces désordres, constatée en particulier sur les réacteurs n° 3 et 4 entre 1993 et 1994, l'exploitant a procédé, au traitement des assises des galeries techniques par injection de coulis à base de ciment surmoulu. D'après l'exploitant, de nouveaux désordres peuvent réapparaître à tout moment. En effet, la surveillance régulière des fluctuations de la nappe phréatique à l'intérieur des enceintes géotechniques<sup>3</sup> n'est pas suffisante pour se prémunir de ce risque. De manière générale, les mécanismes de vieillissement des galeries SEC sont traités au travers de Fiches d'analyse du vieillissement (FAV). Cependant le seul mode d'endommagement envisagé par EDF dans une FAV est la corrosion de l'âme-tôle pouvant conduire à des percements. Pour l'IRSN, la maîtrise du vieillissement repose sur un recensement exhaustif des désordres affectant les matériels relevant de FAV. Ainsi, le corpus de FAV traitant des mécanismes de vieillissement des galeries SEC devrait être complété afin de tenir compte de l'ensemble des désordres détectés entre le canal d'aménée et les îlots nucléaires. **Ce point fait l'objet d'une observation en annexe 3.**

### *Tube de transfert du combustible entre les piscines des bâtiments réacteur et combustible*

L'étude d'EDF de synthèse relative aux **tassements différentiels** entre le BR et le BK subis par le tube de transfert sur les différents réacteurs de 900 MWe n'est pas suffisante pour garantir la tenue du tube de transfert sur les réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines. En effet, le séisme majoré de sécurité (SMS) réévalué en VD3 sur le site de Gravelines dépasse le séisme de dimensionnement (SDD) sur une plage de fréquences. De plus, les fréquences propres<sup>4</sup> du tube de transfert à prendre en compte dans cette étude sont comprises dans cette plage, ce qui peut avoir un caractère aggravant. Enfin, dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté, l'IRSN a recommandé que les évaluations théoriques d'EDF sur la tenue des tubes de transfert en cas de séisme soient confrontées à leur état réel et estimé nécessaire qu'EDF définisse un programme de contrôle de la conformité des éléments sensibles et des tolérances géométriques qui assurent l'intégrité et la résistance mécanique du tube et de ses équipements, notamment sous séisme. L'ASN a repris cette recommandation dans le cadre des orientations génériques du réexamen VD4 900 [20]. **En complément et pour prendre en compte le fait que le SMS dépasse le SDD sur une plage de fréquences sur le site de Gravelines, ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe 1.**

Par ailleurs, la vérification de la tenue sous séisme du tube de transfert a conduit au remplacement des manchettes élastomères d'origine, du côté du bâtiment de stockage du combustible, par des manchettes dites « de nouvelle

<sup>2</sup> La paroi moulée de la centrale nucléaire de Gravelines constitue l'ouvrage de soutènement séparant la plate-forme du canal d'aménée. Cet ouvrage, classé EIPS, est ancré dans le sol par des tirants actifs, nécessaires à la stabilité de l'ouvrage.

<sup>3</sup> Chaque paire de réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines est entourée d'une enceinte géotechnique étanche traversant des couches sableuses d'une trentaine de mètres d'épaisseur, reposant sur une formation tertiaire principalement constituée d'argile (argiles des Flandres). Sur le côté longeant le canal d'aménée, plusieurs tronçons formés d'une paroi moulée en béton armé à contreforts, d'une épaisseur de 0,5 m d'épaisseur, prolongés par un écran bentonite-ciment ancré dans la formation argileuse, sont adossés aux stations de pompage. À la jonction entre parois moulées et station de pompage, le raccordement et l'étanchéité sont assurés par une palplanche et un joint water-stop noyés dans le béton. Les jonctions entre les différentes parties de cet ouvrage peuvent donner lieu à des inétanchéités qui constituent autant de lieux privilégiés de communication potentielle entre l'intérieur des enceintes et le canal d'aménée.

