

Fontenay-aux-Roses, le 17 juillet 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2014-00268

Objet : REP - EDF - Tenue au séisme des ventilateurs EDE et DVS des centrales nucléaires
de Flamanville et de Paluel

Réf. : Lettre ASN CODEP-DCN- 2013-064776 du 29 novembre 2013

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les justifications de la tenue sismique des ancrages des moto-ventilateurs des systèmes EDE et DVS des centrales nucléaires de Flamanville et de Paluel transmises par EDF.

L'IRSN rappelle que, lors des visites réalisées dans le cadre de l'application du programme de base de maintenance préventive des ancrages sur le réacteur n° 2 de la centrale de Flamanville, une anomalie a été mise en évidence sur les ancrage des châssis des moto-ventilateurs des systèmes de ventilation de l'espace entre enceintes (2EDE 051 & 052 ZV) et des systèmes de ventilation du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (2DVS 081 & 082 ZV). Les contrôles ont été ensuite étendus à tous les ancrages des ventilateurs des systèmes EDE et DVS du réacteur n° 1, où des écarts similaires ont été constatés. Par ailleurs, lors d'une inspection de l'ASN menée les 2 et 3 avril 2013 sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel, des écarts similaires ont été aussi constatés sur les ancrages des moto-ventilateurs EDE et DVS. En outre, EDF a indiqué que les ancrages des moto-ventilateurs des autres réacteurs de cette centrale présentaient également des écarts.

EDF précise que ces anomalies pourraient mettre en cause la tenue sismique des moto-ventilateurs, qui sont des matériels Importants Pour la Sûreté (IPS) dont l'opérabilité doit être maintenue pendant et après un séisme.

Pendant l'instruction, EDF a précisé que les moto-ventilateurs EDE 051 ZV et EDE 052 ZV (respectivement DVS 081 ZV et DVS 082 ZV) des centrales de Flamanville et de Paluel sont identiques.

Dans les notes de justifications transmises, EDF conclut que, à l'exception des moto-ventilateurs 2 EDE 051 ZV et 2 EDE 052 ZV de la centrale de Flamanville et 1 DVS 082 ZV et 3 DVS 081 ZV de la centrale de Paluel pour lesquels une remise en conformité est nécessaire, la résistance des ancrages des châssis des moto-ventilateurs EDE et DVS est acquise à l'égard du Séisme de dimensionnement (SDD) et qu'ils peuvent être maintenus en l'état. EDF indique qu'une mise à jour de la Note de

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 B 440 546 018

synthèse de qualification (NSQ) et une mise en conformité du référentiel sont préconisées pour prendre en compte l'ensemble des non-conformités et incohérences constatées.

Des réponses apportées par EDF pour justifier le maintien en l'état ou la remise en conformité des fixations des moto-ventilateurs EDE et DVS des CNPE de Paluel et de Flamanville, l'IRSN retient que la qualification de l'ensemble des moto-ventilateurs du palier 1300 MWe a été prononcée sur la base de calculs.

Pendant l'instruction, EDF a transmis la NSQ des groupes moto-ventilateurs importants pour la sûreté du palier 1300 MWe. Cette note définit les fixations des châssis des moto-ventilateurs EDE 051 ZV et EDE 052 ZV (quatre chevilles de 14 mm de diamètre) et des moto-ventilateurs DVS 081 ZV et DVS 082 ZV (six chevilles de 10 mm de diamètre) et présente les efforts ou les contraintes de traction et de cisaillement dans les chevilles, calculés à partir de spectres de calcul enveloppes.

La méthode de qualification par calculs présentée dans la NSQ repose sur un calcul quasi-statique avec des modèles mécaniques simples. EDF vérifie que la première fréquence propre des moto-ventilateurs est supérieure à la fréquence de coupure¹ et effectue une analyse pseudo-statique avec l'accélération à fréquence infinie appliquée à la masse totale du matériel. Les accélérations retenues sont celles des spectres de plancher du niveau d'implantation des matériels ou du niveau supérieur le plus proche. Elles sont pour la plupart très supérieures aux accélérations des spectres de plancher de dimensionnement.

L'IRSN constate que l'accélération verticale enveloppe retenue (0,1 g) dans la NSQ pour le calcul des efforts dans les chevilles des moto-ventilateurs EDE et DVS est inférieure à l'accélération verticale du spectre transféré du niveau d'implantation des moto-ventilateurs (0,15 g). Ceci n'est pas satisfaisant. Néanmoins, compte tenu du fait que l'accélération horizontale retenue (1,5 g) est 3,5 fois supérieure à celle du palier du spectre transféré (0,4 g) du niveau +10,00 m du BK et que les effets du séisme de direction horizontale sont prédominants pour la détermination des moments de basculement, le calcul de dimensionnement réalisé est enveloppe pour le cumul des effets des trois directions du séisme.

