

Fontenay-aux-Roses, le 18 juillet 2014

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N°** 2014-00284

**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF - Réacteur EPR de Flamanville 3  
Conception détaillée des systèmes - diesels principaux

**Réf.** Lettre ASN CODEP-DCN-2010-016232 du 25 mars 2010

Dans le cadre de l'instruction préalable de la demande de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3 (EPR-FA3), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande, par lettre citée en référence, l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conception détaillée des systèmes qui interviennent dans la démonstration de sûreté de ce réacteur.

Le présent avis porte sur les diesels principaux et leurs principaux circuits auxiliaires et vient en complément de :

- l'avis relatif à la conception détaillée des diesels d'ultime secours ;
- l'avis relatif à la diversification entre les diesels principaux et les diesels d'ultime secours ;
- l'avis relatif à la conception du système de conditionnement thermique des locaux de ces diesels (système DVD).

## **1 ROLE ET DESCRIPTION DES DIESELS PRINCIPAUX**

Le réacteur EPR-FA3 est doté de quatre diesels principaux requis pour gérer les situations de perte des alimentations électriques externes. Dans ces situations (appelées aussi MDTE : manque de tension externe), les diesels principaux alimentent en secours les systèmes nécessaires à la sauvegarde du cœur, de la piscine de désactivation du combustible et de l'enceinte de confinement. Chaque diesel est associé à l'une des quatre divisions électriques du réacteur. L'ensemble des groupes diesels est en attente à l'arrêt lorsque le réacteur est en régime normal et que les auxiliaires de sûreté sont alimentés par des sources externes.

Chaque diesel est composé d'un moteur, d'un alternateur et de différents circuits auxiliaires (alimentation de carburant, graissage, refroidissement...). Le moteur met en rotation l'alternateur qui produit l'électricité nécessaire à l'alimentation des systèmes de sauvegarde. Pour le démarrage, un conditionnement particulier au moyen de circuits auxiliaires de prégraissage et de préchauffage est nécessaire. Ce dispositif est complété pour les diesels principaux par un circuit d'admission d'air de lancement (air comprimé). Enfin, le fonctionnement des diesels est régulé et surveillé au travers de systèmes électriques, d'instrumentation et de contrôle-commande.

**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

Les deux bâtiments diesels, qui abritent chacun deux diesels principaux, sont séparés géographiquement de part et d'autre du bâtiment réacteur. Les deux diesels principaux présents dans un même bâtiment sont implantés dans des compartiments physiquement séparés.

## **2 DIMENSIONNEMENT DES DIESELS PRINCIPAUX**

L'IRSN souligne que le rapport de sûreté ne donne aucune indication concernant le dimensionnement des diesels principaux de l'EPR-FA3, notamment les situations d'accident ou d'agressions pour lesquelles le fonctionnement de ces diesels est requis. Lors de l'instruction, EDF a indiqué que les diesels principaux sont dimensionnés pour les situations suivantes :

- MDTE + accident de perte de réfrigérant primaire + incendie,
- MDTE + agression de type « grands froids ».

L'IRSN note qu'EDF considère que l'agression « grands froids » peut induire un MDTE. A ce titre, l'IRSN estime que la situation cumulant un grand froid et une condition de fonctionnement de référence (PCC) retenue dans le rapport de sûreté doit aussi considérer un MDTE induit par le grand froid. L'IRSN convient toutefois que pour le dimensionnement de ces diesels, la prise en compte des températures « grands froids » définies pour l'EPR standard conduirait à des marges importantes, en termes de puissance, compte tenu des températures « grands froids » du site de Flamanville. L'IRSN estimerait ainsi acceptable qu'EDF retienne, pour le dimensionnement des diesels principaux de l'EPR-FA3 vis-à-vis de la situation de « grand froid + MDTE induit + PCC », les températures « grand froid » définies pour le site de Flamanville (Recommandation n°1).

Sur la base des bilans de puissance des diesels principaux transmis par EDF, l'IRSN note que la marge de puissance disponible paraît faible à la lumière du retour d'expérience des réacteurs en exploitation qui montre un accroissement des charges des consommateurs secourus par les diesels au cours de la durée de fonctionnement du réacteur.

## **3 EXIGENCES ET CRITERES FONCTIONNELS DES DIESELS PRINCIPAUX**

Le rapport de sûreté présente les exigences et critères fonctionnels pour les diesels principaux. A cet égard, l'IRSN estime approprié le critère lié à l'autonomie minimale de 72 heures des diesels à pleine charge.

EDF retient l'hypothèse structurante d'une récupération certaine des sources électriques (une des sources électriques externes (réseau), ou les diesels principaux de division 1 et 4, ou les deux diesels d'ultime secours) après les 12 heures de la situation de perte totale des alimentations électriques afin de secourir les systèmes des divisions 1 et 4 requis en accident grave.

