

Fontenay-aux-Roses, le 17 juin 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2013-00225

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF

Instruction des études associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe après 30 années de fonctionnement (VD3-1300)

Suffisance des études de sûreté et des modifications relatives au thème AGR22
« dérive de nappes d'hydrocarbures »

Réf. : Saisine CODEP-DCN-2012-049578 du 17 septembre 2012

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (VD3-1300), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a souhaité par sa lettre en référence recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur :

- la pertinence et la suffisance des études menées par Electricité de France (EDF) concernant le thème « dérive d'une nappe d'hydrocarbures » ;
- la suffisance des dispositions envisagées par EDF dans le cadre de ce thème de réexamen.

L'objectif de ces études relatives à l'agression « hydrocarbures », non prise en compte à la conception des centrales, est de s'assurer du maintien de l'alimentation en eau brute des pompes du système de refroidissement de sûreté (système SEC d'eau brute secourue) et du fonctionnement des échangeurs entre le SEC et le circuit RRI de refroidissement intermédiaire, en cas de présence de nappe d'hydrocarbures à proximité de la prise d'eau de la centrale.

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

Ces études ont été réalisées par EDF dans le prolongement de celles déjà effectuées dans le cadre du réexamen associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe (VD3-900). Pour le réexamen VD3-1300, EDF a présenté :

- une synthèse des études et des essais réalisés sur l'agression « hydrocarbures » ;
- une justification de la transposabilité aux réacteurs de 1300 MWe des résultats déjà obtenus sur les réacteurs de 900 MWe ;
- la doctrine d'exploitation des centrales vis-à-vis de cette agression ;
- une évaluation actualisée depuis le réexamen VD3-900 de la probabilité d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures.

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

L'IRSN relève que, dans le dossier transmis par EDF pour le réexamen VD3-1300, EDF a apporté des éléments pour répondre aux demandes que l'ASN avait formulées, suite à l'analyse par l'IRSN, au sujet des précédentes études réalisées pour le réexamen VD3-900. Pour rappel, l'ASN avait demandé à EDF :

- de préciser les modalités de prévisions de dérive des nappes d'hydrocarbures afin d'assurer un délai d'alerte suffisant pour anticiper les actions nécessaires ;
- de justifier que l'instrumentation utilisée pour la surveillance de la source froide et le suivi de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC reste disponible en présence d'hydrocarbures et d'évaluer l'efficacité des moyens de nettoyage associés ;
- d'évaluer la probabilité conditionnelle de fusion du cœur en cas d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures, en prenant en compte le délai de restauration de la fonction « refroidissement » ;
- d'examiner la mise en place sur les sites fluviaux de dispositifs de type « barrage flottant », tels qu'il en existe sur les sites en bord de mer.

Sur la base des études et essais constituant le dossier relatif à l'agression « hydrocarbures », EDF conclut à la robustesse des sources froides et à la suffisance des dispositions de protection existantes ou prévues pour faire face à cette agression. En particulier, EDF a prévu :

- de mettre en place des barrages flottants mobiles sur les sites de Flamanville (en 2014), Paluel (en 2013), Penly (en 2016) et Saint-Alban (initialement, en 2011¹) ;
- d'élaborer (initialement, en 2011²) des consignes d'exploitation spécifiques à chaque site en bord de fleuve concerné par l'agression « hydrocarbures », soit Cattenom et Saint-Alban sur le palier 1300 MWe (décision faisant suite à la « revue Source Froide » d'EDF menée début 2011).

Dans le cadre du réexamen VD3-1300, EDF n'estime pas nécessaire de mettre en place de nouvelles dispositions de protection spécifiques au risque « hydrocarbures ». Toutefois, il prévoit de manière générale d'intégrer aux règles générales d'exploitation un chapitre relatif aux agressions. En outre, la réévaluation du risque « hydrocarbures » sera intégrée aux rapports de sûreté de site.

Afin de définir la pertinence et la suffisance des études menées et des modifications envisagées par EDF pour les réacteurs de 1300 MWe, l'IRSN a analysé :

- la pertinence des éléments fournis par EDF concernant la caractérisation de l'agresseur « hydrocarbures » et son impact sur les équipements en station de pompage ;
- les évaluations probabilistes réalisées par EDF pour apprécier le risque encouru sur les sites ;
- la suffisance des dispositions organisationnelles et matérielles en place ou prévues par EDF sur les sites des réacteurs de 1300 MWe vis-à-vis de l'agression « hydrocarbures ».

