

Fontenay-aux-Roses, le 9 juillet 2014

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2014-00265**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF - Réacteur EPR de Flamanville 3
Conception détaillée des systèmes - Diesels d'ultime secours (SBO)**Réf.** Lettre ASN CODEP-DCN-2010-016232 du 25 mars 2010

La présente analyse de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) s'inscrit dans le cadre de l'examen de la conception détaillée des systèmes du réacteur EPR de Flamanville 3 (EPR-FA3) en réponse à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en référence.

Elle porte spécifiquement sur les diesels d'ultime secours et leurs principaux circuits auxiliaires (hors contrôle-commande) et s'appuie sur le Rapport de sûreté (RDS) transmise dans le cadre de la version de travail V2 du dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'EPR-FA3. Pour mémoire, la conception des diesels principaux ainsi que la diversification entre diesels principaux et diesels d'ultime secours ont par ailleurs déjà fait l'objet d'avis de l'IRSN.

1 RÔLE ET DESCRIPTION DES DIESELS D'ULTIME SECOURS

Le réacteur EPR-FA3 est doté de deux diesels d'ultime secours requis pour gérer les situations de manque de tension généralisé (MDTG) résultant de la perte des sources électriques externes (MDTE) suivie de la défaillance au démarrage ou en fonctionnement des quatre diesels principaux. Dans ces situations, les diesels d'ultime secours alimentent en secours les systèmes de sauvegarde des divisions électriques 1 et 4 requis pour amener et maintenir la tranche dans un état sûr.

Chaque diesel de secours 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. Le démarrage des diesels d'ultime secours nécessite de plus un circuit d'admission d'air de lancement (air comprimé) alimentant des démarreurs pneumatiques rotatifs. L'alimentation en fioul des diesels est effectuée par un système d'injection électronique haute pression (« common rail ») qui assure également la régulation de la vitesse et de la charge des diesels.

Les diesels d'ultime secours sont implantés chacun dans un des deux bâtiments diesels, séparés géographiquement de part et d'autre du bâtiment réacteur. Dans un bâtiment diesels, le diesel d'ultime secours est situé dans un local séparé physiquement des locaux dans lesquels sont situés les diesels principaux.

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

2 EXIGENCES FONCTIONNELLES ASSOCIEES AUX DIESELS D'ULTIME SECOURS

Mode de démarrage des diesels d'ultime secours

Le RDS précise que les diesels d'ultime secours sont toujours démarrés et couplés manuellement depuis la salle de commande après un délai de 30 minutes en situation de MDTG. Le dossier de système élémentaire relatif à ces diesels indique, quant à lui, qu'ils doivent avoir atteint leur vitesse nominale dans un délai de 15 secondes à l'issue d'une situation de MDTG. Par ailleurs, EDF a récemment indiqué que, suite à l'avancement des études d'accidents, le démarrage et le couplage des diesels d'ultime secours seraient automatiques dans la situation de MDTG dans les états où le circuit primaire est ouvert et non re-pressurisable (états Cb3 et D) et où l'inventaire primaire est faible. En conséquence, l'IRSN estime qu'EDF devrait préciser dans le RDS le délai et le mode de démarrage des diesels d'ultime secours dans les différentes situations de MDTG. Ce point fait l'objet d'une observation de la part de l'IRSN.

Dimensionnement des diesels d'ultime secours

L'IRSN souligne que le RDS V2 ne donne aucune indication précise concernant le dimensionnement des diesels d'ultime secours. Lors de l'instruction, l'IRSN a donc demandé à EDF de préciser et de justifier les situations (accidents, agressions, cumuls) prises en compte dans le dimensionnement des diesels d'ultime secours. L'IRSN n'a pas de remarque sur les situations présentées par EDF mais constate que ces diesels sont insuffisamment dimensionnés pour réalimenter l'ensemble des auxiliaires de sûreté requis dans certaines de ces situations :