<sup>4</sup> La fréquence propre d'un système est la fréquence à laquelle oscille ce système lorsqu'il est en évolution libre, c'est-à-dire sans force excitatrice extérieure ni forces dissipatives (frottements ou résistances par exemple).

génération ». L'IRSN signale que le retour d'expérience de cette modification met en exergue plusieurs déchirures ou défauts d'étanchéité de manchettes à la suite de leur remplacement en VD3 (par exemple en 2016 pour le réacteur n°3 de la centrale nucléaire de Gravelines). **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe 1.**

#### *Ancrages*

Les contrôles réalisés dans le cadre de l'ECOT VD3 sur les ancrages de matériels au génie civil du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines, ont mis en évidence de nombreux défauts ayant nécessité une réparation. En outre, d'autres écarts ont été identifiés hors du périmètre de ces contrôles, sur l'ensemble des réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines. En conséquence, l'IRSN estime que l'état des ancrages des matériels du réacteur n° 2 nécessite d'étendre le périmètre des contrôles des ancrages de l'ECOT VD3. **L'IRSN considère que la recommandation n° 3 [21], émise dans le cadre de l'évaluation du RCRS relative au réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Gravelines, est applicable dans son principe au réacteur n° 2 et rappelle la recommandation en annexe 2.**

#### *Séisme-événement*

Les contrôles réalisés dans le cadre de l'ECOT n'ont pas permis à l'exploitant d'identifier l'ensemble des couples « agresseurs/cibles » potentiels en cas de séisme (démarche de sûreté dite « séisme événement<sup>5</sup> »). En effet, dans le cadre de l'écart de conformité générique déclaré par EDF en 2016 relatif sur ce sujet, l'exploitant de la centrale nucléaire de Gravelines a identifié 16 couples agresseur/cible non-justifiés pour le réacteur n° 2. La découverte a posteriori de cet écart générique met en exergue l'incomplétude des contrôles menés sur les sites dans le cadre de l'ECOT. Cet écart de conformité a notamment fait l'objet d'avis sur ses aspects génériques et lors des évaluations par l'IRSN des programmes des travaux et des contrôles prévus lors des arrêts pour rechargement du combustible des réacteurs de Gravelines.

#### La maîtrise du vieillissement

L'appropriation du processus de gestion et de maîtrise du vieillissement par l'exploitant de la centrale nucléaire de Gravelines lors de l'élaboration du DAPE du réacteur n° 2, sur la base du retour d'expérience local intégrant les résultats de contrôles pratiqués dans le cadre des programmes de maintenance nationaux ou locaux, est globalement acceptable.

Cependant, sur plusieurs réacteurs de Gravelines (dont le réacteur n° 2), EDF a détecté, des fuites localisées sur différents compartiments des piscines du bâtiment réacteur (BR) liées à la détérioration du revêtement en acier inoxydable de ces piscines. Compte tenu du fait que le vieillissement du liner de la piscine du BR du réacteur n° 2 n'est pas abordé dans le DAPE du réacteur n° 2, l'IRSN considère que l'exploitant de la centrale nucléaire de Gravelines doit proposer un programme d'actions permettant de maîtriser le vieillissement du revêtement en acier inoxydable des piscines BR. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe 1.**

---

<sup>5</sup> Le risque « séisme événement » est le risque d'agression d'un EIP requis au séisme (matériel cible) par un autre équipement non requis au séisme (agresseur).

## Conclusion

Au terme de son examen des études génériques réalisées par EDF et des modifications envisagées ou entreprises dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la VD3 des réacteurs du palier 900 MWe, l'IRSN a jugé satisfaisant le référentiel des exigences de sûreté applicable à ce palier à l'issue des VD3 au regard des objectifs fixés pour ce réexamen.

