



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 9 décembre 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-055090**Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX****Objet : Réacteurs électronucléaires – EDF
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Agression de la source froide par une nappe dérivante d'hydrocarbures****Réf. : Lettre ASN CODEP-DCN-040468 du 24 octobre 2014 relative à l'examen du retour d'expérience des années 2009-2011**

Monsieur le Directeur,

Le programme d'instruction des études du réexamen de sûreté des réacteurs du palier 1300 MWe associé à leur troisième visite décennale (VD3 1300) inclut la capacité des centrales nucléaires à faire face à une agression de leur source froide par une nappe dérivante d'hydrocarbures.

En effet, l'arrivée au niveau des stations de pompage d'une centrale nucléaire d'une nappe dérivante d'hydrocarbures est susceptible de conduire à une situation de perte de la source froide (situation H1) :

- soit en colmatant les moyens de filtration de la station de pompage, entraînant ainsi une alimentation en eau insuffisante des pompes du système de refroidissement de sûreté (SEC) ;
- soit en passant au travers des moyens de filtration de la station de pompage et en réduisant par encrassement l'efficacité des échangeurs de chaleur entre le circuit SEC et le circuit de refroidissement intermédiaire (RRI).

Dans la continuité des études équivalentes précédemment réalisées dans le cadre des réexamens de sûreté des réacteurs de 900 MWe (VD3 900), l'objectif des études réalisées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 est d'évaluer :

- le risque d'exposition des sites du palier 1300 MWe à une nappe dérivante d'hydrocarbures ;
- l'efficacité des moyens organisationnels et matériels mis en œuvre pour assurer la protection des sources froides des sites identifiés comme exposés à ce risque d'agression.

Pour les sites exposés à l'arrivée d'une nappe dérivante d'hydrocarbures, la protection présentée par EDF contre le risque de perte de la source froide est assurée par l'ensemble des dispositions suivantes :

- un système d'alerte permettant de détecter et de suivre l'évolution d'une nappe dérivante d'hydrocarbures,
- des dispositifs de barrages fixes ou mobiles (dont le déploiement est décidé par des critères définis dans le système d'alerte) visant à retenir la nappe d'hydrocarbures en amont de la station de pompage,
- des dispositions d'exploitation visant, en fonction de la phase d'alerte, à arrêter tout ou partie des pompes non classées de sûreté afin de limiter l'aspiration des hydrocarbures vers la station de pompage,
- des dispositions de pré-filtration et de filtration de la station de pompage (grilles de préfiltration, tambours filtrants ou filtres à chaînes) ;
- une instrumentation de surveillance du colmatage des dispositions de pré-filtration et de filtration de la station de pompage,
- une instrumentation de surveillance de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC,
- des moyens de nettoyage permettant de restaurer la disponibilité d'une voie RRI/SEC colmatée ou encrassée par une nappe d'hydrocarbures.

En déclinaison de cette démarche, EDF a prévu de renforcer la protection de certains sites contre le risque d'une nappe dérivante d'hydrocarbures en mettant en œuvre les dispositions suivantes :

- un dispositif d'alerte sur le site de Saint-Alban au travers de consignes d'exploitation spécifiques,
- des barrages flottants mobiles sur les sites de Flamanville, Paluel, Penly et Saint-Alban pouvant être déployés en cas d'alerte.

Sur la base de ces dispositions complémentaires ainsi que des études et essais réalisées dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, EDF conclut sur le caractère suffisant des dispositions de protection des sites à l'égard du risque de perte de la source froide en cas de nappe dérivante d'hydrocarbures.

*
* *

Au terme de son instruction réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'ASN constate que les études et les essais réalisés par EDF ont permis d'apporter une meilleure compréhension de l'impact des hydrocarbures sur les équipements de la source froide et considère que les dispositions associées à la démarche présentée par EDF constituent, ensemble, une protection adaptée.

L'ASN considère en particulier que les dispositions complémentaires de protection prévues par EDF sur certains sites sont satisfaisantes et amélioreront la sûreté des sites concernés.

L'ASN considère toutefois qu'EDF doit encore, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 :

- justifier l'adéquation entre le délai séparant la détection d'une nappe dérivante et son arrivée au droit d'un site avec celui nécessaire pour la mise en place des barrages flottants mobiles prévus pour s'en protéger ;
- compléter la démonstration de l'efficacité des moyens de nettoyage prévus en cas d'encrassement des échangeurs RRI/SEC par les hydrocarbures aspirés en station de pompage.

Vous trouverez les demandes relatives à ces différents points en annexe 1.