- en situation de MDTG lorsque le réacteur est en puissance (état A), ce dimensionnement ne permet pas d'assurer le secours électrique de tous les systèmes de sauvegarde nécessaires à l'évacuation de la puissance résiduelle des assemblages combustibles présents en cœur et des assemblages combustibles usés en piscine de désactivation. EDF envisage d'utiliser les deux diesels d'ultime secours pour la gestion du MDTG côté cœur, la puissance de ces diesels n'étant alors pas suffisante pour alimenter électriquement la 3^{ème} file du circuit de refroidissement de l'eau de la piscine (PTR) suite à la perte des deux premières files PTR provoquée par le MDTG. A cet égard, l'IRSN note qu'EDF retient une stratégie de conduite de la piscine consistant à compenser l'évaporation due à l'ébullition de l'eau de la piscine par un appoint d'eau. L'IRSN constate que le dimensionnement des diesels d'ultime secours ne permet donc pas, dans cette situation, de répondre de manière satisfaisante à la Directive technique G.1 indiquant que la vraisemblance d'une ébullition de l'eau dans la piscine devra être réduite par des améliorations adéquates, notamment des systèmes support du système de refroidissement. L'IRSN rappelle que les situations de fusion des assemblages en piscine de désactivation doivent être « pratiquement éliminées » et ce dans toutes les situations de perte du refroidissement y compris celle du MDTG en état A. L'IRSN estime, qu'à ce jour, EDF n'a pas justifié le caractère « pratiquement éliminé » de cette situation ;
- en cas de MDTG, l'apparition d'une brèche aux joints des pompes primaires (GMPP) ne peut être exclue (en cas de non-activation ou de défaillance du dispositif d'étanchéité à l'arrêt des GMPP (DEA)). EDF s'est engagé à étudier cette situation accidentelle qu'il n'avait initialement pas considérée, ce qui est satisfaisant sur le principe. EDF n'a toutefois présenté ni l'étude d'accident de MDTG avec brèche aux joints des GMPP, ni les actions de conduite nécessaires à sa gestion, notamment en ce qui concerne la gestion des charges à reprendre par les diesels

d'ultime secours, ce qui ne permet pas de statuer sur le dimensionnement adéquat de ces diesels vis-à-vis de la situation accidentelle « MDTG + brèche ». EDF a cependant confirmé qu'un seul diesel d'ultime secours ne disposait pas d'une puissance suffisante pour alimenter dans cette situation à la fois une pompe du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) et une pompe du système d'injection de sécurité nécessaires à l'évacuation de la puissance résiduelle et au maintien de l'inventaire en eau du circuit primaire.

Afin d'éviter une défaillance à la sollicitation des diesels d'ultime secours en regard de leur puissance disponible limitée et de la puissance appelée par certains gros consommateurs, EDF a prévu des dispositions particulières sur certains systèmes. Ainsi, les lignes du système ASG sont équipées de vannes permettant de limiter la puissance appelée sur le diesel lors du démarrage de ce système. De plus, une séquence particulière de prise de charge (arrêt/démarrage) est mise en œuvre pour le système DVD assurant le conditionnement thermique des locaux des diesels. L'IRSN considère que ces dispositions particulières peuvent défiabiliser le fonctionnement des systèmes ASG et DVD mais également des diesels eux-mêmes.

L'ensemble de ces constats conduit l'IRSN à formuler une recommandation concernant le dimensionnement des diesels d'ultime secours (Recommandation n°1).

Autonomie des réserves en fioul et en huile

Les systèmes auxiliaires des diesels d'ultime secours doivent permettre le fonctionnement de chaque groupe pendant 24 heures consécutives à pleine charge : en effet, EDF considère qu'une alimentation électrique externe ou un diesel principal pourra être récupéré au plus tard 24 heures après le début du MDTG.

Sur la base des éléments fournis par EDF, l'IRSN estime peu crédible la récupération d'un diesel principal dans un délai de 24 heures. L'IRSN estime donc que des dispositions sont nécessaires pour assurer que les diesels d'ultime secours seront en capacité de fonctionner au-delà de 24 heures, malgré leur autonomie en fioul et huile limitée à 24 heures à la conception. EDF a indiqué qu'il valoriserait des dispositions définies suite à l'accident survenu à Fukushima en 2011 pour réalimenter ces diesels en fioul et en huile. L'IRSN estime qu'EDF devra appliquer à ces dispositions des exigences permettant d'en garantir la disponibilité, y compris vis-à-vis d'une situation de MDTG induite par un séisme (Recommandation n°2).

3 RECUPERATION ET DEMARRAGE DES DIESELS D'ULTIME SECOURS DANS LES SITUATIONS DE MDTG ET DE PERTE TOTALE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES (PTAE)

Démarrage en local des diesels d'ultime secours dans les situations de MDTG

L'IRSN constate que la gestion de la situation de MDTG nécessite la mise en service des diesels d'ultime secours depuis la salle de commande dans un délai de 30 minutes. Ceci suppose de disposer des batteries « 2 heures » des divisions électriques correspondantes qui permettent le démarrage et le couplage des diesels depuis la salle de commande.

L'IRSN souligne que la perte des batteries « 2 heures » des divisions électriques conduirait à ne pas pouvoir démarrer les diesels principaux et les diesels d'ultime secours depuis la salle de commande. L'IRSN estime nécessaire qu'EDF présente sa stratégie pour gérer une telle situation (Recommandation n° 3).

Démarrage des diesels d'ultime secours dans une situation de MDTG résultant d'un MDTE avec une perte décalée dans le temps des diesels principaux

Sur l'EPR-FA3, lors d'une perte des alimentations électriques externes, les diesels d'ultime secours ne sont démarrés qu'après la perte de l'ensemble des diesels principaux : la situation de MDTG induite par la perte décalée dans le temps des diesels principaux n'a pas été considérée par EDF à la conception.

