

Fontenay-aux-Roses, le 30 novembre 2016

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN n°** 2016-00370

**Objet :** Réacteur EPR de Flamanville - Cellules PACS

**Réf.** Lettre ASN CODEP-DCN-2015-043110 du 23 octobre 2015

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (EPR-FA3), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a souhaité, par sa saisine en référence, recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'acceptabilité de la démarche de conception et de validation mise en œuvre par Electricité de France (EDF) pour la réalisation du contrôle-commande des cellules des tableaux électriques (cellules PACS) de l'installation et sur le respect des exigences de sûreté associées.

Le PACS (Priority and Actuator Control System) est l'entité fonctionnelle qui gère la commande et la surveillance du mouvement des actionneurs (pompes, vannes...) pour tous les états du réacteur, en fonctionnement normal et accidentel. Il participe à la gestion de tous les actionneurs classés et contribue donc à la réalisation des trois fonctions fondamentales de sûreté. Dans l'architecture du contrôle-commande, le PACS est en interface avec les différents systèmes d'automatisme et les actionneurs. Pour les actionneurs amenés à être manœuvrés par différents systèmes d'automatisme, le PACS doit gérer la priorité des commandes reçues. Il intervient aux différents niveaux de la défense en profondeur.

Chaque actionneur électrique possède sa propre cellule qui a pour rôle de l'alimenter en énergie électrique, de le protéger vis-à-vis de défauts électriques et d'assurer la gestion des priorités entre les différentes commandes qu'il peut recevoir.

L'ensemble des cellules PACS étant conçu et réalisé selon des principes identiques, l'IRSN a examiné les cellules des tableaux électriques « haute tension » et « basse tension » recevant des ordres du système de protection du réacteur, compte tenu d'une part de leur représentativité de l'ensemble des cellules et d'autre part de l'importance pour la sûreté de la gestion des priorités dans ces cellules.

**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

L'analyse a notamment porté sur :

- la démarche de conception et de validation mise en œuvre par EDF pour la réalisation des cellules PACS :
  - la conformité des schémas électriques aux prescriptions des cahiers des charges et aux exigences de sûreté ;
  - les essais de validation ;
  - l'indépendance électrique ;
- la surveillance en exploitation.

Conformément à la demande de l'ASN, l'analyse de l'IRSN s'appuie non seulement sur les dossiers transmis par EDF mais aussi sur ses propres études du comportement des cellules PACS visant, sur quelques exemples types, à démontrer la conformité des schémas électriques de réalisation aux prescriptions des cahiers des charges et aux exigences de sûreté.

### Démarche de conception et de validation mise en œuvre par EDF pour la réalisation des cellules PACS

#### Conformité des schémas électriques

EDF a transmis les schémas électriques des cellules PACS ainsi que les cahiers des charges associés. L'IRSN estime que les schémas des cellules PACS reprennent correctement les règles de priorité entre automates, requises par la démonstration de sûreté. Cependant, suite à un examen détaillé de ces schémas électriques et à l'étude du comportement des cellules PACS, l'IRSN a relevé quelques insuffisances de spécifications et quelques incohérences entre les spécifications et les schémas. L'IRSN estime que les insuffisances et incohérences identifiées peuvent affecter la vérification et la validation des priorités gérées dans ces cellules. De plus, cela peut être source d'erreurs lors de modifications futures de l'installation.

EDF s'est engagé à mettre à jour les documents de spécifications des cellules PACS recevant des ordres du système de protection du réacteur en ce qui concerne les priorités requises par la démonstration de sûreté et à justifier les écarts entre ces spécifications et les cellules telles que construites. **L'IRSN considère que l'engagement d'EDF est satisfaisant sur le principe. L'identification et la justification des écarts identifiés entre les cahiers des charges et la réalisation des cellules feront l'objet d'un examen de l'IRSN avant la mise en service de l'installation.**

#### Essais de validation

Les essais de validation, réalisés avant l'installation des cellules PACS sur site, ont pour objectif de s'assurer que la réalisation des cellules est conforme à leur cahier des charges. EDF a transmis les procédures d'exécution d'essais sur site des tableaux électriques.

A la lecture de ces procédures, l'IRSN considère que les priorités entre les ordres des différents systèmes d'automatisme ont été, à quelques exceptions près, testées conformément aux tableaux de priorités spécifiés dans les cahiers des charges. L'IRSN a cependant relevé quelques éléments des spécifications des cahiers des charges qui ne font pas l'objet d'essais de validation. L'IRSN estime donc que la couverture des essais de validation réalisés n'est pas suffisante.

