

Montrouge, le 7 novembre 2013

Réf. : CODEP-DCN-2013-042198

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Objet : Réacteurs électronucléaires – EDF – Palier 1300
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Prise en compte des agressions météorologiques - phénomène de frasil

Monsieur le directeur,

Le programme d'instruction des études associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe après 30 années de fonctionnement (VD3 1300) inclut la capacité des centrales nucléaires à faire face à une agression de sa source froide par un phénomène de frasil.

Ce phénomène complexe, qui apparaît en présence de conditions météorologiques et hydrauliques particulières, se traduit par la formation de cristaux de glace pouvant :

- soit s'agglomérer entre eux pour former des plaques de glace en surface (frasil passif) ;
- soit adhérer à des éléments immergés tels que des grilles et conduire ainsi à la prise en glace de ces éléments (frasil actif).

Ce phénomène, qui a par le passé déjà affecté plusieurs fois des centrales nucléaires en France, est susceptible de conduire au colmatage de la prise d'eau d'une centrale nucléaire et ainsi provoquer une situation de perte de la source froide.

Dans la continuité des études équivalentes précédemment réalisées dans le cadre des réexamens de sûreté des réacteurs de 900 MWe (VD3 900) et de 1450 MWe (VD1 N4), l'objectif de l'étude réalisée par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300 est de s'assurer de la pérennité de l'alimentation en eau des pompes de sûreté des circuits d'eau brute secourue (SEC) en cas de formation de frasil.

Sur la base de l'état des connaissances des conditions d'apparition du phénomène de frasil, EDF a ainsi identifié les sites du palier 1300 MWe susceptibles d'être confrontés à ce phénomène puis a examiné les dispositions de surveillance et de protection de leur prise d'eau pour faire face ce type d'agression.

Au terme de son instruction réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'ASN considère que les études relatives au phénomène de frasil présentées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 constituent une avancée importante en matière de sûreté du fait de la prise en compte d'une agression d'origine météorologique qui n'avait pas été initialement considérée à la conception des centrales nucléaires de ce palier.

L'ASN considère en particulier que, si de nombreux paramètres influencent la formation d'un frasil, le choix d'EDF de finalement retenir la température de l'eau comme seul paramètre conservatif est cohérent avec l'état des connaissances du sujet.

L'ASN considère également satisfaisante la prise en compte par EDF du cumul lors d'un épisode de grand froid d'une situation de frasil avec une situation de perte du réseau électrique externe (MDTE).

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

- compléter la démonstration de la non vulnérabilité au frasil du lac de Mirgenbach valorisé comme source froide alternative de sauvegarde pour le site de Cattenom ;
- reconsidérer ses conclusions quant à l'absence de risque d'apparition du phénomène de frasil pour les sites de Paluel et de Penly ;
- poursuivre l'évaluation du risque d'apparition du phénomène de frasil sur le site de Flamanville ;
- réexaminer les critères de surveillance des conditions d'apparition du phénomène de frasil sur lesquels est prise la décision, sur un site en bord de rivière, d'activer les dispositions de protection des prises d'eau (dont la recirculation hivernale d'eau chaude) afin de garantir un délai suffisant pour la mise en œuvre efficace de ces dispositions anti-frasil ;
- vérifier l'efficacité du dispositif de recirculation hivernale du site de Belleville protégeant la grille anti-intrusion d'un risque de prise en glace par le frasil, compte-tenu du positionnement de ce système en aval de la grille ;
- mettre en place sur le site de Saint-Alban un dispositif de protection anti-frasil au niveau des grilles de préfiltration visant à en réduire le risque de colmatage ;
- justifier, en cas de blocage de la station de pompage par le frasil, de la possibilité de réaliser l'appoint en eau de la piscine d'entreposage du combustible prévu pour les sites de Belleville, Golfech et Nogent via le système d'eau incendie JPP aspirant dans les rus d'eau de la station de pompage ;
- clarifier le classement de sûreté retenu pour les éléments participant à la protection de la fonction de sûreté « refroidissement » contre le frasil et les exigences associées applicables.

