

Fontenay-aux-Roses, le 10 août 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00264

Objet : Utilisation des statistiques dans le cadre de la qualification des procédés d'essais non destructifs.

Réf. Saisine ASN CODEP-DEP-2016-011879 du 23 mars 2016.

Par la lettre en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) souhaite recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la démarche mise en œuvre par EDF pour exprimer les performances des essais non destructifs (END) lors de leur qualification réalisée au titre de l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). L'ASN souhaite en particulier connaître la position de l'IRSN sur :

- la pertinence de la méthode d'expression des performances de contrôle, basée sur une norme s'appliquant au domaine de calcul des incertitudes de mesure ;
- la qualité de mise en œuvre de cette méthode ;
- l'analyse d'un procédé qualifié utilisant cette méthode, en l'occurrence le procédé de contrôle par ultrasons des taraudages de bride de la cuve du réacteur EPR de Flamanville.

#### **Méthodologie de qualification des END utilisée par EDF**

La méthodologie de qualification des END utilisée par EDF s'appuie sur les Règles de surveillance en exploitation des matériels mécaniques des îlots nucléaires REP (RSE-M) et répond aux exigences de l'arrêté du 10 novembre 1999. En 2013, des fiches modificatives au code RSE-M ont codifié l'utilisation d'outils statistiques pour l'expression des performances de contrôle<sup>1</sup>. Ces outils sont dérivés d'une norme (la norme ISO/CEI GUIDE 98-3 qui remplace la norme NF ENV 13005) décrivant le traitement des incertitudes de mesure. Les dossiers de qualification des procédés de contrôle mis en œuvre par EDF sur son parc doivent préalablement être examinés par une commission de qualification indépendante qui prononce la qualification des procédés si l'examen de conformité est satisfaisant. Le cas échéant, la commission de qualification délivre à l'exploitant l'attestation de qualification.

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

<sup>1</sup> Avant son intégration au RSE-M, la méthode de prise en compte des incertitudes sur les paramètres influents de contrôles était déjà basée sur un traitement statistique, non codifié, pour l'ensemble des applications soumises à qualification.

Le dossier de qualification comprend l'analyse de l'ensemble des paramètres influant sur les performances du contrôle et leur prise en compte pour l'expression de ces performances. Compte tenu du nombre important de ces paramètres et de leur variabilité, EDF met en œuvre un traitement statistique pour les paramètres dont la variation est modélisée par une loi de probabilité.

### Contrôle des taraudages de bride de la cuve du réacteur EPR de Flamanville

Le contrôle des taraudages de bride de la cuve du réacteur EPR de Flamanville est réalisé au titre de la défense en profondeur, aucun défaut n'étant attendu à l'état neuf et aucun mécanisme d'endommagement n'étant identifié lors de l'exploitation. La qualification est de type conventionnelle<sup>2</sup>. Un procédé de contrôle ultrasonore est mis en œuvre à l'aide de la machine d'inspection en service. Ce procédé est similaire à ceux utilisés pour le contrôle des cuves du parc en exploitation. Les différences de performances observées reposent uniquement sur les différences de la géométrie de la cuve et sur les spécificités des procédures de contrôle, principalement les conditions de focalisation du traducteur. De manière conventionnelle, les performances du contrôle sont exprimées par les dimensions du plus petit réflecteur de référence (trous à fond plat) détectable. Le procédé garantit également la détection d'une entaille située en fond de filet de 20 mm de hauteur et de 15° d'extension angulaire.

### Avis de l'IRSN sur l'utilisation de méthodes statistiques pour la qualification des END

La qualification des procédés de contrôle est une tâche complexe, compte tenu de la nécessité de prendre en compte la variabilité de nombreux paramètres influant sur les performances des contrôles (géométrie du composant, géométrie des défauts, structure métallurgique, reproductibilité des signaux, température, ...) et des incertitudes sur la valeur réelle de ces paramètres. L'approche EDF, exhaustive dans son analyse de ces paramètres, est conforme aux recommandations du groupe de travail européen ENIQ (European network for inspection and qualification). **L'IRSN considère cette approche comme satisfaisante.**

Les paramètres influant sur les résultats de contrôle sont considérés dans leur domaine de variation et leur valeur extrême est utilisée pour pénaliser les performances de contrôle. L'approche proposée par les fiches modificatives 2013 au RSE-M s'appuie sur une norme internationale concernant le traitement des incertitudes de mesure (ISO/CEI GUIDE 98-3).

