

Fontenay-aux-Roses, le 20 janvier 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2017-00025

Objet : REP - EPR - Essais de démarrage de Flamanville 3 - INB n° 167
Programmes d'essais de démarrage des systèmes LH/LG et des pseudo-systèmes
BAS, COC et PDS.

Réf. : [1] Décision de l'ASN n°2013-DC-0347 du 7 mai 2013
[2] Lettre ASN CODEP-DCN-2014-031467 du 7 juillet 2014
[3] Avis IRSN - 2016-00370 du 30 novembre 2016

Conformément aux prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) fixées par la décision en référence [1], Électricité de France (EDF) a établi un programme d'essais de démarrage visant à s'assurer de la conformité de l'installation, telle que construite, aux exigences de sûreté retenues à la conception. EDF justifie la suffisance de ce programme en démontrant la complémentarité des essais ainsi prévus aux autres contrôles et essais qui contribuent également à la vérification de la conformité de l'installation (contrôle de fin de montage, essais réalisés en usine, essais particuliers réalisés sur d'autres réacteurs du même type). À ces essais de démarrage sont associés des critères¹ permettant de valider le respect des exigences de sûreté.

EDF a construit son programme d'essais par système élémentaire, par type d'équipements (pompes, robinets...) et par thématique à caractère transverse (vérification du comportement de l'installation en cas de perte d'alimentations électriques par exemple). Les essais correspondants sont définis au sein de programmes de principe d'essais (PPE) et de guides types (GT) d'essais. Les PPE présentent le but des essais, les principes de leur réalisation et les critères à observer, mais ne décrivent pas dans le détail les modes opératoires qui sont présentés dans les procédures d'exécution d'essais (PEE), non transmises en totalité à ce jour par EDF.

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

¹ Critère de « Sûreté » (S) : le non-respect de ce critère compromet l'aptitude de tout ou partie d'une fonction de sûreté à assurer sa mission telle que définie dans le rapport de sûreté ou une hypothèse déterminante choisie pour les conditions de fonctionnement décrites dans les études d'accidents.

Critère « Important pour la sûreté » (I) : le non-respect de ce critère compromet au premier degré et de manière sûre le bon fonctionnement d'un équipement classé de sûreté, pendant tout le temps où cet équipement est nécessaire pour assurer une ou des fonctions de sûreté.

L'ASN a demandé, par lettre citée en référence [2], l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'exhaustivité et la suffisance des programmes d'essais de démarrage définis par EDF. Le présent avis expose les conclusions de l'analyse de l'IRSN sur les programmes de principe d'essais des systèmes de distribution électrique 10 kV normale et secourue, respectivement repérés LG et LH, et des pseudo-systèmes² de basculement des sources 10 kV (BAS), de fonctionnement en cas d'indisponibilité (partielle ou totale) des systèmes de contrôle-commande (COC) et des pertes de sources (PDS).

La distribution électrique de l'EPR

Le rôle de la distribution électrique est d'alimenter en électricité les équipements de l'installation nécessaires à son fonctionnement, que ce soit en fonctionnement normal, en situation incidentelle ou accidentelle. Chaque équipement est alimenté électriquement par un niveau de tension défini selon sa puissance.

Le réseau électrique se compose d'un réseau externe et d'un réseau interne. Le réacteur est relié au réseau électrique externe par l'intermédiaire d'une ligne principale et d'une ligne auxiliaire (utilisée en secours de la ligne principale). Le réseau électrique externe est raccordé au réseau électrique interne par l'intermédiaire de deux transformateurs de soutirage (TS) et d'un transformateur auxiliaire (TA). Le réseau interne comporte quatre trains électriques composés chacun d'une section électrique alimentant l'ensemble des équipements de l'îlot conventionnel et d'une division électrique alimentant les équipements de l'îlot nucléaire. Le réseau électrique interne peut être alimenté soit par la ligne externe principale ou par l'alternateur principal en situation d'îlotage via les TS, soit par la ligne externe auxiliaire via le TA après un basculement TS/TA. Chaque division électrique comprend un groupe électrogène principal de secours. Il existe donc quatre groupes électrogènes redondants. Par ailleurs, un groupe électrogène d'ultime secours est également disponible dans deux divisions.

Analyse de l'IRSN

L'IRSN a, d'une part examiné le contenu des programmes de principe d'essais dédiés à la distribution électrique, c'est-à-dire les PPE LG/LH, BAS, COC et PDS, d'autre part vérifié, de façon transverse, la complétude et l'exhaustivité des essais des équipements de la distribution électrique.