L'ASN considère également qu'EDF devra, dans le cadre des réexamens de sûreté suivants, poursuivre les efforts engagés sur la prise en compte de cette agression :

- en confortant l'évaluation de la fréquence d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit des sites fluviaux en considérant toutes les sources potentielles de pollution par des hydrocarbures ;

- en justifiant le caractère pénalisant des hypothèses relatives à la nappe d'hydrocarbures retenue pour évaluer le comportement des équipements des stations de pompage face à cette agression ;
- en vérifiant la représentativité des essais réalisés sur le comportement des échangeurs RRI/SEC en présence d'eau polluée par des hydrocarbures ;
- en améliorant l'éclairage probabiliste apporté sur le caractère suffisant des dispositions de protection prise sur chaque site en poursuivant le développement d'une étude probabiliste spécifique du risque de fusion du cœur induit par cette agression.

Vous trouverez les demandes relatives à ces différents points en annexe 2.

L'ensemble des demandes en annexes 1 et 2 du présent courrier viennent compléter les autres demandes formulées par l'ASN dans son courrier en référence relatives à la protection des sources froides des centrales à la suite de l'examen du retour d'expérience des années 2009 à 2011.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

Demandes de l'ASN
relatives au réexamen de sûreté des réacteurs du palier 1300 MWe
à l'occasion de leur troisième visite décennale

A. Dispositifs d'alerte et déploiement des moyens mobiles de protection (Flamanville, Paluel, Penly, Saint-Alban)

Le renforcement au moyen de barrages flottants mobiles de la prévention de l'agression des stations de pompage par une nappe d'hydrocarbures constitue une amélioration importante de la sûreté.

Concernant l'efficacité de cette ligne de défense, l'ASN note toutefois que :

- la vitesse de l'opération de déploiement de ces barrages mobiles dépend des moyens d'ancrage disponibles, des conditions d'accès à ces ancrages et de l'entraînement des équipes chargées de cette opération ;
- le délai entre l'accident ayant conduit à la formation d'une nappe dérivante d'hydrocarbures et son arrivée au droit du site dépend des caractéristiques de chaque site (proximité des voies maritimes ou de ports, courants, ...).

Demande n°1 (Flamanville, Paluel, Penly, Saint-Alban) : L'ASN vous demande, dans le rapport de sûreté de chacun des sites concernés du palier 1300 MWe à l'édition VD3, de justifier que les critères de déploiement des barrages mobiles prévus dans son système d'alerte ainsi que le délai de mise en place de ces barrages permettent à cette ligne de défense d'être opérationnelle avant l'arrivée de la nappe d'hydrocarbures au droit du site.

B. Efficacité des moyens de nettoyage des échangeurs RRI/SEC

L'efficacité du nettoyage des échangeurs RRI/SEC peut constituer la ligne de défense ultime avant la perte complète de la source froide.

A la demande de l'ASN, EDF a procédé à des essais d'encrassement d'échangeurs RRI/SEC par une pollution aux hydrocarbures puis à leur nettoyage par trois procédés différents (un mécanique et deux chimiques). EDF a indiqué que la durée des nettoyages ainsi effectués sur les boucles d'essais est comprise entre 2 et 12 heures, tant pour le procédé chimique que pour le procédé mécanique, et que tous les procédés de nettoyage ont permis de retrouver les performances thermiques initiales avant encrassement. Pour autant, EDF n'a pas été en mesure au cours de l'instruction :

- de préciser les durées exactes de nettoyage selon le procédé utilisé ;
- de présenter des résultats d'inspection des échangeurs permettant de statuer sur l'efficacité du nettoyage pour les résidus d'hydrocarbures.

Ces données sont importantes pour évaluer l'efficacité du nettoyage des échangeurs d'une voie RRI/SEC au regard de la cinétique d'encrassement des échangeurs de l'autre voie afin d'éviter une situation de perte de la source froide.

Demande n°2 : L'ASN vous demande de démontrer, au plus tard lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen de sûreté du premier réacteur du palier 1300 MWe, que les moyens de nettoyage d'échangeurs encrassés sur une voie RRI/SEC permettent de retrouver leur disponibilité dans un délai inférieur au délai d'indisponibilité par encrassement des échangeurs de l'autre voie.

Demands de l'ASN pour les prochains réexamens de sûreté

C. Évaluation des fréquences d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbure au droit des sites fluviaux

Sur l'ensemble des sources potentielles de création d'une nappe dérivante d'hydrocarbures, EDF retient pour l'évaluation de la fréquence d'agression de ses sites :

- les navires transportant des hydrocarbures,
- les quais de déchargement d'hydrocarbures donnant directement sur le fleuve.