Sous réserve des vérifications nécessaires relatives aux risques liés aux voies de communication, à la fissuration d'une dalle en station de pompage, à certains défauts de la paroi moulée, au vieillissement du revêtement des piscines du bâtiment du réacteur et aux réactions de gonflement interne du béton de type réaction sulfatique interne et alcali-granulat sur certains ouvrages, objets des recommandations n° 1 à 6 de l'annexe 1, ainsi que des recommandations d'avis antérieurs rappelées en annexe 2, l'IRSN estime qu'aucune autre particularité propre au réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines n'est de nature à remettre en cause les conclusions des études génériques et les dispositions retenues qui en découlent. En particulier, les conditions dans lesquelles ce réacteur a redémarré, à l'issue de son arrêt pour VD3, apparaissent satisfaisantes, notamment au vu des résultats des essais réalisés.

Toutefois, certaines modifications destinées à mettre l'installation en conformité avec le nouveau référentiel d'exigence de sûreté « VD3 900 » restent encore à effectuer, ce qui ne permet de bénéficier de l'ensemble des améliorations de sûreté nécessaires. Notamment, les exigences de sûreté portées par la révision des RGE à l'issue du réexamen ne sont pas encore mises en œuvre sur le site de Gravelines. À cet égard, l'IRSN considère qu'EDF doit mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre au plus tôt la totalité des objectifs de sûreté fixés par le référentiel VD3 900.

Enfin, l'IRSN souligne que les études associées aux évaluations complémentaires de sûreté, menées à la suite de l'accident de Fukushima, ont conduit l'ASN à prescrire l'étude et la mise en œuvre de nouvelles améliorations de sûreté, en complément du réexamen de sûreté VD3 900.

Pour le Directeur général de l'IRSN et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2017-00234 du 17 juillet 2017

Recommandations

Risques liés à l'environnement industriel de la centrale nucléaire de Gravelines

**Recommandation n° 1:**

L'IRSN recommande qu'EDF évalue, de manière déterministe, les conséquences sur la sûreté de la centrale nucléaire de Gravelines des effets des phénomènes dangereux résultant d'un accident du transport maritime de matières dangereuses. En cas de conséquences sur la sûreté, EDF devra définir et mettre en œuvre les dispositions nécessaires permettant de maîtriser ces risques.

**Recommandation n° 2:**

Concernant les risques induits par l'exploitation du terminal méthanier, l'IRSN recommande qu'EDF :

- justifie que la prise d'air, permettant la réfrigération des pompes SEC, ne serait pas obstruée, en cas d'effondrement de la partie supérieure de la station de pompage, à la suite de l'onde de surpression générée par l'inflammation d'un nuage de gaz ;
- mette en place un programme de maintenance préventive sur les protections thermiques des groupes électrogènes de secours.

Les résultats de l'examen de conformité du réacteur

**Recommandation n° 3:**

Concernant les défauts constatés au niveau de la paroi moulée, l'IRSN recommande qu'EDF :

- définisse une échéance de mise en œuvre de l'injection des sols en fonction notamment de la tenue dans le temps des réparations provisoires réalisées au niveau des fontis en arrière de la paroi moulée ;
- analyse annuellement le comportement structurel des parois moulées sur la base notamment des mesures topographiques et inclinométriques. Le cas échéant, EDF devra proposer des actions correctives, qui devront être mises en œuvre selon un échéancier conforme aux enjeux de sûreté ;
- étende les mesures de tension à un échantillonnage plus large de tirants ;
- analyse la nocivité des défauts au niveau de la protection des têtes de tirants et définisse une échéance de réalisation des travaux.

**Recommandation n° 4:**

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure de la tenue des tubes de transfert et de leurs équipements de raccordement aux peaux métalliques d'étanchéité des piscines pour les réacteurs de Gravelines au SMS réévalué lors des troisièmes visites décennales. Cette évaluation devra prendre en compte les résultats de l'examen de conformité des tubes de transfert demandé par l'ASN.

**Recommandation n° 5:**

L'IRSN recommande qu'EDF réévalue la qualification des manchettes élastomères du tube de transfert remplacées dans le cadre des VD3 900 et réexamine l'adéquation du programme de maintenance réalisé sur ces manchettes au regard des anomalies récemment détectées sur cet équipement.