D'une manière générale, l'IRSN relève que la démarche présentée par EDF est globalement acceptable. Des points, développés ci-après, restent toutefois à approfondir ou à améliorer.

¹ Non réalisé à ce jour

² Non réalisé à ce jour

Caractérisation de l'agression « dérive de nappes d'hydrocarbures » et impact sur les équipements en station de pompage

L'enjeu de sûreté étant d'éviter que les systèmes de refroidissement de sûreté RRI/SEC puissent être dégradés, voire rendus indisponibles, l'étude du risque « hydrocarbures » porte d'une part sur le risque de passage des hydrocarbures au travers des éléments filtrants et d'encrassement des échangeurs RRI/SEC, d'autre part sur le risque de colmatage des éléments filtrants.

A partir des études et des essais qu'il a réalisés sur ces aspects, EDF conclut que les éléments filtrants peuvent retenir les hydrocarbures jusqu'à une perte de charge de plusieurs dizaines de centimètres de colonne d'eau sans présenter de risque de colmatage, et que les échangeurs RRI/SEC, même en cas d'encrassement par des hydrocarbures, peuvent retrouver rapidement leur capacité d'échange nominale grâce aux systèmes de nettoyage.

L'IRSN souligne que les études et les essais réalisés par EDF apportent une meilleure compréhension du comportement des hydrocarbures sur les équipements de la source froide. Les résultats obtenus sont rassurants vis-à-vis de la capacité des équipements de la source froide à assurer leur mission de sûreté en présence d'hydrocarbures.

Toutefois, l'IRSN estime que des compléments sont nécessaires de la part d'EDF afin de justifier que les hypothèses retenues par EDF dans ses études et ses essais et relatives à la caractérisation de l'agression (type et volume d'hydrocarbures relâché, épaisseur de la nappe) ainsi qu'aux caractéristiques des équipements de la source froide (débit traversant les échangeurs, matériaux...) sont bien enveloppes pour tous les sites. Ce point fait l'objet de l'observation n°1 en annexe.

De plus, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF démontre que les moyens de nettoyage des échangeurs RRI-SEC, en cas d'encrassement par des hydrocarbures, sont suffisants pour maintenir la fonction de sûreté « refroidissement ». Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 en annexe.

Evaluations probabilistes

Les évaluations probabilistes permettant d'apprécier les risques liés aux dérives de nappes d'hydrocarbures concernent :

- la fréquence d'arrivée d'une nappe au droit du site : elle permet d'identifier les sites les plus vulnérables à cette agression ;
- la probabilité de fusion du cœur induite par une telle dérive de nappe : elle permet d'apprécier la robustesse des sites face à cette agression.

Ces éléments ont été fournis par EDF et reposent sur des appréciations ou des évaluations plus détaillées suivant les sites.

Fréquence d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit d'un site :

Cette fréquence a fait l'objet d'une évaluation détaillée de la part d'EDF pour les sites en bord de mer (fréquence annuelle estimée entre 10^{-4} et 2.10^{-3} /réacteur suivant les sites) ainsi que pour le site de Saint-Alban, seul site fluvial jugé par EDF vulnérable au risque « hydrocarbures » (7.10^{-6} /réacteur). Pour les autres sites fluviaux, EDF considère cette fréquence négligeable compte tenu des données du trafic fluvial.

Concernant les sites de bord de mer, l'IRSN estime que la fréquence des accidents maritimes conduisant à un relâchement d'hydrocarbures de plus de 500 m³, en cas de conditions météorologiques dégradées (tempête notamment), n'a pas été correctement calculée par EDF. Sur ce point, l'IRSN prend note qu'EDF prévoit, dans le cadre de l'édition VD3 du rapport de sûreté standard du palier 1300 MWe, de réévaluer cette fréquence.