Essais relatifs aux systèmes LG et LH

Les essais de démarrage des systèmes LG et LH consistent à vérifier la conformité des équipements appartenant à ces systèmes aux exigences retenues à la conception ainsi que leur fonctionnement d'ensemble. Les premiers essais de basculement de sources électriques sont décrits dans ces PPE et sont complétés par les essais du pseudo-système BAS.

L'IRSN considère que les PEE LG et LH 011, décrites dans les PPE, manquent de précisions et qu'elles devraient en particulier renvoyer aux guides types décrivant les essais effectués sur ces équipements.

Ce point fait l'objet de l'observation en annexe 2.

² Par pseudo-système, on entend un regroupement de tout ou parties de plusieurs systèmes qui participent à une même fonction, par exemple le pseudo-système de conformité « PDS » permet de regrouper et d'analyser les pertes de sources électriques.

Certains actionneurs alimentés directement par les tableaux LG et LH peuvent recevoir des ordres de mise en marche ou d'arrêt provenant de différents systèmes. Une cellule spécifique (dite cellule « PACS ») installée dans le tableau permet alors de sélectionner l'ordre le plus prioritaire. Ces cellules font l'objet d'essais de démarrage dédiés qui visent notamment à valider la fonction logique qu'elles réalisent. Ces essais ont déjà été examinés par l'IRSN [3].

Essais relatifs au pseudo-système BAS

Les essais de démarrage du pseudo-système BAS consistent à vérifier le fonctionnement des automatismes et des équipements intervenant lors des basculements de sources électriques. Ils permettent également de valider la sélectivité des protections électriques qui évite la propagation d'un défaut électrique à l'ensemble du réseau électrique interne.

L'IRSN a vérifié que les essais du pseudo-système BAS sollicitent l'ensemble des équipements qui interviennent lors des basculements de source 10 kV et couvrent les situations prises en compte dans le rapport de sûreté (RDS) concernant les pertes de source 10 kV, telles que les situations d'îlotage, de basculement TS/TA ou de basculement sur les groupes électrogènes principaux. L'IRSN a également vérifié que les protections électriques intervenant de manière sélective en cas de défaut électrique sur le réseau 10 kV sont testées. Ces essais n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

Essais relatifs au pseudo-système COC

Les essais du pseudo-système COC visent à s'assurer du bon comportement de l'installation dans le cas d'une indisponibilité, partielle ou totale, des systèmes de contrôle-commande.

La perte de deux divisions dans le domaine d'exploitation d'arrêt normal sur le système d'injection de sécurité en mode refroidissement du réacteur à l'arrêt (AN/RIS-RA) est exclue car la maintenance n'est pas autorisée dans ce domaine. En conséquence, EDF précise qu'il n'est pas nécessaire de réaliser un essai en AN/RIS-RA en considérant la perte de deux divisions.

Or l'IRSN considère que le réacteur peut se trouver dans le domaine d'exploitation d'arrêt normal sur les générateurs de vapeur (AN/GV) ou à pleine puissance avec un groupe électrogène de secours en maintenance, nécessitant son repli dans le domaine d'exploitation AN/RIS-RA du fait d'un événement fortuit conduisant à la perte de tension du contrôle-commande, donc d'une seconde division. L'IRSN estime donc que le comportement de l'installation en cas de perte de deux divisions doit être testé lors des essais du pseudo-système COC, dans le domaine d'exploitation AN/RIS-RA. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Essais relatifs au pseudo-système PDS

Les essais de démarrage du pseudo-système PDS ont pour but de valider les fonctions utilisées lors de la conduite du réacteur en situations de manque de tension généralisé (MDTG) et de perte totale des alimentations électriques (PTAE).

L'IRSN a analysé les essais de démarrage relatifs à la gestion des situations de MDTG correspondant à la perte des TS, du TA et des groupes électrogènes principaux de secours, et de PTAE correspondant à une situation de cumul d'un MDTG et de l'indisponibilité des groupes électrogènes d'ultime secours. Lors de ces essais, le délestage et le restage des équipements alimentés par les groupes électrogènes d'ultime secours en situation de MDTG sont vérifiés sans solliciter l'ensemble des équipements électriques potentiellement requis en service. L'IRSN considère qu'un échec des commandes groupées de délestage et de restage pourrait conduire à l'arrêt du groupe électrogène d'ultime secours compte tenu des faibles marges de puissance disponibles et ainsi remettre en cause l'accomplissement des fonctions de sûreté qu'il supporte. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

Examen transverse

Afin de s'assurer de la complétude et de l'exhaustivité des essais de la distribution électrique, l'IRSN a vérifié que :

- chaque équipement de la distribution électrique est testé au moins une fois ;
- chaque composant des cellules des tableaux électriques est testé au moins une fois ;
- l'ensemble de la distribution électrique est testé dans toutes les plages possibles de fonctionnement (tension/fréquence) et la détection des courts-circuits est vérifiée ;
- toutes les configurations de fonctionnement et tous les basculements de source sont testés.