L'IRSN rappelle que, dans son avis relatif à la conception des diesels d'ultime secours, il a émis une recommandation compte tenu de cette hypothèse estimée peu crédible : elle sous-entend en effet l'absence de pannes « longues » des diesels et la possibilité de couplage en local des diesels principaux. Sur ce dernier point, EDF a présenté en fin d'instruction la procédure de démarrage et de couplage en local des diesels principaux et de fermeture hors tension des disjoncteurs 10 kV des jeux de barres correspondants. L'IRSN estime la procédure proposée par EDF satisfaisante.

#### **4 CLASSEMENT DES DIESELS PRINCIPAUX**

L'IRSN a examiné les classements de sûreté (fonctionnel, mécanique, sismique, électrique et contrôle-commande) retenus pour les diesels principaux et leurs circuits auxiliaires. De manière générale, l'IRSN considère que ces classements sont en adéquation avec le rôle pour la sûreté des diesels.

#### **5 PRISE EN COMPTE DES AGRESSIONS**

Le rapport de sûreté indique que les diesels principaux doivent être protégés contre toutes les agressions internes et externes envisagées pour l'EPR.

L'analyse de l'IRSN met en évidence des besoins de justifications complémentaires concernant la protection des diesels principaux contre les « grands froids » et l'incendie ainsi que pour le fonctionnement à long terme des diesels en cas de séisme.

##### - Grands froids

EDF a transmis une étude thermique relative aux bâtiments diesels en agression « grands froids ». L'IRSN estime que cette étude doit être complétée par une étude thermique relative aux bâtiments des auxiliaires de sauvegarde où se situent les batteries nécessaires au démarrage automatique et au couplage des diesels principaux. EDF a précisé que cette démonstration serait fournie dans le cadre du dépôt de la demande de mise en service du réacteur EPR-FA3.

##### - Incendie

EDF définit une sectorisation de sûreté de chaque bâtiment diesels qui doit assurer la séparation physique des diesels principaux et du diesel d'ultime secours de manière à ne pas perdre plus d'un train redondant d'un système classé F1 en cas d'incendie. Suite à l'analyse de l'IRSN, EDF a indiqué qu'il prévoyait une évolution du système d'extinction afin de respecter cette exigence en cas de défaillance d'un moyen d'extinction automatique. L'IRSN estime satisfaisante la position d'EDF.

##### - Fonctionnement des diesels principaux en cas de MDTE de longue durée induit par un séisme

En cas de MDTE, les diesels principaux peuvent être amenés à fonctionner, de façon continue, sur une durée significative (15 jours si le MDTE est consécutif à un séisme). EDF a indiqué que les quatre diesels principaux seraient maintenus en fonctionnement durant 15 jours. L'IRSN souligne que le fonctionnement sur une longue durée présente certains inconvénients, notamment une probabilité accrue de perte de l'ensemble des diesels ainsi qu'une consommation inutile de fioul nécessitant un ravitaillement, source de mode commun. Toutefois, l'IRSN constate que la conception actuelle ne permet pas de garantir le redémarrage d'un diesel principal après son arrêt, ce qui contraint fortement la gestion d'un MDTE long terme. De ce fait, l'IRSN estime qu'EDF doit prévoir des dispositions permettant, en situation de MDTE long terme, le redémarrage, en cas de besoin, de diesels principaux arrêtés (Recommandation n°2).

De plus, dans cette situation, EDF prévoit la réactivation, après 24 heures, des protections non-prioritaires des diesels qui doivent permettre d'éviter les pannes de longue durée. EDF a précisé la méthode de détermination des protections non-prioritaires à réactiver dont l'objectif est d'optimiser la disponibilité des diesels sur une durée de 15 jours. L'IRSN considère acceptable la méthode retenue par EDF.

EDF a par ailleurs indiqué que les mêmes seuils de déclenchement sont retenus que la protection soit prioritaire ou non mais avec une logique de déclenchement de ces protections différente : une logique de protection en 1 sur 3 est retenue pour les protections non-prioritaires afin d'améliorer le temps de détection des défauts et de limiter les potentielles dégradations. L'IRSN estime toutefois qu'EDF n'a pas montré que les seuils des protections non-prioritaires permettent d'arrêter le diesel avant sa dégradation inacceptable (Recommandation n°3).