Pour les sites fluviaux, l'IRSN convient que le site de Saint-Alban est le plus concerné par le risque « hydrocarbures » sur le palier 1300 MWe. Toutefois, l'IRSN estime que les fréquences d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit de chaque site fluvial devront être vérifiées par EDF en considérant toutes les sources potentielles de pollution par des hydrocarbures. Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe.

Probabilité de fusion du cœur :

L'IRSN constate qu'EDF s'est appuyé sur les probabilités conditionnelles de fusion du cœur calculées pour l'initiateur « perte de la source froide » dans son Etude Probabiliste de Sûreté (EPS) de niveau 1 réalisée pour les « événements internes ». L'IRSN considère que cette EPS n'est pas adaptée dans le cas où l'initiateur est causé par une agression, telle qu'une arrivée de nappe d'hydrocarbures. En effet, une telle agression peut affecter le refroidissement de l'ensemble des réacteurs du site ainsi que des piscines (hypothèse non prise en compte dans l'EPS 1 « événements internes »). En outre, une évaluation étayée du délai de récupération de la source froide suite à une perte causée par des hydrocarbures est nécessaire pour adapter la modélisation des séquences accidentelles induites et évaluer la probabilité conditionnelle de fusion correspondante, qui dépend fortement de ce délai.

L'IRSN estime ainsi qu'une évaluation de la probabilité conditionnelle de fusion du cœur suite à une arrivée de nappe d'hydrocarbures doit être réalisée sur tous les sites des réacteurs de 1300 MWe dans le cadre du réexamen VD3-1300. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.

Dispositions de protection (organisationnelles, matérielles)

Concernant les dispositions organisationnelles, l'IRSN note que les sites identifiés vulnérables au risque « hydrocarbures » disposent d'une doctrine d'exploitation fondée sur un système d'alerte (comportant plusieurs phases graduelles : vigilance, pré-alerte, alerte) et des conventions entre ces sites et les Pouvoirs publics ou d'autres organismes.

Toutefois, l'IRSN a identifié lors de son analyse des points à améliorer dans les procédures et les systèmes d'alerte utilisés sur les sites. EDF a indiqué que ces améliorations seraient apportées, pour les sites concernés, dans le cadre de la doctrine « Gestion des aléas climatiques prédictibles et aléas prédictibles assimilés » et de règles particulières de conduite « Source Froide » qui seront créées. Ces améliorations concernent :

- la définition des états de repli des tranches en phase d'alerte ;
- des rondes de surveillance supplémentaires de la station de pompage à organiser dès l'entrée en phase de vigilance et renforcées dans les phases de pré-alerte et d'alerte ;
- la vérification de la disponibilité des matériels de protection contre les hydrocarbures (barrages flottants mobiles, pontons...) dès la phase de vigilance ;
- les programmes de formation du personnel.

Concernant les dispositions matérielles, EDF prévoit, sur les sites du palier 1300 MWe considérés comme vulnérables à l'agression « hydrocarbures » (Flamanville, Penly, Paluel et Saint-Alban), la mise à disposition de barrages mobiles (modifications qui seront effectives entre 2013 et 2016) en complément des dispositions à demeure (pontons flottants, dromes flottantes).

L'IRSN estime satisfaisante la mise à disposition de barrages mobiles sur les sites de Flamanville, Penly, Paluel et Saint-Alban et note que des modifications de génie civil (ancrages) seront mises en œuvre pour permettre l'installation de ces barrages. L'IRSN estime qu'EDF doit de plus s'assurer de la compatibilité du délai nécessaire à la mise en place de ces moyens mobiles avec le temps d'arrivée de la nappe d'hydrocarbures. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 en annexe.**

Dans le cadre du réexamen VD3-1300, EDF n'envisage aucune modification matérielle supplémentaire spécifique au risque « hydrocarbures ».

Sur la base des études transmises par EDF sur le risque « hydrocarbures » (essais, évaluations probabilistes), l'IRSN n'identifie pas de besoin de nouvelles dispositions matérielles, sous réserve des compléments demandés dans la recommandation n°2 en annexe.