Seuls les deuxième et troisième points appellent des remarques de la part de l'IRSN.

Lors des essais fonctionnels des systèmes LH et LG, chaque cellule des tableaux est testée. Cependant, certaines cellules contiennent des transformateurs de courant qui donnent une mesure du courant de puissance circulant dans la protection électrique. Or ces transformateurs de courant ne sont vérifiés que visuellement. L'IRSN considère que le simple contrôle visuel du rapport de transformation inscrit sur la plaque signalétique de ces transformateurs n'est pas suffisant et qu'une mesure de ce rapport de transformation, au titre des essais de démarrage, devrait être réalisée. En effet, l'IRSN rappelle l'importance du rôle de ces transformateurs de courant qui sont nécessaires pour assurer la sélectivité totale des protections électriques et permettre l'indépendance électrique entre les divisions en cas de défaut électrique, ce qui contribue à prévenir la propagation d'un défaut d'un équipement non classé de sûreté aux équipements classés de sûreté et le risque d'incendie. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

Les essais de vérification de la sélectivité sur la distribution « basse tension » sont exclus de cette analyse. Toutefois, lorsque cette sélectivité est assurée par des disjoncteurs munis de déclencheurs, celle-ci n'est testée ni lors des essais de démarrage, ni périodiquement en exploitation. Or l'IRSN estime que ces disjoncteurs ont un rôle important dans la séparation entre les équipements classés de sûreté et non classés de sûreté en cas de défaut électrique. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe 1.**

Enfin, le réseau électrique doit être capable de fonctionner dans les plages normales et exceptionnelles de variation de tension et de fréquence spécifiées dans le RCC-E³. Ces conditions de fonctionnement n'étant pas vérifiables lors des essais de démarrage, EDF doit préciser comment il s'assure du bon fonctionnement de la distribution électrique pour toutes les plages de variation de tension et de fréquence possibles. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe 1.**

Conclusion

Sous réserve de la prise en compte des recommandations en annexe 1, l'IRSN estime que les programmes de principe d'essais des systèmes LH et LG et des pseudo-systèmes BAS, COC et PDS présentés par EDF sont satisfaisants.

Pour le Directeur général et par délégation,

Thierry PAYEN

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

³ RCC-E : ensemble de règles de conception et construction des matériels électriques des îlots nucléaires.

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF teste, lors des essais de démarrage, le comportement de l'installation en cas de perte de deux divisions électriques dans le domaine d'exploitation AN/RIS-RA dans la mesure où il n'est pas exclu de devoir replier le réacteur dans ce domaine d'exploitation de manière fortuite.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, lors des essais de démarrage, le fonctionnement des commandes groupées de délestage et de relestage des groupes électrogènes d'ultime secours en sollicitant l'ensemble des équipements électriques potentiellement requis en service. Ces essais seront affectés d'un critère S.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF définisse, avant la mise en service du réacteur, des essais de démarrage pour vérifier le fonctionnement des transformateurs de courant de l'ensemble des tableaux de la distribution électrique.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF étudie les modes de défaillance des disjoncteurs munis de déclencheurs qui pourraient remettre en cause la sélectivité des protections électriques requise dans la démonstration de sûreté. Le cas échéant, l'IRSN recommande qu'EDF montre que ces défaillances sont détectables et étudie la faisabilité d'essais permettant de garantir la disponibilité de ces disjoncteurs.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF démontre que la distribution électrique fonctionne telle que définie à la conception pour les plages normales et exceptionnelles de variation de tension et de fréquence du RCC-E (ensemble de règles de conception et construction des matériels électriques des îlots nucléaires).

Observation

L'IRSN estime qu'EDF devrait compléter les procédures d'exécution d'essais LH et LG 011 en listant les équipements électriques concernés et en faisant référence aux paragraphes des guides types décrivant les essais à réaliser sur ces équipements.