EDF s'est engagé à transmettre une note de justification de la suffisance des essais visant à vérifier la gestion des priorités dans les cellules électriques recevant des ordres du système de protection du réacteur. **L'IRSN examinera, avant la mise en service, si les essais de validation réalisés permettent de répondre aux spécifications mises à jour.**

#### Indépendance électrique

De manière générale, les cellules électriques gérant des actionneurs redondants appartiennent à des tableaux électriques de divisions différentes et les ordres arrivant sur ces cellules proviennent du contrôle-commande affecté à la division du tableau de la cellule. Ainsi, la séparation des divisions électriques entre elles garantit l'indépendance électrique des systèmes en interface avec les cellules électriques. Cependant, certains actionneurs doivent être commandés par des ordres provenant de divisions différentes. Dans ces cas, l'ordre d'une division différente de celle des actionneurs arrive dans la cellule par un dispositif électrique dédié qui permet d'éviter le mélange de polarité au sein de la cellule électrique et d'écarter ainsi le risque de défaillance de mode commun. **L'IRSN considère les dispositions prévues pour respecter l'indépendance électrique des systèmes en interface avec les cellules électriques satisfaisantes.**

#### Surveillance en exploitation

Les essais périodiques des cellules PACS seront réalisés sur site et auront pour objectif de vérifier qu'aucun défaut affectant la fonction de sûreté à assurer n'est survenu sur la cellule depuis le précédent essai périodique.

EDF a transmis le principe des essais périodiques des interfaces entre les cellules PACS et les systèmes de contrôle-commande. Ces essais sont de deux types : des essais « avec » et « sans » mouvement de l'actionneur. Dans le cadre de son analyse, l'IRSN a vérifié la capacité de ces essais à détecter tout défaut susceptible de remettre en cause la transmission des ordres du système de protection du réacteur.

A cet égard, l'IRSN a constaté que certains défauts rencontrés sur la chaîne de transmission des ordres du système de protection du réacteur ne sont détectables par aucun de ces deux types d'essais : la couverture des essais périodiques prévus par EDF n'est donc pas suffisante. Notamment, l'IRSN a relevé qu'un défaut au niveau de certaines liaisons internes ou au niveau des contacts des relais de test des cellules PACS ne serait pas détecté par ces essais périodiques.

Suite à ce constat, EDF s'est engagé à caractériser les modes de dégradation de ces liaisons qui ne seront pas testées périodiquement et à définir les mesures nécessaires pour garantir la pérennité de la bonne transmission des ordres du système de protection du réacteur. L'IRSN considère que la caractérisation des modes de dégradation des liaisons non testées lors des essais périodiques est nécessaire pour se prononcer sur les mesures qui seront mises en œuvre par EDF pour garantir la transmission des ordres du système de protection du réacteur. En tout état de cause, eu égard à l'importance du rôle des cellules PACS du point de vue de la sûreté, il conviendra de s'interroger sur la nécessité de réaliser des contrôles ou des essais périodiques même si aucun mode de dégradation de la liaison n'est identifié. **Ce sujet fera l'objet d'un examen avant la mise en service de l'installation.**

Pour ce qui concerne les modes de défaillance des relais de test, l'IRSN estime que les essais périodiques proposés ne permettent pas de détecter un éventuel dysfonctionnement des contacts qui pourrait compromettre la transmission des ordres du système de protection du réacteur. **Ce point fait l'objet de la recommandation en annexe.**

Enfin, l'IRSN a analysé les possibilités de masquage des ordres du système de protection du réacteur en cas de défaillance de certains composants des cellules PACS. A l'exception des cas précités, les modes de défaillance identifiés par l'IRSN sont détectables par les essais périodiques proposés par EDF, ce qui est jugé satisfaisant.

#### **Conclusion de l'IRSN**

A l'issue de son analyse, l'IRSN estime que l'examen des compléments attendus de la part d'EDF et de la réponse à la recommandation formulée est nécessaire avant la mise en service de l'installation pour se prononcer sur la capacité des cellules PACS à assurer leurs fonctions et sur la couverture des essais périodiques.

Pour le Directeur général et par délégation,

Thierry PAYEN

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

**Recommandation**

L'IRSN recommande qu'EDF caractérise les modes de défaillance des contacts des relais de test des ordres du système de protection du réacteur situés dans les cellules PACS et démontre qu'ils sont détectables ou, à défaut, propose une solution permettant de garantir la transmission des ordres du système de protection du réacteur.