Vous trouverez en annexe les demandes de l'ASN relatives à ces différents points à prendre en compte dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300.

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

Le Directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

1. Identification des sites sensibles au phénomène de frasil

Sites en bord de rivière

EDF a identifié l'ensemble des sites en bord de rivière du palier 1300 MWe comme susceptibles d'être confrontés au phénomène de frasil à l'exception du site de Cattenom qui présente la particularité, en cas d'indisponibilité de l'eau de la Moselle, de disposer d'une source froide diversifiée via le lac de Mirgenbach.

Concernant ce lac, EDF a indiqué que sa température n'est jamais descendue en dessous de 4°C au cours de la période d'observation entre 1991 et 2010 grâce notamment à l'injection d'eau chaude issue des rejets du circuit de refroidissement, écartant ainsi le risque d'apparition du phénomène de frasil.

Afin de compléter sa démonstration de la non sensibilité du lac de Mirgenbach au phénomène de frasil, EDF a indiqué avoir engagé une étude complémentaire afin de vérifier que la température du lac ne peut effectivement pas atteindre le critère de 2°C retenu pour classer un site en eau douce comme sensible au phénomène de frasil.

Demande n°1 (Cattenom) :

L'ASN vous confirme la nécessité, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 du site de Cattenom, de compléter l'étude de sensibilité du lac de Mirgenbach au phénomène de frasil et vous demande, pour la transmission de ces justifications complémentaires, de respecter un échéancier qui permette, dans le cas où les résultats conduiraient à considérer finalement le site de Cattenom comme vulnérable au frasil, d'étudier et de mettre en œuvre des dispositions de protection adéquates contre le frasil lors de la troisième visite décennale des réacteurs du site.

Sites en bord de mer

Sur la base des températures de la mer observées ou estimées au niveau des sites de Flamanville, Paluel et Penly pour une période remontant au mieux jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, EDF constate que la température de l'eau n'est jamais descendue en dessous de 0°C (critère retenu par EDF pour considérer qu'un site bord de mer est sensible au frasil) et conclut que ces trois sites ne présentent donc pas de risque de formation de frasil au niveau de leurs prises d'eau.

Sur ce premier point, l'ASN relève que les températures minimales de la mer estimées par EDF pour la période remontant au mieux jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle sont de +0,4°C au niveau de Paluel et de +0,9°C au niveau de Penly et sont donc très proches du critère de 0°C¹.

L'ASN souligne que dans le cas du site de Gravelines (palier 900 MWe), les chroniques de températures disponibles n'indiquaient pas non plus l'atteinte du critère de 0°C. Pour autant, ayant retrouvé des documents d'archives attestant de la prise en glace du port de Dunkerque (en 1954 et en 1962), EDF a classé par prudence le site de Gravelines comme sensible au risque de frasil.

L'ASN relève que, dans le cas des sites de Paluel et de Penly, l'IRSN a identifié des sources historiques relatant des témoignages d'une prise en glace de la Manche en 1684 depuis Le Tréport jusqu'au Havre et ayant empêché alors les navires de sortir du port de Dieppe.

¹ Sur la même période, le site de Flamanville présente quant à lui une marge plus importante avec une température minimale de la mer estimée par EDF de +4°C

Compte-tenu d'une part de la proximité des températures minimales relevées pour les sites de Paluel et Penly au cours des quelques dizaines d'années passées avec le critère de température retenu par EDF pour identifier le risque de frasil et, d'autre part, de l'observation d'au moins un épisode météorologique survenu au cours du 17^{ème} siècle faisant état de la prise en glace de la côte normande, l'ASN considère qu'en l'état des connaissances il n'est pas possible d'écarter le risque de formation de frasil pour les sites de Paluel et de Penly.