L'IRSN considère que l'utilisation de cette norme est pertinente pour la détermination du seuil de détection d'une indication pour les techniques de contrôle ultrasonore et par courants de Foucault, mais ne l'est pas pour des techniques de contrôle par radiographie, ressuage, magnétoscopie et contrôle visuel. En revanche, elle est pertinente pour la caractérisation des indications (évaluation de leurs dimensions et de leur position) quelle que soit la technique de contrôle utilisée.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour les qualifications spécifiques<sup>3</sup> ou générales<sup>4</sup> des matériels en exclusion de rupture<sup>5</sup>, le dossier de qualification doit comporter des essais sur des défauts représentatifs des endommagements

<sup>2</sup> La qualification conventionnelle a pour objet d'explicitier les performances de la méthode d'examen non destructif. Elle s'applique lorsqu'aucune donnée de construction ou d'exploitation ne conduit à suspecter la présence d'un défaut susceptible de remettre en cause la sûreté ou l'intégrité de l'équipement. Les seuils de notation et de caractérisation sont fixés par l'exploitant en cohérence avec la sensibilité attendue de l'examen.

<sup>3</sup> Une qualification spécifique consiste à mettre en œuvre un examen non destructif sur des équipements comportant des défauts constatés, à caractère répétitif sur le matériel concerné, ou susceptibles d'avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation, ou caractérisés par des examens métallurgiques ou toute autre méthode, ou encore dus à un mode d'endommagement identifié.

<sup>4</sup> Une qualification générale consiste à mettre en œuvre un examen non destructif sur des équipements ou des zones appartenant à une famille cohérente au sens de l'annexe 1.5 du RSE-M, pour lesquels des défauts présumés (soit suite à des études prédictives, soit suite à un retour d'expérience international, etc.) sont susceptibles d'avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation.

<sup>5</sup> Un matériel en exclusion de rupture est un matériel dont la rupture n'est pas prise en compte dans la démonstration de sûreté.

redoutés ou avérés. Le dossier de qualification doit apporter la démonstration d'une provision significative entre la taille du défaut nocif postulé dans les études mécaniques et les performances de contrôle.

L'IRSN observe que l'édition de 2013 du RSE-M offre la possibilité aux exploitants de mener une qualification générale sans imposer la réalisation d'essais sur maquettes. Compte tenu de la nécessité d'apporter des garanties de détection basées sur des essais pour les qualifications générales des matériels en exclusion de rupture, l'IRSN considère qu'EDF doit réaliser ou spécifier, dans le cadre des qualifications générales, une vérification des performances basée sur des essais sur maquettes. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation en annexe du présent avis.

#### **Avis de l'IRSN sur le contrôle des taraudages de bride de la cuve du réacteur EPR de Flamanville**

L'IRSN constate que la démarche de qualification du contrôle des taraudages de bride de la cuve de l'EPR est conforme au référentiel RSE-M utilisé par EDF. Ce dossier de qualification comporte une approche statistique permettant d'évaluer les performances de détection sur des réflecteurs conventionnels de type trous à fond plat. Le contrôle est de type conventionnel, car les dispositions de conception, de réalisation, ainsi que le retour d'expérience national et international ne permettent pas d'identifier un mécanisme d'endommagement pour la durée d'exploitation prévue de ce réacteur. Néanmoins, EDF démontre, dans le dossier de qualification, la capacité de ce procédé à détecter un défaut plan situé en fond de filet, et donc la capacité à détecter une fissure initiée en fond de filet, même si cet endommagement n'est pas redouté.

L'IRSN observe cependant que les dimensions du plus petit défaut plan détectable par ce contrôle sont supérieures aux meilleures pratiques internationales. EDF pourrait par conséquent utiliser un procédé de contrôle plus performant, même si le procédé actuel, dérivé du procédé utilisé pour le parc en exploitation, est acceptable compte tenu des résultats des analyses mécaniques.

**En conséquence, l'IRSN considère qu'EDF doit évaluer périodiquement l'opportunité de faire évoluer les procédés de contrôle, tels que le contrôle ultrasonore des taraudages de bride de la cuve mis en œuvre sur le parc en exploitation, afin de tirer parti des meilleures technologies disponibles pour les réacteurs existants et à venir.**

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique Pichereau

Adjoint au Directeur de l'Expertise de sûreté

**Annexe à l'Avis IRSN/2017-00264 du 10 août 2017**

**Recommandation**

L'IRSN recommande que, pour les procédés de contrôle des matériels en exclusion de rupture soumis aux exigences d'une qualification générale, une vérification des performances soit réalisée par des essais sur des maquettes représentatives.