

Fontenay-aux-Roses, le 12 janvier 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N° 2017-00013**

**Objet :** REP - EPR - Essais de démarrage de Flamanville 3 - INB N° 167  
Programme d'essais de démarrage du système de protection du réacteur (RPR)

**Réf. :** [1] Décision de l'ASN n° 2013-DC-0347 du 7 mai 2013  
[2] Lettre ASN CODEP-2014-031467 du 7 juillet 2014

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 notamment 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 critères<sup>1</sup> permettant de valider le respect des exigences de sûreté.

EDF a construit son programme d'essais de démarrage 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 principes d'essais (PPE) ou de guides types d'essais (GT). Les PPE présentent le but des essais, les principes de leur réalisation et les critères à vérifier, 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.

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 porte sur le programme de principes d'essais du système de protection du réacteur (RPR), plus particulièrement sur la partie de ce système qui élabore les ordres F1A de protection et de sauvegarde.

**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

---

<sup>1</sup> 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.

### Rôle du système RPR

Le système de protection du réacteur (RPR) est un système d'instrumentation et de contrôle-commande<sup>2</sup>, principalement réalisé à partir d'automates programmables. Il assure les fonctions de protection et de sauvegarde du réacteur ainsi que des fonctions de gestion d'un accident grave en cas de perte totale des alimentations électriques internes et externes (PTAE). Pour ces fonctions, il assure l'interface avec les moyens de conduite de la salle de commande.

Le système RPR est ainsi composé des systèmes suivants :

- **le système de protection (PS)**, classé F1A, qui surveille en permanence l'état du réacteur et met en œuvre les fonctions automatiques permettant de limiter, à court terme, les conséquences des incidents et des accidents. En cas de franchissement de seuils prédéfinis, le PS demande l'arrêt automatique du réacteur et déclenche les actions de sauvegarde nécessaires telles que l'injection d'eau borée dans le circuit primaire ou l'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur ;
- **le système de préconditionnement de l'instrumentation (PIPS)**, classé F1A, qui gère l'acquisition des signaux issus des capteurs, les conditionne et les met à disposition des systèmes de contrôle-commande ;
- **le système de contrôle-commande accident grave (CCAG)**, classé F2, qui élabore les fonctions dédiées à la gestion d'un accident grave. Indépendant du PS grâce à l'utilisation de modules de découplage et de fibres optiques, sa défaillance n'affecte pas le PS et inversement.

### Principes des essais de démarrage du système RPR

Les essais du système RPR sont réalisés en deux phases :

- une première réalisée sur plateforme : des essais fonctionnels sont effectués sur une plateforme d'essais dédiée afin de s'assurer que les traitements réalisés dans le système RPR sont conformes aux exigences fonctionnelles qui lui sont associées. Cette plateforme permet de reproduire les différents états physiques du réacteur ; les capteurs et actionneurs du réacteur sont simulés par des dispositifs électroniques. Ces essais sont réalisés avec les armoires du système RPR dans leur configuration définitive ;
- une seconde réalisée sur site : à l'issue des essais « plateforme », les armoires du système RPR sont déconnectées, transportées sur site puis reconnectées entre elles ainsi qu'aux capteurs et actionneurs du réacteur. Conformément au PPE du système RPR, des vérifications et essais de montage sont alors réalisés afin de s'assurer des différentes connexions (instrumentation, actionneurs et systèmes en interface).

Pour les essais sur site, EDF a défini une démarche de mise en service progressive des équipements (mise sous tension division par division des armoires puis des quatre divisions et essais des interfaces internes puis externes avec les autres systèmes de contrôle-commande), jusqu'à une mise en service opérationnelle du système RPR.

---

<sup>2</sup> Le contrôle-commande regroupe l'ensemble des capteurs, dispositifs de visualisation et de commande, calculateurs, relais et actionneurs.

### Analyse des essais du système RPR

L'analyse de l'IRSN a porté sur le contenu et l'exhaustivité des contrôles et des essais sur site définis par EDF.

Seuls les essais de démarrage des équipements nécessaires à l'élaboration des ordres F1A de protection et de sauvegarde, ont été examinés, c'est-à-dire ceux relevant des systèmes PS et PIPS. Les essais du CCAG, système classé F2, sont exclus du périmètre de l'analyse.

