

Fontenay-aux-Roses, le 4 décembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00375

Objet : EDF - Réacteur EPR de Flamanville 3  
Examen de la qualification d'un deuxième lot d'équipements électriques

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-003193 du 2 février 2017  
[2] Avis IRSN n° 2016-00247 du 21 juillet 2016  
[3] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-003188 du 8 février 2017

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3 (EPR-FA3), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande, par lettre citée en première référence, l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les programmes de qualification et les notes de synthèse de qualification (NSQ) transmis par Electricité de France (EDF) relatifs :

- aux équipements présentant des exigences sévères, en termes de tenue à l'irradiation, à des conditions thermodynamiques accidentelles et au séisme, dont les programmes d'essais ou les NSQ n'avaient pas pu être instruits dans le cadre de l'avis cité en deuxième référence portant sur un premier lot d'équipements électriques ;
- à un échantillon d'équipements de la distribution électrique secourue en cas de manque de tension externe (MDTE) ou de manque de tension généralisé (MDTG).

L'ASN souhaite en outre connaître l'avis de l'IRSN sur les réponses apportées par EDF à son courrier en troisième référence relatif à la qualification du premier lot d'équipements analysés par l'IRSN.

En complément, l'IRSN a examiné les programmes de qualification et les NSQ d'équipements basse tension revêtant une importance spécifique pour les études d'accidents.

Pour mémoire et comme mentionné dans l'avis en deuxième référence, la qualification des équipements doit permettre de démontrer leur aptitude à assurer leur(s) fonction(s) dans les conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales et accidentelles (séisme inclus) dans lesquelles ils sont requis, en tenant compte de leur vieillissement.

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

# 1 QUALIFICATION DES ÉQUIPEMENTS PRESENTANT DES EXIGENCES SÉVÈRES

## 1.1 DÉMARCHE D'ANALYSE

L'analyse de l'IRSN a d'abord consisté à identifier les équipements électriques présentant des exigences sévères (tenue à l'irradiation, aux conditions thermodynamiques accidentelles et au séisme) et dont les programmes d'essais ou les NSQ n'avaient pas pu être instruits dans le cadre de l'avis cité en deuxième référence. Parmi les équipements ainsi identifiés, un large échantillon a été examiné.

L'analyse a aussi permis de traiter les réponses apportées par EDF au courrier en troisième référence.

Les équipements électriques concernés étant remplaçables, leur qualification est prononcée pour une durée d'exploitation qui peut être inférieure à la durée de vie envisagée pour l'installation, par exemple 10 ou 30 ans pour certains équipements. Pour les équipements dont il souhaitera prolonger l'exploitation au-delà de 30 ans, EDF devra alors décliner pour l'EPR-FA3, comme il le fait pour les réacteurs du parc en exploitation, une stratégie de qualification progressive consistant à réaliser des expertises et des essais sur des équipements ou des matériaux prélevés sur site (et donc vieillis en exploitation).

## 1.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE

L'analyse a permis de conclure à la qualification, pour la durée d'exploitation indiquée dans les NSQ, des instrumentations en cuve requises en situation accidentelle (thermocouples, collectrons, mesures de niveau cuve, notamment), des chambres neutroniques Ex-Core, des chaînes de mesure de position de grappes, des capteurs de mesure de vitesse des groupes motopompes primaires, des liaisons d'instrumentation minérales et des traversées électriques de l'enceinte du bâtiment réacteur valorisées en accident grave. Les éléments examinés permettent en particulier de lever les réserves exprimées dans l'avis cité en deuxième référence. Concernant les liaisons des chambres neutroniques Ex-Core, EDF a reconnu que la qualification sur le long terme de leurs connectiques n'était pas acquise et s'est engagé à qualifier un nouveau modèle de liaison à l'horizon 2020, ce qui est jugé satisfaisant dans le principe. Toutefois, l'IRSN considère que l'installation de ces nouvelles liaisons devra être envisagée dans les premières années d'exploitation de l'EPR-FA3 du fait de la vulnérabilité des liaisons actuelles aux opérations de connexions/déconnexions. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en Annexe 2.**

La qualification des actionneurs électriques de robinetterie présentant des requis d'opérabilité en conditions thermodynamiques accidentelles a ensuite été examinée. Ont été examinés en particulier :

- les pilotes à solénoïdes des soupapes de sûreté du pressuriseur et des robinets d'isolement principaux du système de décharge vers l'atmosphère ;
- les électrovannes commandant la fermeture des vannes d'isolement vapeur principales et l'isolement de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur ;
- les servomoteurs.