Les aérothermes du système DVD de chauffage des locaux des diesels d'ultime secours sont secourus uniquement par les diesels principaux de la même division : en cas de perte en cascade des diesels principaux 1 et 4, puis 2 et 3 plusieurs heures plus tard, et pour des températures extérieures basses, la température dans le local d'un diesel d'ultime secours pourrait donc descendre en dessous de la température minimale de 5°C requise pour son démarrage ; ce point a déjà fait l'objet d'une recommandation de l'IRSN dans le cadre de l'avis relatif à la conception du système DVD.

En outre, les systèmes de pré-graissage et de préchauffage des diesels d'ultime secours ne sont pas classés de sûreté et, en conséquence, pas secourus électriquement. De ce fait, dès l'apparition d'un MDTE, ces systèmes sont indisponibles. Au cours de l'instruction, EDF a justifié que le démarrage des diesels reste possible en l'absence de pré-graissage. Cependant, il n'a pas apporté de démonstration équivalente concernant le démarrage des diesels d'ultime secours en l'absence de préchauffage du bloc moteur et de l'huile de graissage, ce qui motive la Recommandation n° 4.

Récupération et démarrage des deux diesels d'ultime secours à l'issue d'une situation de PTAE

EDF retient l'hypothèse structurante d'une récupération certaine des sources électriques 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. Ceci suppose d'avoir récupéré l'alimentation électrique de ces systèmes, c'est-à-dire de disposer à nouveau soit d'une des sources électriques externes (réseau), soit des diesels principaux de division 1 et 4, soit des deux diesels d'ultime secours. Cette récupération est indispensable au respect du profil de qualification des équipements requis dans les situations d'accident grave et à la limitation des rejets.

L'IRSN estime peu crédible l'hypothèse d'EDF de récupération certaine des alimentations électriques dans un délai de 12 heures car elle sous-tend l'absence de « pannes longues » sur les diesels ou la récupération du réseau dans ce délai qui apparaît trop court (notamment si le réseau a été perdu suite à une agression externe). En conséquence, l'IRSN estime qu'EDF doit mettre en œuvre des dispositions permettant de faire face à une situation de PTAE d'une durée supérieure à 12 heures. Ce point fait l'objet de la Recommandation n° 5 de l'IRSN.

4 EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE SUIVI EN EXPLOITATION DES DIESELS D'ULTIME SECOURS

Exigences de conception

Concernant les exigences de classement (fonctionnelle, sismique, mécanique) l'IRSN estime que, de façon générale, les niveaux de classements retenus par EDF sont satisfaisants. Cependant, vis-à-vis des situations de MDTG induites par la perte décalée dans le temps des diesels principaux, le classement de la fonction « préchauffage des circuits auxiliaires » pourrait s'avérer nécessaire compte tenu de son rôle de conditionnement thermique du bloc moteur nécessaire au démarrage des diesels : ce point est traité dans la Recommandation n°4 de l'IRSN.

Les diesels d'ultime secours ne sont pas utilisés dans les conditions de fonctionnement de référence (PCC). En conséquence, l'IRSN convient avec EDF que le critère de défaillance unique ne s'applique pas à la conception de ces équipements.

L'IRSN estime par ailleurs satisfaisant le niveau de séparation géographique et physique des diesels entre eux mis en œuvre par EDF vis-à-vis des risques de défaillance de cause commune associés aux agressions.

L'IRSN rappelle également qu'il s'est déjà prononcé, dans le cadre d'un précédent avis, sur le niveau de diversification obtenu entre les diesels principaux et d'ultime secours.

Exigences de suivi en exploitation

L'IRSN considère qu'EDF ne doit pas procéder simultanément à la maintenance préventive d'un diesel principal et d'un diesel d'ultime secours. De plus, l'IRSN rappelle qu'EDF doit privilégier la maintenance des diesels dans les états du réacteur dans lesquels ils ne sont pas requis. Cette préoccupation fait l'objet de la Recommandation n°6.

Concernant les essais périodiques des diesels d'ultime secours, EDF prévoit de les réaliser tous les deux mois. Ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Par ailleurs, l'IRSN a noté que le cahier des spécifications techniques applicable aux groupes électrogènes de secours des centrales nucléaires précise que les groupes doivent pouvoir supporter, sans dommage mécanique, les couplages sur le réseau de transport avec un écart de phase de 120 à 180 degrés au moins deux fois dans la durée de vie du matériel. La prise en compte de cette exigence a conduit, pour les diesels d'ultime secours, à la mise en place d'un limiteur de couple assurant la désolidarisation du moteur et de l'alternateur en cas de dépassement du couple résultant d'un tel déphasage.