EDF a en effet présenté des argumentaires pour conclure que la contribution des autres sources potentielles de création d'une nappe dérivante d'hydrocarbures était négligeable vis-à-vis de la fréquence estimée d'agression par nappe dérivante d'hydrocarbures de ses sites fluviaux. A titre d'exemples, EDF a considéré que les risques de pollutions des cours d'eau par une nappe d'hydrocarbures provenant d'industries de type ICPE et SEVESO pouvait être considérés résiduels du fait de la réglementation relative à la maîtrise des risques auxquels ces installations sont soumises, ou encore que les risques de pollution liés au transport routier ou ferroviaire au niveau des points de passage au-dessus des cours d'eau sont négligeables du fait des barrières anti-chute présentes aux niveaux de ces ouvrages.

Demande n°3 : L'ASN vous demande, pour les prochains réexamens de sûreté, de conforter la fréquence d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures au droit des sites fluviaux en évaluant la contribution de l'ensemble des sources potentielles de pollution issues des industries environnantes, des oléoducs, ainsi que des transports routier et ferroviaires en traitant pour ce dernier risque le cas d'un accident sur un pont enjambant le cours d'eau.

D. Caractéristiques des nappes d'hydrocarbures considérées comme un agresseur

Au titre de la caractérisation du risque d'exposition des sites en bord de mer à une nappe dérivante d'hydrocarbures, EDF considère une nappe composée d'hydrocarbures lourds ou de pétrole brut n'excédant pas une épaisseur de quelques millimètres. Pour évaluer le comportement des équipements des stations de pompage face à cette agression, EDF prend en considération une nappe d'épaisseur de plusieurs centimètres ; ainsi, EDF juge que ses études et essais relatifs à la protection de ses sites en bord de mer contre ce type d'agression présentent des marges importantes.

Le centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) considère que les nappes d'hydrocarbures associées aux pollutions majeures en mer peuvent atteindre des épaisseurs de plusieurs centimètres, ce qui remet en cause les marges affichées par EDF. En outre, les pollutions maritimes par des hydrocarbures lourds ne se limitent pas à une pollution surfacique mais peuvent également être accompagnées d'une pollution entre deux eaux sur une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres. Enfin, les observations relevées à l'occasion de la pollution maritime par « Le Prestige » en 2002 avaient conduit EDF en 2003, en accord avec le CEDRE, à identifier la nécessité de prendre en compte un chargement de la nappe d'hydrocarbures par des débris végétaux lors de la réalisation d'essais de colmatage de tambours filtrants. Cette hypothèse réaliste d'un chargement de la nappe d'hydrocarbures par des débris végétaux n'apparaît plus dans la démarche de caractérisation de l'agression présentée par EDF.

*

Au titre de la caractérisation du risque d'exposition des sites en bord de rivière à une nappe dérivante d'hydrocarbures, EDF considère un film d'hydrocarbures légers d'une épaisseur de l'ordre du micron. évaluer le comportement des équipements des stations de pompage face à cette agression, EDF prend en considération une nappe d'épaisseur supérieure au millimètre ; ainsi, EDF juge que ses études et essais relatifs à la protection de ses sites fluviaux contre ce type d'agression présentent également des marges importantes.

L'ASN relève que dans les évaluations transmises par EDF, si la probabilité d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures légers au droit des sites fluviaux est toujours supérieure à celle d'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures lourds, ces probabilités restent souvent du même ordre de grandeur avec un rapport inférieure à une décade. L'ASN considère donc que l'hypothèse d'exclusion d'une agression par une nappe d'hydrocarbures lourds retenue par EDF pour les sites fluviaux n'est pas suffisamment développée au cas par cas selon les sites.

Demande n°4 : L'ASN vous demande, pour les prochains réexamens de sûreté, de réévaluer les caractéristiques des nappes d'hydrocarbures considérées comme agresseur des sources froides des sites et de justifier le caractère enveloppe des hypothèses retenues pour évaluer le comportement des dispositions de protection de la source froide, en particulier concernant :

- l'épaisseur des nappes d'hydrocarbures lourds en surface et entre deux eaux,
- le chargement en débris végétaux des nappes d'hydrocarbures lourds,
- la prise en compte ou non d'hydrocarbures lourds pour chaque site fluvial.