Pour les pilotes à solénoïdes des soupapes de sûreté du pressuriseur et des robinets d'isolement principaux du système de décharge vers l'atmosphère, l'IRSN a conclu positivement sur leur qualification sous réserve qu'un dispositif de protection contre les surtensions soit installé sur site. L'IRSN considère que l'absence d'un tel dispositif peut générer des surtensions conséquentes et conduire à un vieillissement prématuré des composants du circuit de commande. **Ce point conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1, figurant en Annexe 1.**

Pour les électrovannes pilotant la fermeture des vannes d'isolement vapeur principales et l'isolement de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur, l'IRSN a conclu positivement sur leur qualification pour une durée de 15 ans.

Pour les servomoteurs, l'IRSN considère que le modèle de servomoteur installé sur site doit être adapté à la robinetterie en termes de couple et de vitesse. EDF s'est engagé à fournir un bilan sous forme synthétique portant sur un échantillon représentatif d'ensembles servomoteur/robinetterie pour vérifier leur adéquation aux objectifs visés (manœuvrabilité, temps de réponse, respect des contraintes mécaniques pour l'ensemble des conditions d'utilisation) à échéance d'avril 2018. **Ce positionnement est jugé satisfaisant.**

Enfin, l'analyse a permis de conclure positivement sur :

- la qualification des détecteurs de position inductifs des organes de robinetterie dont le fonctionnement est requis en conditions thermodynamiques accidentelles. Cette qualification est toutefois prononcée sous réserves :
  - de la mise en œuvre d'un contrôle particulier en fin de fabrication (valeur d'hystérésis à respecter), qu'EDF s'est engagé à réaliser pour un modèle de détecteur ;
  - de la présentation, pour un autre modèle, des améliorations apportées à la fabrication des détecteurs installés sur site. **Ce dernier point fait l'objet de l'observation n°2 en Annexe 2 ;**
- la qualification aux vibrations des instrumentations classées des groupes électrogènes de l'EPR-FA3 (groupes électrogènes principaux et d'ultime secours), à l'exception du capteur de niveau de la bêche à huile du groupe électrogène principal dont le programme d'essais de qualification reste à examiner ;
- la qualification du boremètre du système de contrôle chimique et volumétrique du circuit primaire (RCV) et de sa liaison associée.

L'analyse n'a en revanche pas permis de conclure sur :

- la qualification aux vibrations des sondes de température des circuits de refroidissement de certains groupes motopompes classés de sûreté de l'EPR-FA3 et qui contribuent à la protection de ces équipements en phase accidentelle à moyen et à long termes ;
- la qualification sismique sur le long terme des moto-ventilateurs montés sur plots anti-vibratiles.

**Le premier point conduit l'IRSN à formuler la recommandation n°2, figurant en Annexe 1. L'IRSN considère que la réponse à cette recommandation est un préalable à la mise en service de l'EPR-FA3.**

**Le second point conduit l'IRSN à formuler la recommandation n°3, figurant en Annexe 1. L'IRSN considère que la réponse à cette recommandation pourra être apportée dans les premières années d'exploitation du réacteur.**

## 2 QUALIFICATION D'ÉQUIPEMENTS D'ALIMENTATION ET DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE SECOURS

### 2.1 DÉMARCHE D'ANALYSE

L'IRSN a examiné un échantillon des équipements de la distribution électrique sollicités en cas de manque de tension externe (MDTE) ou de manque de tension généralisé (MDTG). L'échantillon d'équipements retenu a été constitué de façon à couvrir l'ensemble des familles technologiques et les fournisseurs principaux. L'IRSN a ainsi examiné une vingtaine de NSQ et les programmes de qualification associés.

### 2.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Les éléments examinés ne permettent pas à l'IRSN de se prononcer positivement sur la qualification de certains composants jugés sensibles de la distribution électrique secourue de l'EPR FA3.

En effet, l'IRSN considère que les éléments suivants qui concernent des équipements « basse tension » doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- la démonstration de la qualification sismique des relais auxiliaires « basse tension » des armoires de distribution électrique ;
- la démonstration du respect des critères d'échauffement au niveau des armoires des chargeurs et onduleurs et des armoires de distribution « basse tension » ;
- la démonstration du bon comportement post-sismique des contacteurs de chute des grappes et des disjoncteurs d'arrêt automatique du réacteur.