L'IRSN rappelle que les diesels SBO sont équipés d'un synchro-coupleur qui interdit tout couplage, même en manuel, du diesel si le déphasage est supérieur à 20 degrés par rapport au réseau. EDF justifie la mise en place du limiteur de couple pour protéger les diesels SBO lors des essais périodiques dans les cas où le synchro-coupleur serait défaillant et que l'opérateur procéderait néanmoins au couplage du diesel et que, lors de ce couplage, il existerait une différence de phase importante avec le réseau.

L'IRSN estime que l'ajout limiteur de couple, dont l'objectif est de protéger le diesel lors de la réalisation des essais périodiques, est de nature à défiabiliser son fonctionnement en situation de MDTG et ne va pas nécessairement dans le sens de la sûreté. L'IRSN rappelle à cet égard, qu'il convient de privilégier, au moins à court terme avant 24 heures, un fonctionnement du type « marche ou crève » des diesels.

5 CONCLUSION

En conclusion, à ce stade de l'instruction de la conception des systèmes du réacteur EPR-FA3, les analyses menées sur les diesels d'ultime secours mettent en évidence la nécessité de compléments afin de respecter les objectifs et exigences de sûreté assignés à ce réacteur. L'IRSN estime que ces compléments 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 des études d'accident et des analyses relatives aux agressions, 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 :

- justifie que la situation de fusion du combustible entreposé dans la piscine de désactivation en situation de MDTG en état A (affectant à la fois le cœur et la piscine BK) pour laquelle la troisième file PTR n'est pas valorisable selon EDF est « pratiquement éliminée » ;
- démontre la capacité des diesels d'ultime secours à assurer le secours électrique des équipements nécessaires à la gestion de la situation accidentelle de MDTG, en tenant compte d'une brèche aux joints des pompes primaires ainsi que des appoints à effectuer à la piscine de désactivation, en précisant les puissances appelées sur les deux diesels d'ultime secours à chaque étape de la gestion de ces situations ;
- étudie l'impact des dispositions particulières mises en œuvre sur les systèmes ASG et DVD sur la fiabilité de ces systèmes d'une part, ainsi que sur celle des diesels d'ultime secours d'autre part. EDF devra également préciser les conséquences d'une défaillance de ces dispositions ;
- étudie les évolutions de conception qui permettraient d'augmenter la puissance électrique disponible pour gérer des situations de MDTG (avec et sans brèche primaire) affectant à la fois le cœur et la piscine de désactivation, et secourir notamment la troisième file PTR.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF applique aux dispositifs qui seront mis en œuvre pour augmenter l'autonomie des diesels d'ultime secours (fioul et huile) dans les situations de MDTG supérieures à 24 heures, que ces situations soient induites ou non par un séisme, les exigences nécessaires à la garantie de leur disponibilité dans le temps (qualité de réalisation, exigences sous séisme adaptées, suivi en exploitation ...).

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF présente la stratégie de gestion d'une situation de MDTG nécessitant le démarrage et le couplage manuel en local des diesels d'ultime secours suite à la perte des batteries 2 heures des divisions dans le délai retenu dans les études pour les actions en local (délai minimal d'une heure).

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF démontre que les températures dans les halls des diesels d'ultime secours restent compatibles avec leur démarrage dans tous les scénarios de MDTG avec perte décalée des diesels principaux (en tenant compte de l'ensemble des fonctions support aux diesels d'ultime secours). Le cas échéant, EDF devra définir des dispositions supplémentaires bénéficiant d'exigences adaptées et ne nuisant pas à l'indépendance entre les divisions électriques.

Recommandation n° 5

EDF retient l'hypothèse structurante d'une récupération certaine des sources électriques avant 12 heures en situation de perte totale des alimentations électriques (situation RRC-B de « PTAE »). L'IRSN considère que cette hypothèse, qui sous-entend l'absence de pannes « longues » des diesels ou la récupération certaine du réseau en 12 heures, apparaît peu crédible ce qui met en cause la robustesse de la démonstration de sûreté de la situation de PTAE. Il recommande qu'EDF présente, à l'échéance du dépôt du dossier de mise en service, les solutions qu'il envisage de mettre en œuvre en cas de situation de PTAE de durée supérieure à 12 heures pour respecter les objectifs radiologiques associés à ces situations.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande que la maintenance préventive sur un diesel d'ultime secours ne soit pas concomitante à celle d'un autre diesel (d'ultime secours ou principal). Pour le diesel d'ultime secours de la division 4, l'IRSN recommande que la maintenance préventive soit réalisée de préférence dans l'état F cœur déchargé, le diesel n'étant plus requis dans cet état.

Observation

Observation :

L'IRSN estime qu'EDF devrait préciser dans le RDS le délai et le mode de démarrage des diesels d'ultime secours dans l'ensemble des situations de MDTG.