La maîtrise du vieillissement

**Recommandation n° 6:**

L'IRSN recommande qu'EDF crée une fiche d'analyse du vieillissement relative à la perte d'étanchéité du revêtement de la piscine du bâtiment réacteur, du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines.

**Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00234 du 17 juillet 2017**  
**Rappels de recommandations issues d'avis antérieurs de l'IRSN**

Ouvrages et systèmes

**Rappel de la recommandation n° 3 de l'avis IRSN/2014-00118 du 20 mars 2014 et de la recommandation n° 2 de l'avis IRSN/2015-00016 du 20 janvier 2015 :**

L'IRSN recommande qu'EDF définisse les dispositions mises en œuvre permettant de garantir la disponibilité de la station de pompage et des galeries associées en cas de séisme vis-à-vis des risques d'inondation provenant du jeu restauré à l'interface de ces ouvrages. L'IRSN recommande également qu'EDF s'assure du caractère pérenne de la solution mise en place, notamment vis-à-vis du vieillissement.

Risques liés à l'environnement industriel de la centrale de Gravelines

**Rappel de la recommandation n° 1 de l'avis IRSN/2014-00340 du 12 septembre 2014 :**

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure que les dispositions prises en cas d'incendie d'une nappe de gazole au niveau du canal d'amenée permettent de protéger les cibles situées à proximité de la berge (dont la station de pompage et les bâches SEK, KER et TER).

**Rappel de la recommandation n° 2 de l'avis IRSN/2014-00340 du 12 septembre 2014 :**

EDF a évalué le déversement d'hydrocarbures issus de l'APF en distinguant notamment deux zones, une se déversant directement dans le canal d'amenée (zone H) et une autre se déversant dans l'avant-port ouest de Dunkerque (zone G). Si l'IRSN estime que l'évaluation effectuée par EDF pour la zone H est conservatrice, l'absence de déversement d'hydrocarbures issus de la zone G n'est pas suffisamment justifiée.

En conséquence, l'IRSN recommande que :

- soit EDF justifie que la quantité d'hydrocarbures se déversant simultanément des zones G et H ne conduit pas à une concentration en hydrocarbures dans le canal d'amenée significativement supérieure à 1 %. Pour cela, EDF devra justifier l'efficacité du barrage flottant et des masques écrémeurs vis-à-vis des hydrocarbures issus de la zone G et pouvant se déverser dans l'avant-port ouest de Dunkerque. Cette justification devra porter notamment sur les exigences de sûreté associées à ces dispositifs ainsi que sur la vérification que les pompes CRF pourront être arrêtées avant l'arrivée des hydrocarbures ;
- soit EDF effectue de nouveaux essais sur les échangeurs permettant de démontrer l'absence de risque lié à une concentration en hydrocarbures dans le canal d'amenée enveloppant le scénario le plus pénalisant qui aura été défini (déversement des zones H et G) ;
- soit EDF mette en place des dispositions permettant de se prémunir du risque lié à la propagation d'hydrocarbures vers la station de pompage en cas d'incident sur le site de l'APF et définisse des exigences de sûreté adaptées pour les dispositions de protection valorisées dans la démonstration.

Les résultats de l'examen de conformité du réacteur

**Rappel de la recommandation n° 3 de l'avis IRSN - 2015-00177 du 28 mai 2015**

Au vu des nombreux écarts ayant dû faire l'objet d'une remise en conformité, l'IRSN recommande qu'EDF étende le périmètre des contrôles des ancrages de l'ECOT VD3.

**Annexe 3 à l'Avis IRSN/2017-00234 du 17 juillet 2017**

**Observation**

L'IRSN estime que la fiche d'analyse du vieillissement (FAV) des galeries du circuit d'eau brute secourue en béton à âme tôle devrait être modifiée afin que celle-ci tienne compte de l'ensemble des désordres détectés entre le canal d'amenée et les îlots nucléaires, pouvant avoir un impact sur ces galeries.