Concernant le premier point, l'IRSN considère que la démonstration de la qualification des relais auxiliaires des armoires de distribution électrique est indispensable au regard de leur importance pour la sûreté et qu'elle n'est pas acquise à ce jour. EDF a donc proposé de réaliser des essais sur certains relais auxiliaires pour conclure sur la qualification sismique de ceux-ci d'ici la mise en service de l'EPR-FA3. La spécification d'essais correspondante a été examinée et jugée satisfaisante par l'IRSN. Toutefois, l'IRSN considère qu'EDF doit identifier de manière plus systématique dans les armoires de distribution électrique les relais auxiliaires et justifier l'absence de dérive des caractéristiques fonctionnelles et électriques de ces relais en cas de séisme. **Ce point conduit l'IRSN à formuler la recommandation n°4, figurant en Annexe 1. L'IRSN considère que la réponse à cette recommandation est un préalable à la mise en service de l'EPR-FA3.**

Concernant le deuxième point, EDF s'est engagé à réaliser des essais d'échauffement complémentaires sur les armoires des chargeurs et onduleurs d'ici mars 2018. Des essais d'échauffement sont en cours sur les armoires basse tension visant le même objectif. **La réalisation de ces essais est jugée satisfaisante dans son principe et les éléments apportés feront l'objet d'un examen ultérieur.**

Concernant le dernier point, EDF s'est engagé à démontrer le bon comportement post-sismique des contacteurs de chute des grappes et des disjoncteurs d'arrêt automatique du réacteur d'ici mars 2018. **Les éléments apportés feront l'objet d'un examen ultérieur.**

Concernant les autres équipements examinés, l'IRSN note que la démonstration de la qualification des groupes électrogènes d'ultime secours est conditionnée aux résultats des essais de démarrage de ces groupes. EDF s'est donc engagé à transmettre pour fin juillet 2018 les résultats des essais réalisés sur site visant à mesurer la chute de

tension de l'alternateur des groupes électrogènes d'ultime secours lors du retestage des pompes ASG. Les éléments apportés feront l'objet d'un examen ultérieur.

### **3 CONCLUSIONS**

A l'issue de son analyse technique et sous réserve de la prise en compte des recommandations et observations en annexes, et de la réalisation des actions prévues par EDF, qui nécessiteront un examen ultérieur, l'IRSN estime que la qualification des équipements électriques faisant l'objet du présent avis pourra être prononcée. L'IRSN note que l'atteinte de cet objectif nécessite un effort particulier de la part d'EDF pour les équipements de la distribution électrique basse tension.

Pour le Directeur général et par délégation,

Thierry PAYEN

Adjoint à la Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs  
et des démarches de sûreté

## Recommandations

### Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF installe un dispositif visant à limiter les surtensions au niveau du circuit de commande des soupapes de sûreté du pressuriseur et des robinets principaux d'isolement du système de décharge à l'atmosphère de l'EPR-FA3. Dans l'attente de l'implantation sur site d'une solution pérenne et dûment qualifiée, un dispositif transitoire adapté devra être mis en œuvre dès les essais de manœuvrabilité des actionneurs.

### Recommandation n° 2 :

De sorte à pouvoir se prononcer sur la tenue vibratoire des sondes de température des circuits auxiliaires des motorisations des groupes motopompes de sûreté ASG, RRI et SEC, l'IRSN recommande qu'EDF :

- précise les modèles de sondes de surveillance des températures des circuits de refroidissement de ces groupes motopompes ;
- indique les accélérations auxquelles ces sondes ont été soumises lors des essais d'endurance vibratoire ;
- justifie la suffisance des sévérités retenues lors de ces essais au regard des accélérations mesurées lors des essais d'installation de ces pompes.

### Recommandation n° 3 :

De sorte à démontrer la qualification sismique des moto-ventilateurs de l'EPR-FA3 montés sur plots anti-vibratiles, l'IRSN recommande qu'EDF justifie, par des essais de vieillissement, que l'amortissement de ces plots restera conforme à l'attendu pour les déplacements maximaux estimés en cas de séisme.

### Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande qu'EDF :

- fournisse, au premier trimestre 2018, la liste des modèles de relais auxiliaires installés dans les tableaux de distribution électrique de l'EPR-FA3 ;
- justifie, en amont de la mise en service de l'EPR-FA3, l'absence de dérive des caractéristiques fonctionnelles et électriques de ces modèles de relais sur la base d'essais d'appréciation de leur comportement dans le temps et d'essais sismiques.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00375 du 4 décembre 2017

Observations

Observation n° 1 :

L'IRSN considère que l'installation de liaisons minérales robustes et qualifiées pour les chambres neutroniques Ex-Core devrait être envisagée dans les premières années d'exploitation de l'EPR-FA3 du fait de la vulnérabilité de ces liaisons aux opérations de connexions/déconnexions.

Observation n° 2 :

L'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter, avant la mise en service de l'EPR-FA3, les améliorations apportées à la fabrication du connecteur CCI lui permettant de se prémunir des phénomènes de fragilisation de broches observés lors des essais d'endurance (connexions/déconnexions).