E. Représentativité des essais sur la vulnérabilité des échangeurs RRI/SEC à un encrassement par les hydrocarbures

A la demande de l'ASN, EDF a procédé à des essais d'encrassement d'échangeurs RRI/SEC du palier CPY par une pollution aux hydrocarbures puis à leur nettoyage par des procédés différents. Ces essais ont été réalisés par EDF avec les conditions suivantes :

- un échangeur à plaques en acier inoxydable correspondant à ceux installés sur certains réacteurs du palier 900 MWe ;
- un débit de 1500 m³/h représentatif des conditions d'exploitation du palier 900 MWe,
- une quantité de 1% d'hydrocarbures en volume représentative, selon EDF, d'un mélange homogène aspiré en station de pompage d'une couche d'hydrocarbures de quelques centimètres d'épaisseur rapporté à plusieurs mètres d'eau.

EDF a justifié en s'appuyant sur un argumentaire qualitatif que ces essais étaient représentatifs de l'ensemble des échangeurs RRI/SEC et n'a pas considéré nécessaire de réaliser des essais complémentaires avec des conditions différentes.

L'ASN note que la justification de la représentativité de ces essais pour évaluer la perte de performance des échangeurs RRI/SEC pour l'ensemble des réacteurs du parc reste à établir au regard des points suivants :

- certains sites du palier 900 MWe et 1300 MWe disposent d'échangeurs en titane présentant une rugosité supérieure à celle des échangeurs en inox,
- les échangeurs de certains réacteurs du palier 1300 MWe fonctionnent avec un débit de 1800 m³/h, supérieur donc à celui mis en œuvre sur la boucle d'essai, ce qui peut contribuer à accélérer la cinétique d'encrassement des échangeurs ;
- le caractère enveloppe du critère de 1% d'hydrocarbure associé à une épaisseur de la nappe d'hydrocarbures de quelques centimètres n'est pas acquis, conformément au premier point de la demande n°4 précédente.

Demande n°5: L'ASN vous demande, pour les prochains réexamens de sûreté, de justifier la représentativité des conditions d'essais réalisés sur la perte de performance et le nettoyage des échangeurs RRI/SEC en cas d'eau polluée par des hydrocarbures pour l'ensemble des échangeurs du parc :

- en étayant davantage l'impact des différences de rugosité des échangeurs en titane et en inox, ainsi que celui des différences de débit ;
- en réexaminant la validité de l'hypothèse de 1% d'hydrocarbures en volume au regard des éléments en réponse au premier point de la demande n°4.

F. Éclairage probabiliste de l'adéquation de la protection des sites à l'égard des nappes d'hydrocarbures

En complément de la démarche de protection déterministe, EDF a présenté dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 une évaluation probabiliste du risque de fusion du cœur (EPS-1) associé à la dérive d'une nappe d'hydrocarbure en se fixant comme objectif que cette agression particulière ne représente pas plus de 10% du risque global de l'ensemble des événements déclencheurs associés à la perte de la source froide.

A cet effet, EDF s'est appuyé sur l'EPS-1 existante relative aux événements internes affectant la station de pompage et a assimilé le risque de fusion issue de l'agression de la source froide par une nappe d'hydrocarbures aux résultats de l'extraction de cette EPS-1 des branches relatives aux deux événements déclencheurs internes suivants :

- la perte d'une voie RRI/SEC par défaillance interne,
- le colmatage des échangeurs d'une voie puis de l'autre par absence de détection et d'intervention pour nettoyage.

EDF en a conclu que la fraction du risque de fusion du cœur associée à l'agression de la source froide par une nappe d'hydrocarbure est marginale au regard du risque global de fusion du cœur associé à la perte de la source froide par défaillance interne évaluée dans l'EPS-1.

L'ASN considère que la démarche proposé par EDF ne permet d'accéder qu'à une évaluation sommaire du risque global de fusion associé à l'agression de la source froide par une nappe d'hydrocarbures et ne permet pas :

- d'évaluer la contribution et l'importance relative des dispositions mises en œuvre à l'égard de la protection des sites contre les nappes d'hydrocarbures,
- de prendre en compte le caractère global de l'agression d'une nappe d'hydrocarbures au niveau de l'ensemble des réacteurs et des piscines d'un site et d'évaluer notamment le caractère adapté de l'autonomie des réserves en eau secondaire.

Demande n°6 : L'ASN vous demande, pour les prochains réexamens de sûreté des sites exposés à un risque d'agression de leur source froide par une nappe d'hydrocarbures, de présenter dans le rapport de sûreté de site une évaluation probabiliste du risque de fusion du cœur induit par cette agression et prenant en compte :

- les différentes protections mises en œuvre sur le site à l'encontre des nappes d'hydrocarbures ;
- l'impact des hydrocarbures sur les équipements intervenant dans la fonction de refroidissement de l'ensemble des réacteurs et des piscines d'entreposage du combustible du site ainsi que les délais de récupération de cette fonction.