Demande n°2 (Paluel, Penly) :

Au titre de la démarche déterministe prudente mentionnée au I de l'article 3.2 de l'arrêté du 7 février 2012, l'ASN vous demande de considérer les sites de Paluel et de Penly comme susceptibles d'être confrontés au phénomène de frasil et par conséquent de mettre en place à l'occasion de leur réexamen VD3 1300 des dispositions de protection de leurs prises d'eau contre cette agression.

Demande n°3 (Flamanville) :

Concernant l'évaluation de la sensibilité du site de Flamanville au phénomène de Frasil, l'ASN vous demande :

3a. de mener sous deux ans des investigations complémentaires afin de rechercher d'éventuels témoignages historiques antérieurs à la seconde moitié du XX^{ème} siècle qui attesteraient de la formation de frasil sur la côte au niveau du site ou à proximité lors d'épisodes de grands froids ayant affectés la région ;

3b. de prendre en compte les résultats de ces investigations complémentaires pour réexaminer la situation du site de Flamanville vis-à-vis du risque de frasil et, si nécessaire, de mettre en place lors de la troisième visite décennale des réacteurs du site des dispositions de protection de leurs prises d'eau contre cette agression ;

3c. en cas d'absence de donnée historique pertinente, de pérenniser une surveillance hivernale de la température de l'eau de mer et de l'informer en cas d'atteinte du critère de 0°C retenu pour considérer le site sensible au phénomène de frasil.

2. Critères d'activation des dispositions de protection anti-frasil

Les moyens de protection contre le frasil ne sont pas tous en service en permanence et doivent être mis en œuvre dès lors que les sites détectent des conditions favorables à la formation de frasil.

A cet effet, EDF a décidé de retenir comme critère unique de mise en œuvre sur les sites des dispositions de protection anti-frasil une température de l'eau de +1°C. Ce critère représente donc une marge :

- pour les sites en bord de rivière, de 1°C par rapport à la condition de température d'apparition du frasil de 0°C en eau douce ;
- pour les sites en bord de mer, de 3°C par rapport à la condition de température d'apparition du frasil de -2°C en eau salée.

En tenant compte de l'incertitude de 0,3°C retenue sur la chaîne de mesure, la marge disponible pour les sites en bord de rivière est en fait de 0,7°C.

L'ASN relève par ailleurs que les modalités de surveillance de la température de l'eau diffèrent d'un site à l'autre (mesure en continu avec exploitation d'une moyenne horaire pour certains, mesure journalière ponctuelle parfois à l'heure la plus chaude dans le cadre de la surveillance de leurs rejets thermiques pour d'autres ...) et que ces pratiques ne permettent pas nécessairement d'anticiper l'atteinte du critère de +1°C.

Demande n°4 (Saint-Alban, Belleville, Cattenom sous réserve de la demande n°1, Golfech, Nogent) :

Afin de garantir un délai suffisant pour la mise en œuvre opérationnelle des dispositions anti-frasil et assurer l'efficacité, notamment, de la recirculation hivernale qui peut se révéler insuffisante si elle est mise en service trop tardivement, l'ASN considère que les protections anti-frasil des sites en bord de rivière doivent être mises en place au plus tard lorsque la température de l'eau atteint 1°C et non pas lorsqu'une mesure indique l'atteinte voire le dépassement de cette valeur.

Pour respecter cet objectif, l'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de retenir un critère opérationnel de mise en œuvre des dispositions anti-frasil prenant en compte :

- le résultat de la dernière mesure de température de l'eau effectuée ;
- une estimation de l'évolution de la température de l'eau jusqu'à la prochaine mesure prévue en prenant en compte d'une part un gradient de température pénalisant associé aux conditions météorologiques et d'autre part les variations naturelles cycliques jour/nuit.