L'IRSN convient qu'une vérification approfondie de la logique interne du système de protection ne peut être réalisée qu'en plateforme d'essais dédiée. En effet, seul cet environnement permet de simuler un grand nombre d'états du procédé et de vérifier le comportement attendu du système.

La logique interne contenue dans les armoires de ce système, testée lors des essais réalisés en plateforme, n'a ensuite plus été modifiée jusqu'à l'installation sur le site. Seules les liaisons entre armoires et les connexions avec les systèmes en interface ont été modifiées. Ainsi, l'IRSN considère acceptable que les essais sur site du système RPR consistent essentiellement à vérifier les interfaces internes (liaisons inter-armoires) et externes.

En outre, l'IRSN estime que les essais sur plateforme qui nécessitent d'être reproduits sur site, au titre des essais de démarrage du RPR, sont reconduits et adaptés de façon satisfaisante ; l'IRSN n'a pas identifié d'essai manquant dans cette démarche.

Au vu de l'analyse du PPE du système RPR, l'IRSN estime que :

- par conception, l'absence de message d'erreur et d'alarme garantit le bon fonctionnement des réseaux informatiques reliant les armoires du système de protection du réacteur et garantit qu'elles sont correctement connectées. Pour les connexions internes au système RPR réalisées sans réseau informatique, le PPE du système RPR détaille de manière satisfaisante les principes d'essais, ce qui permet à l'exploitant de s'assurer que chacune de ces connexions est correctement réalisée ;
- la vérification des connexions associées aux entrées et sorties du système RPR vers les capteurs et les actionneurs est jugée satisfaisante ;
- la vérification des connexions entre le système RPR et les systèmes de contrôle-commande en interface, est également satisfaisante.

De plus, l'IRSN estime que les essais de vérification de l'alimentation électrique des armoires de contrôle-commande, qui concernent également les capteurs alimentés par la carte d'acquisition du PIPS (les thermocouples par exemple) sont satisfaisants<sup>3</sup>.

**En conclusion, l'IRSN estime que le périmètre des essais définis dans le PPE du système RPR est satisfaisant.**

Cependant, il note que ces essais ne visent pas à tester, de façon complète, les chaînes fonctionnelles impliquant le système RPR, depuis les capteurs jusqu'aux actionneurs.

---

<sup>3</sup> Les essais des capteurs alimentés par une alimentation indépendante n'ont pas été examinés par l'IRSN dans le cadre de la présente instruction.

Afin de s'assurer du recouvrement des différents essais réalisés sur quelques chaînes, l'IRSN a donc complété son analyse par l'examen des essais de quatre chaînes fonctionnelles représentatives des chaînes de protection du système RPR :

- deux fonctions d'arrêt automatique du réacteur ;
- une fonction de démarrage de l'injection de sécurité ;
- une fonction de refroidissement automatique du circuit primaire par le système de décharge à l'atmosphère.

L'IRSN a constaté que les essais de ces chaînes de protection à réaliser sur site se limitent à vérifier la réalisation de certaines fonctions de protection ou de sauvegarde, généralement par parties ; ils ne permettent de tester qu'un nombre limité de capteurs et de ne valider que de façon très partielle la logique interne du système PS. Ils suffisent cependant à s'assurer du bon fonctionnement du contrôle-commande dans son environnement car la démarche de vérification de la conformité du système RPR s'appuie en grande partie sur les essais réalisés sur plateforme ainsi que sur des essais élémentaires des composants du contrôle-commande. **L'IRSN estime que, pour ce qui concerne le système RPR, les essais à réaliser sur site sont satisfaisants.**

Par ailleurs, EDF prévoit de réaliser quelques essais d'ensemble qui visent à tester des chaînes fonctionnelles complètes. La sollicitation des chaînes fonctionnelles de protection et de sauvegarde du réacteur, lors d'essais d'ensemble, sera de nouveau examinée dans un avis à caractère générique prévu par l'IRSN dans le cadre du programme des essais de démarrage de l'EPR de Flamanville.

À l'issue de son analyse, l'IRSN estime que le programme de principes d'essais de démarrage du système RPR présenté par EDF, pour ce qui concerne les parties qui élaborent les ordres F1A de protection et de sauvegarde du réacteur de l'EPR de Flamanville, est satisfaisant.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Thierry PAYEN  
Adjoint à la Directrice des systèmes, des nouveaux  
réacteurs et des démarches de sûreté