En revanche, afin d'assurer l'efficacité des dispositions mises en œuvre à l'égard du risque « hydrocarbures », l'IRSN estime que ces dispositions « hydrocarbures » doivent faire l'objet d'exigences adaptées à leur rôle pour la sûreté (en termes de classement de sûreté, de maintenance, de vérification de leur disponibilité et de leur opérabilité). De plus, les dispositions matérielles installées à demeure pouvant constituer des agresseurs de la source froide de sûreté, leur tenue au séisme et aux vents extrêmes doit être vérifiée. **Ces points font l'objet de la recommandation n°4 en annexe.**

Conclusion

L'IRSN constate des avancées importantes dans le traitement par EDF des risques liés aux « hydrocarbures », notamment dans la compréhension de l'impact de la présence d'hydrocarbures en station de pompage, grâce à l'ensemble des études et essais initiés dans le cadre du réexamen VD3-900 et poursuivies pour le réexamen VD3-1300. L'IRSN considère que ces études doivent encore être approfondies sur certains points, notamment concernant la représentativité des essais réalisés vis-à-vis de l'ensemble des sites concernés par cette agression.

Concernant le traitement de ces risques dans le cadre du thème AGR22 « dérives de nappes d'hydrocarbures » du réexamen VD3-1300, l'IRSN considère que les études menées par EDF et les modifications déjà prévues par ailleurs sont suffisantes, sous réserve de la prise en compte par EDF des recommandations formulées en annexe.

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

F. MENAGE

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF démontre que l'efficacité des moyens de nettoyage d'échangeurs encrassés sur une file permet de retrouver leur disponibilité dans un délai inférieur à la durée d'encrassement des échangeurs de l'autre file.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF évalue, dans le cadre du réexamen VD3-1300, le risque de fusion du cœur induit par l'arrivée de nappes d'hydrocarbures :

- sur le site de Saint-Alban ;
- sur les sites des réacteurs de 1300 MWe situés en bord de mer.

Ces évaluations doivent prendre en compte l'impact des hydrocarbures sur les équipements intervenant dans la fonction de refroidissement de l'ensemble des réacteurs et des piscines de combustible du site, ainsi que sur les délais de récupération de cette fonction lorsqu'elle est perdue.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF justifie, dans le cadre du réexamen VD3-1300, que le délai de mise en place des barrages mobiles est compatible avec le délai d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit du site.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que, pour les dispositions matérielles nécessaires pour protéger la fonction de sûreté « refroidissement » d'une dérive de nappe d'hydrocarbures :

- ces équipements soient au moins IPS-NC avec une exigence de vérification de leur disponibilité au titre des Règles générales d'exploitation ;
- dans le cas des dispositions matérielles installées à demeure, leur tenue au séisme et aux vents extrêmes soit vérifiée, afin de s'assurer qu'ils ne constituent pas des agresseurs de la source froide et qu'ils ne sont pas susceptibles d'entraver le transit de l'eau dans la station de pompage ;
- une maintenance soit définie dans les programmes de base de maintenance préventive (PBMP).

Observations

L'IRSN mentionne que les compléments demandés dans les deux observations qui suivent ne sont pas un préalable à la poursuite de l'exploitation des réacteurs de 1300 MWe.

Observation n° 1

L'IRSN estime que, pour garantir le maintien de la fonction de sûreté « refroidissement » et l'innocuité des hydrocarbures sur l'ensemble des sources froides, l'IRSN estime que des compléments sont nécessaires de la part d'EDF afin de justifier que :

- les hypothèses retenues par EDF dans ses études et ses essais concernant la caractérisation de l'agression (type et volume d'hydrocarbures relâchés, épaisseur de la nappe...) sont bien enveloppes pour tous les sites. A cet effet, les différences d'hypothèses retenues actuellement entre les sites de bord de mer et ceux en bord de rivière devront être justifiées ;
- les hypothèses retenues par EDF dans ses études et ses essais concernant les caractéristiques des équipements de la source froide couvrent les spécificités des sites (types d'échangeurs, débits traversant les échangeurs, matériaux utilisés...).

Observation n° 2 :

Afin de conforter l'évaluation de la fréquence d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit des sites fluviaux, l'IRSN estime qu'EDF devra examiner l'ensemble des sources potentielles de pollution par des hydrocarbures pour ces sites : industries environnantes, oléoducs, modes de transport routier et ferroviaire, en traitant le cas d'un accident sur un pont enjambant le cours d'eau en amont des industries environnantes.