3. Protection anti-frasil des grilles

Cas de la grille anti-intrusion du site de Belleville

Le dispositif de recirculation hivernale consiste à injecter, au niveau des grilles, de l'eau chaude provenant des rejets de la centrale afin de prévenir la formation de frasil au niveau de ces grilles.

Dans sa méthodologie d'analyse de la capacité d'une prise d'eau à faire face à une formation massive de frasil, EDF précise que la distribution d'eau chaude du dispositif de recirculation hivernale doit être effectuée en amont de la grille à protéger ou suffisamment proche de celle-ci pour avoir l'influence nécessaire sur l'eau brute en contact avec la face avant de la grille.

Le site de Belleville est le seul site du palier 1300 MWe à posséder une grille anti-intrusion et une grille de préfiltration. Par rapport à cette configuration particulière, l'ASN relève que, si le dispositif de recirculation hivernale du site de Belleville est bien situé en amont de la grille de préfiltration, il est en revanche situé 1,5m en aval de la grille anti-intrusion.

L'ASN rappelle que le site de Chooz (Palier N4), qui disposait d'un dispositif de recirculation hivernale similaire au niveau de la grille de préfiltration et non au niveau de la grille anti-intrusion, a subi en 2009 un colmatage de sa grille anti-intrusion par le frasil. A la suite de cet événement, le dispositif de recirculation hivernale de Chooz a été modifié pour être repositionné en amont de la grille anti-intrusion.

Demande n°5 (Belleville) :

Concernant le dispositif de recirculation hivernale du site de Belleville, l'ASN vous demande dans le cadre du réexamen VD3-1300 :

- soit de démontrer que le dispositif actuel situé en aval de la grille anti-intrusion a l'influence nécessaire sur l'eau en contact avec la face avant de cette grille pour prévenir la formation de frasil, en prenant en considération l'événement survenu en 2009 sur le site de Chooz ;
- soit d'adapter le dispositif actuel ou de mettre en place un nouveau dispositif de manière à assurer une protection efficace de la grille anti-intrusion contre le phénomène de frasil.

Cas de la source froide en circuit ouvert du site de Saint-Alban

Par rapport aux autres sites 1300 MWe en bord de rivière, la source froide du site de Saint-Alban présente la particularité d'être en circuit ouvert et donc de disposer d'une plus large surface de préfiltration et de filtration.

Pour ce site, EDF considère qu'en cas de frasil affectant la station de pompage, une simple disposition de conduite prévoyant l'arrêt des pompes non classées importantes pour la sûreté (IPS) sera suffisante pour ralentir la cinétique de formation du frasil, éviter le colmatage complet de la station de pompage et permettre ainsi d'assurer le débit minimal requis pour le système d'eau brut secourue (SEC).

De ce fait, EDF considère qu'il n'est pas nécessaire de mettre en place un dispositif de protection anti-frasil des grilles de préfiltration sur le site de Saint-Alban.

L'ASN convient que l'arrêt des pompes non requise au titre de la sûreté entraîne une diminution de la formation du frasil par diminution du débit.

Toutefois, après l'arrêt de ces pompes, d'autres facteurs sont susceptibles de conduire à la formation du frasil (vent, courant du fleuve, espacements entre barreaux réduits par formation de frasil actif, section de passage du canal d'amenée diminuée par un empilement horizontal de frasil passif ...). En l'état des connaissances, il est donc difficile de prédire avec exactitude l'évolution d'un début de colmatage des grilles de préfiltration dans la mesure où de nombreux paramètres entrent en jeu.

L'ASN considère donc que le risque de colmatage complet de la grille de préfiltration ne peut pas être totalement exclu sur le site de Saint-Alban du fait de la seule mesure de conduite prévue par EDF.

Demande n°6 (Saint-Alban) :

L'ASN vous demande dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300 de mettre en œuvre sur le site de Saint-Alban un dispositif de protection anti-frasil (recirculation hivernale, traçage électrique,...) des grilles de préfiltration.