## **6 CONCEPTION DES DIESELS PRINCIPAUX ET DE LEURS CIRCUITS AUXILIAIRES**

L'IRSN a examiné la conception des diesels principaux et de leurs circuits auxiliaires. Il ressort de cet examen les points suivants :

- Circuit haute température (préchauffage du moteur, régulation de la température de l'air)  
EDF a transmis des éléments visant à démontrer la capacité du diesel à fonctionner sans dommage jusqu'à la température retenue comme seuil de protection prioritaire déclenchant le diesel sur haute température du liquide du circuit de refroidissement. L'IRSN note que, compte tenu des incertitudes sur la mesure de la température du liquide de refroidissement, ce seuil est très proche de la limite technologique conduisant à l'ébullition du liquide de refroidissement et à la destruction du moteur à terme (Recommandation n°4).
- Risque de vibration en fonctionnement  
L'IRSN note qu'EDF a prévu des dispositions permettant de limiter la propagation des vibrations du diesel aux tuyauteries des circuits auxiliaires. Sur la base du retour d'expérience des réacteurs en exploitation, l'IRSN considère que ces dispositions sont insuffisantes pour démontrer que des niveaux de vibration dommageables ne seront pas atteints au cours de l'évolution du niveau d'huile dans le carter moteur (Recommandation n°5).
- Prise en compte du retour d'expérience du parc en exploitation  
EDF a présenté son analyse de la prise en compte du retour d'expérience du parc en exploitation pour la conception des diesels principaux de l'EPR. L'IRSN considère qu'EDF doit renforcer les dispositions prévues pour éviter le déboîtement des tuyauteries d'air de lancement des diesels observé sur certains réacteurs du parc en exploitation (Observation n°1).  
  
Par ailleurs, l'IRSN note qu'EDF a prévu des dispositions de protection contre les risques de corrosion externe des tuyauteries en acier noir des circuits de refroidissement des diesels du fait de l'environnement salin du site de Flamanville. L'IRSN estime que le retour d'expérience du parc en exploitation devrait conduire EDF à renforcer le suivi en exploitation (Observation n°2).

## **7 SUIVI EN EXPLOITATION**

Suite à l'analyse de l'IRSN, EDF a indiqué que l'intervalle entre deux essais périodiques des diesels principaux de l'EPR-FA3 sera de deux mois comme pour les diesels du parc en exploitation et que la maintenance des diesels principaux sera possible dans l'ensemble des conditions de températures extérieures (hors « grands froids »), ce qui est satisfaisant.

## **8 CONCLUSION**

En conclusion, à ce stade de l'instruction de la conception des systèmes du réacteur EPR-FA3, les analyses menées sur les diesels principaux mettent en évidence la nécessité de compléments de la part d'EDF pour permettre de statuer sur l'atteinte des objectifs de sûreté. L'IRSN estime que ces compléments, faisant l'objet des recommandations figurant en annexe, doivent être transmis dans un délai compatible avec le dépôt de la demande de mise en service du réacteur EPR-FA3.

Il convient par ailleurs de rappeler que la conception détaillée des systèmes de l'EPR-FA3 dépend étroitement d'un certain nombre d'études, notamment les études d'accident, les analyses des agressions et l'analyse des programmes de principe d'essais, qui ne sont pas toutes finalisées à ce jour.

Pour le directeur général, par ordre  
Sylvie CADET-MERCIER

Directrice des systèmes, des nouveaux  
réacteurs et des démarches de sûreté

## Recommandations

### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF retienne pour le dimensionnement des diesels principaux de l'EPR les situations « Grands froids + MDTE fonctionnel induit par le grand froid + PCC ». L'IRSN estimerait acceptable qu'EDF retienne, pour le dimensionnement des diesels principaux de Flamanville 3, la situation de « grand froid + MDTE induit + PCC » avec les températures « grand froid » définies pour le site de Flamanville.

### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF prévoit des dispositions (matérielles, organisationnelles) permettant de redémarrer un diesel principal si son arrêt était nécessaire lors d'une situation de MDTE long terme.

### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF définisse les seuils des protections non-prioritaires des diesels principaux, réactivées en cas de MDTE long terme, afin que le diesel soit arrêté avant sa dégradation inacceptable.

### Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF définisse le seuil de la protection prioritaire sur haute température du liquide de refroidissement du circuit HT afin de se prémunir de l'ébullition de ce liquide, eu égard aux incertitudes associées à la chaîne de mesure de la protection et ceci avec un haut niveau de confiance compte tenu des risques induits de perte des diesels.

### Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, par un essai de démarrage, que l'évolution de la masse d'huile dans le moteur diesel en fonctionnement n'est pas de nature à générer des niveaux vibratoires inacceptables pour les diesels principaux de l'EPR par atteinte d'une fréquence propre ou d'une harmonique.

## Observations

### Observation n° 1

L'IRSN estime qu'EDF devrait renforcer sur l'EPR les dispositions permettant d'éviter les risques de déboitement des tuyauteries d'air de lancement.

### Observation n° 2

Compte tenu du retour d'expérience sur la corrosion des tuyauteries en acier noir des circuits de refroidissement des diesels des tranches du parc en exploitation situés en bord de mer, l'IRSN estime qu'EDF devrait :

- mettre en place sur les tuyauteries un type de revêtement présentant la meilleure résistance à l'air salin ;
- s'assurer de la possibilité de réparer le revêtement de toutes les tuyauteries en acier noir de ces circuits ;
- mettre en œuvre un suivi en exploitation de ces équipements adapté à la cinétique de corrosion.