

Fontenay-aux-Roses, le 9 octobre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00273

Objet : Réacteur EPR de Flamanville - Examen manuel par ultrasons des soudures des lignes VVP en exclusion de rupture.

Réf. Lettre ASN - CODEP-DEP-2018-027796 du 11 juin 2018

Électricité de France (EDF) a procédé, à partir de fin 2017, à des examens non destructifs par ultrasons des soudures des circuits secondaires principaux du réacteur EPR de Flamanville dans le cadre de la visite complète initiale. Cette visite permet à EDF d'établir l'état qui servira de référence aux examens non destructifs qui seront mis en œuvre dans le cadre de la surveillance des équipements en exploitation. La visite complète initiale constitue également une ultime vérification des équipements avant la mise en service du réacteur.

Les examens non destructifs par ultrasons menés par EDF dans ce cadre ont révélé, début 2018, des indications correspondant à des défauts de fabrication inacceptables, au sens du référentiel de conception, sur des soudures des circuits secondaires principaux. Ces indications auraient dû être détectées lors des contrôles de fin de fabrication par le fabricant qui aurait dû déclarer les soudures non conformes puis les réparer.

EDF a alors décidé, en avril 2018, une reprise complète des contrôles de fin de fabrication par ultrasons dans le but de vérifier notamment l'intégrité des soudures des lignes de vapeur principales (VVP) en exclusion de rupture. Ces lignes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires. Elles sont classées au niveau N1 au sens de l'article 3 de cet arrêté et conçues puis fabriquées selon les règles du code de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires (RCC-M). Elles sont par ailleurs soumises aux exigences définies par EDF et le fabricant pour les tuyauteries de l'EPR en exclusion de rupture.

En réponse à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué les performances des examens non destructifs par ultrasons réalisés à l'occasion des nouveaux contrôles sur les soudures des lignes VVP en exclusion de rupture. La cohérence de la procédure afférente avec les exigences des règles du RCC-M a également été analysée. Enfin, l'IRSN a examiné la mise en œuvre et les

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 8 440 546 018

résultats des nouveaux contrôles ainsi que des expertises réalisées par EDF afin de statuer sur le caractère acceptable ou non des indications détectées.

L'IRSN présente dans cet avis son analyse des contrôles manuels par ultrasons des soudures des lignes VVP en exclusion de rupture. Les contrôles automatisés des soudures des traversées VVP du bâtiment du réacteur feront l'objet d'un second avis.

EDF a contrôlé manuellement cinquante-huit soudures depuis la face extérieure des tuyauteries. Les modalités de contrôle doivent permettre une investigation de la zone comprenant le métal déposé et le métal de base de part et d'autre du joint soudé (sur une distance minimale de 5 mm ou 10 mm par rapport au chanfrein réel, respectivement, pour les tuyauteries d'épaisseur inférieure ou supérieure à 30 mm). EDF a réalisé des contrôles en ondes transversales inclinées à 45° et à 60°, ainsi qu'en ondes longitudinales à 0°, permettant de rechercher des défauts orientés perpendiculairement et parallèlement à l'axe de la soudure. Sur vingt-six soudures parmi les cinquante-huit, EDF a complété ces contrôles afin de couvrir convenablement la zone d'examen prévue.

À l'issue de ces contrôles, EDF a déclaré, à la date du 1<sup>er</sup> août 2018, vingt-quatre soudures des lignes VVP non conformes. Les défauts à l'origine de ces non conformités sont répartis dans l'épaisseur du joint soudé, de la paroi externe jusqu'à la paroi interne de la soudure. De plus, les résultats transmis par EDF révèlent que quatre soudures considérées initialement non conformes, sont désormais considérées comme conformes après une expertise complémentaire.

À partir des cinquante-huit soudures contrôlées manuellement sur les lignes VVP, l'IRSN a fait porter son analyse des contrôles sur un échantillon de vingt-six soudures. Cet échantillon permet de couvrir les différents types de soudures présentes sur les lignes VVP. De manière à assurer sa représentativité, trois critères de sélection ont été fixés : les deux premiers critères sont la localisation et la géométrie de la soudure. Le troisième critère consiste à retenir les soudures dont le statut, conforme ou non conforme, a changé entre l'émission du procès-verbal de contrôle et l'expertise réalisée par EDF.

Les vingt-six soudures de l'échantillon retenu par l'IRSN sont de quatre types :

- les soudures de raccordement au premier cintre en sortie des générateurs de vapeur ;
- une soudure circulaire de raccordement à la vanne d'isolement vapeur ;
- des soudures circulaires de raboutage et de raccordement des tuyauteries ;
- les soudures circulaires de raccordement aux soupapes et aux circuits de décharge à l'atmosphère.

Au terme de son analyse, l'IRSN estime que la procédure de réalisation des contrôles manuels par ultrasons des soudures des lignes VVP en exclusion de rupture est conforme aux exigences du niveau 1 du référentiel RCC-M et que la démarche de caractérisation des indications permet effectivement de confirmer ou d'infirmer la présence d'indications non acceptables.

Toutefois, l'IRSN a identifié deux points de nature à limiter les performances des contrôles, qu'EDF doit corriger.

Concernant l'état de surface des zones à contrôler, l'IRSN estime que les critères définis par EDF pour évaluer leur conformité sont acceptables. Toutefois, les nouveaux contrôles ont détecté des échos dus à la présence de singularités géométriques en paroi interne qui perturbent la contrôlabilité des soudures. Pour l'IRSN, ceci est dû à un état de surface insatisfaisant résultant d'une préparation en écart par rapport aux dispositions fixées par EDF à la conception et au RCC-M. De plus, plusieurs procès-verbaux d'arasage, en particulier en paroi interne après réparation des soudures, sont manquants. L'IRSN estime donc qu'EDF n'a pas pris les dispositions nécessaires

permettant de garantir un état d'arasage et de parachèvement satisfaisant en paroi interne des soudures concernées. Ceci fait l'objet de la **recommandation n° 1**.

Constatant la présence d'eau dans une tuyauterie lors des contrôles, EDF s'est engagé à assécher la tuyauterie concernée afin d'exclure l'artefact de contrôle que cette eau peut engendrer. L'IRSN estime que, outre l'artefact de contrôle, la présence d'eau peut induire un mode de dégradation par corrosion. L'IRSN rappelle que des traces de corrosion interne ont déjà été détectées en 1995 sur les lignes vapeur de Cattenom 1 à cause de la présence d'eau stagnante dans les tuyauteries incomplètement vidangées ou mal séchées. L'IRSN considère par conséquent nécessaire qu'EDF s'assure de l'absence de défauts liés à la corrosion. Ceci fait l'objet de la **recommandation n° 2**.

Pour le Directeur général et par délégation,

Thierry PAYEN

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

Annexe à l'Avis IRSN/2018-00273 du 9 octobre 2018

Recommandations

**Recommandation n° 1 :**

L'IRSN recommande qu'EDF prenne les dispositions nécessaires pour garantir l'état attendu de parachèvement et d'arasage des soudures des lignes VVP en exclusion de rupture. Le cas échéant, EDF devra proposer une adaptation des moyens de contrôles pour garantir les performances de détection sur les soudures dont l'état de parachèvement et d'arasage resterait en écart.

**Recommandation n° 2 :**

L'IRSN recommande qu'EDF réalise, après assèchement de la tuyauterie VVP1120TY, les contrôles nécessaires afin de s'assurer de l'absence de défauts liés à la corrosion et de confirmer que l'indication détectée ne correspond pas à un défaut inacceptable.