4. Appoint en eau de la piscine d'entreposage du combustible

Le frasil est identifié comme une agression susceptible de provoquer un blocage de la prise d'eau entraînant une situation de perte totale de la source froide (situation dite « H1 ») d'un site pendant 72 heures potentiellement cumulée avec une situation de manque de tension externe (situation dite « MDTE ») de 6 heures induite par l'épisode de grand froid associé.

En situation H1, la perte totale du circuit SEC d'eau brute secouru implique la perte du refroidissement des piscines d'entreposage du combustible (piscine BK). Dans une telle situation, l'évacuation de la puissance résiduelle entreposée dans la piscine de désactivation est alors assurée dans les premières heures par l'inertie thermique de la piscine puis une fois l'ébullition atteinte par la vaporisation de l'eau contenue dans la piscine. Il est alors nécessaire d'assurer le non-découvrement des assemblages de combustible en effectuant des appoints en eau à la piscine.

Dans le cas des sites fluviaux P'4 (Belleville, Golfech, Nogent), cet appoint est réalisé par le système de protection incendie de l'ilot nucléaire (JPI), classé IPS-NC et secouru. Le circuit JPI qui ne dispose pas de bache de réserve assurant son autonomie en eau, est alimenté en direct par le circuit de production d'eau incendie (JPP) dont l'aspiration se fait dans les rus d'eau de la station de pompage.

L'ASN note que la disponibilité de ces rus d'eau en situation de frasil affectant la station de pompage n'a pas été justifiée par EDF.

Demande n°7 (Belleville, Golfech, Nogent) :

L'ASN vous demande dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300 des sites de Belleville, de Golfech et de Nogent :

- **soit de justifier la disponibilité et l'efficacité des dispositions permettant, en situation de perte de la source froide par un phénomène de frasil, de garantir l'alimentation en eau requise du système JPI par le système JPP en station de pompage ;**

- soit d'apporter la démonstration que l'appoint en eau requis des piscines BK en situation H1 et H1+MDTE de site est réalisable pendant 72 heures par un autre moyen opérationnel en cas de frasil et de grand froid associé.

5. Classement de sûreté des dispositions contre le frasil et exigences associées

Au-delà de la prise en compte du phénomène de frasil, de nombreux autres référentiels de sûreté relatifs aux agressions sont instruits dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300.

Dans son courrier de position sur les règles de classement de sûreté IPS-NC (CODEP-DCN-2013-026298 du 14/10/2013), l'ASN a considéré satisfaisante l'orientation retenue par EDF de classer IPS-NC des matériels au titre de leur contribution à la maîtrise des agressions et vous a demandé de clarifier dans le rapport de sûreté les règles permettant d'identifier sans ambiguïté, parmi les matériels contribuant à la maîtrise des agressions, ceux qui relèvent d'un classement IPS-NC.

L'ASN considère que cette démarche de classement doit couvrir l'agression de la source froide par le phénomène de frasil et doit à cet effet concerner l'ensemble des dispositions, appartenant aux différentes lignes de défense prévues, valorisées par EDF pour justifier l'efficacité de la protection de la fonction de sûreté « refroidissement » et qui ne disposeraient pas déjà d'un classement IPS-NC.

Demande n°8 (Palier 1300 MWe) :

8.a Dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, l'ASN vous demande que soient classés IPS-NC les matériels participant à la protection de la fonction de sûreté « refroidissement » en cas de frasil, notamment :

- la recirculation hivernale,
- le traçage électrique des grilles,
- les mesures de température de l'eau brute, de perte de charge au niveau des grilles et de perte de charge des éléments de filtrations.

8.b L'ASN vous demande qu'au titre de ce classement ces matériels soient soumis aux exigences de sûreté suivantes :

- réalisation d'essais périodiques à l'entrée et au cours de la période hivernale et surveillance renforcée en période de grand froid ;
- alimentation électrique secourue, compte tenu des dépendances potentielles entre le frasil et une situation de MDTE.