Dans les notes de justifications transmises, EDF évalue la capacité résistante des chevilles et vérifie ensuite leur résistance mécanique sous les charges combinées de traction et de cisaillement prises en compte dans la NSQ. Lorsque la vérification des critères n'est pas acquise, EDF réévalue les efforts dans les chevilles à partir des accélérations des spectres de plancher de dimensionnement, vérifie les critères de résistance mécanique des chevilles à partir des efforts réévalués, puis statue sur le maintien en place ou la remise en conformité des ancrages.

L'IRSN n'a pas de remarque sur la méthode de justification de la résistance des chevilles retenue par EDF et décrite ci-avant.

L'IRSN rappelle que conformément à ses choix méthodologiques, EDF doit démontrer que l'évaluation de la capacité résistante des chevilles des moto-ventilateurs tient compte non seulement du diamètre et du type des chevilles, mais également des configurations réelles d'installation du matériel. Ainsi,

¹ Fréquence caractéristique du séisme, au-delà de laquelle il n'y a plus d'amplification dynamique : les accélérations sont constantes.

des coefficients de réduction liés à la présence d'ancrages proches, à la proximité d'un bord libre, à la fissuration du support béton, à la nature des charges et à la sous implantation des chevilles sont à appliquer aux valeurs nominales admissibles. **L'IRSN considère que l'absence de prise en compte des configurations réelles d'implantation dans l'évaluation de la capacité résistante des chevilles constitue une non-conformité à l'égard des choix méthodologiques d'EDF. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1, formulée en annexe 1.**

Pour ce qui concerne le type de chevilles, EDF indique que seules les chevilles de type A1 sont autorisées pour les fixations des matériels IPS. EDF précise que les chevilles de type B et A2 sont néanmoins tolérées pour les matériels existants après vérification des conditions d'implantation (expansion du cône² et profondeur d'implantation de la cheville). Les sous-implantations constatées sont prises en compte en minorant la capacité résistante des chevilles. A défaut, le remplacement des chevilles concernées ou la modification du support doivent être effectués.

L'IRSN note que les contrôles de l'ancrage des chevilles dans le béton (profondeur d'implantation et suffisance de l'expansion du cône de la cheville) et la prise en compte des résultats de ces contrôles dans l'évaluation de la capacité résistante des chevilles n'ont pas été réalisés de manière exhaustive et cohérente.

L'IRSN constate que les approches retenues par EDF sur les deux centrales nucléaires et même pour les différents réacteurs d'une même centrale ne sont pas toujours cohérentes :

- s'agissant de la centrale de Paluel, lorsque le type de cheville n'est pas connu, EDF retient pour un diamètre donné le type de cheville qui conduit aux efforts admissibles les plus faibles ; l'IRSN considère que cette méthode est conservatrice pour la détermination de la capacité résistante nominale ;
- s'agissant de la centrale de Flamanville,
 - pour les moto-ventilateurs 2EDE 051 ZV et 2EDE 052 ZV, les types de chevilles en place étant de type B (non autorisé pour des matériels IPS) EDF préconise une remise en conformité des fixations en les remplaçant par des chevilles de type A1 ;
 - pour les moto-ventilateurs 1EDE 051ZV et 1EDE 052ZV, le type des chevilles n'étant pas connu, EDF considère que les moto-ventilateurs étant des matériels IPS, le type des chevilles en place est A1 ou A2 ;
 - pour les moto-ventilateurs 1DVS 081 ZV et 1DVS 082 ZV, EDF constate que les chevilles en place sont de type B et vérifie sur ces bases la résistance de ces chevilles (sans justification complémentaire).

L'IRSN souligne que le retour d'expérience a mis en évidence des anomalies notables de profondeur d'implantation insuffisante pour des chevilles de type A2. **C'est pourquoi, l'IRSN estime que l'absence de contrôle systématique du type et de la longueur d'implantation des chevilles en**

² Les chevilles sont placées dans des trous perforés dans le béton et ancrées dans ces trous par expansion en force. L'expansion de la cheville est réalisée par poussage d'un cône.

place ne permet pas de démontrer le conservatisme des capacités résistantes des chevilles évaluées par EDF. Ceci conduit l'IRSN à émettre la recommandation n° 2 formulée en annexe 1.

Par ailleurs, pour ce qui concerne la justification des ancrages des moto-ventilateurs EDE 051ZV et EDE 052 ZV de Flamanville, l'IRSN relève que les efforts de traction et de cisaillement retenus par EDF ne sont pas cohérents avec les contraintes précisées dans la NSQ.

Néanmoins, sur la base de sa propre analyse à partir des éléments présentés par EDF, l'IRSN estime que la résistance des ancrages des moto-ventilateurs EDE 051 ZV et EDE 052 ZV du site de Flamanville est acquise à l'égard du séisme de dimensionnement (SDD) pour des chevilles de diamètre 10 mm et de type B moyennant des hypothèses d'implantation nominales (c'est-à-dire sans appliquer de coefficients de réduction). **EDF devra renseigner les dispositions réelles d'implantations des chevilles des moto-ventilateurs EDE du site de Flamanville. Ce point fait l'objet de l'observation n° 1, formulée en annexe 1.**

Pour les moto-ventilateurs DVS 081 ZV et DVS 082 ZV de la centrale de Flamanville, l'IRSN note que, alors que les configurations réelles d'implantation ne sont pas explicitement définies dans les documents transmis, EDF indique que des coefficients de réduction associés à l'insuffisance des entraxes entre chevilles et des distances aux bords libres sont pris en compte pour évaluer la capacité résistante des chevilles en place. Cette démarche est conservative.

Après analyse des différentes notes de justification transmises pendant cette instruction, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF présente une position claire et une approche cohérente entre les différentes centrales nucléaires pour évaluer la capacité résistante des chevilles des matériels IPS en fonction des types de chevilles en place (A1, A2, B,..) dans leurs configurations réelles d'implantation.

De plus, l'IRSN estime indispensable de relever lors des contrôles effectués sur site les configurations réelles d'implantation (entraxes entre chevilles proches, distances aux bords libres, profondeur d'implantation) en sus des caractéristiques (diamètre et type) des chevilles pour permettre une évaluation précise de la capacité résistante des chevilles. L'IRSN note que ces données ne figurent pas de manière systématique dans les notes de justifications transmises par EDF, ce qui n'est pas satisfaisant.

En conclusion, l'IRSN n'a pas de remarque sur la démarche globale de vérification retenue par EDF, qui consiste d'abord à déterminer les efforts de traction et de cisaillement dans les chevilles, ensuite à calculer la capacité résistante des chevilles et enfin à vérifier les critères de résistance mécanique des fixations.

Cependant, l'IRSN estime qu'en l'absence de données précises relatives aux types des chevilles ou aux configurations réelles d'implantation, la capacité résistance des chevilles déterminée par EDF n'est pas démontrée. Ceci ne permet pas de conclure sur le maintien en l'état ou non des fixations.

Ainsi, pour démontrer de façon complète et définitive la résistance mécanique des fixations des moto-ventilateurs EDE 051 ZV et EDE 052 ZV des tranches 1 à 3 de la centrale nucléaire de Paluel et des moto-ventilateurs EDE 051 ZV, EDE 052 ZV, DVS 081 ZV et DVS 082 ZV de la centrale nucléaire de Flamanville, EDF doit vérifier les chevilles en se conformant strictement à ses choix méthodologiques.

Cela nécessite en particulier que :

- l'évaluation de la capacité résistante des chevilles tient compte non seulement du diamètre et du type des chevilles, mais également des configurations réelles d'installation du matériel. Ainsi, des coefficients de réduction liés à la présence d'ancrages proches, à la proximité d'un bord libre, à la fissuration du support béton, à la nature des charges et à la longueur insuffisante d'implantation des chevilles sont à appliquer aux valeurs nominales admissibles ;
- le type et la longueur d'implantation des chevilles en place, notamment de celles de type A2, pour lesquelles le retour d'expérience a mis en évidence des anomalies notables de sous-implantation, ainsi que la course d'expansion du cône pour les chevilles de type B soient contrôlés de manière systématique.

Par ailleurs, EDF devra préciser de manière systématique dans les notes de justifications des ancrages les dispositions réelles d'implantation des chevilles.

Pour le Directeur général, par ordre,

Frédéric MÉNAGE

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2014-00268 du 17 juillet 2014

Recommandations et observations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF évalue la capacité résistante des chevilles en se conformant strictement à ses choix méthodologiques, c'est-à-dire en tenant compte non seulement du diamètre et du type des chevilles, mais également des configurations réelles d'installation du matériel. Ainsi, des coefficients de réduction liés à la présence d'ancrages proches, à la proximité d'un bord libre, à la fissuration du support béton, à la nature des charges et à la longueur insuffisante d'implantation des chevilles sont à appliquer aux valeurs nominales admissibles.

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande qu'EDF contrôle de manière systématique le type et la longueur d'implantation des chevilles en place, notamment de celles de type A2, pour lesquelles le retour d'expérience a mis en évidence des anomalies notables de profondeur d'implantation insuffisante, ainsi que la course d'expansion du cône pour les chevilles de type B.

Observation n° 1 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait renseigner de manière systématique dans les notes de justifications des ancrages les dispositions réelles d'implantation des chevilles (entraxes entre les chevilles proches, distance au bord libre, longueur d'implantation des chevilles).