

Fontenay-aux-Roses, le 17 mars 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00093

**Objet :** Réacteurs électronucléaires EDF - EPR Flamanville 3  
Partie 3 de l'ETC-C : « Epreuve d'étanchéité, test de résistance et auscultation de l'enceinte interne »

**Réf.** 1. Lettre ASN CODEP-DCN-2014-009258 du 24 avril 2014

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les conditions de réalisation et d'acceptation des essais d'étanchéité de l'enceinte interne du bâtiment du réacteur, présentées dans la partie 3 du recueil des règles pour la conception et la construction des ouvrages de génie civil (ETC-C) retenu pour le réacteur EPR de Flamanville 3 (EPR FA3), en tenant compte du retour d'expérience des réacteurs du parc en fonctionnement mais également du retour d'expérience international, en particulier celui relatif aux essais réalisés sur le réacteur EPR d'Olkiluoto 3.

L'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur de l'EPR FA3 est constituée d'un ensemble de deux parois, l'enceinte interne et l'enceinte externe, et de l'espace entre ces parois, appelé espace entre enceintes. Ces deux parois sont en béton armé ; l'enceinte interne est mise en compression par des câbles de précontrainte et revêtue à l'intérieur d'une peau métallique. La fonction de confinement du bâtiment du réacteur est assurée par la paroi en béton de l'enceinte interne qui assure la résistance mécanique, l'étanchéité étant assurée par la peau métallique.

**Adresse Courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

#### **Dispositions générales de l'ETC-C**

Avant le démarrage du réacteur, l'enceinte subit un essai de réception. Par la suite, au cours de l'exploitation, des essais d'étanchéité de l'enceinte sont réalisés périodiquement.

L'IRSN n'a pas d'observation sur les dispositions générales décrites dans l'ETC-C et souligne que ces dispositions sont similaires à celles mises en œuvre pour les réacteurs du parc en fonctionnement.

**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

## Essai de réception

Les principales conditions préliminaires à respecter avant cet essai sont les suivantes :

- l'enceinte doit être équipée de tous ses organes d'isolement, obturations et traversées ;
- les composants et circuits doivent se trouver dans un état aussi proche que possible de leur état résultant de l'application des procédures post-accidentelles d'isolement de l'enceinte mises en œuvre à la suite d'un accident ;
- des dispositions sont prises pour éviter toute fuite par le circuit secondaire.

L'essai de réception comprend principalement les essais successifs suivants :

- les essais partiels, dits de type B, qui déterminent les fuites locales par les traversées équipées de joints ;
- les essais partiels, dits de type C, qui déterminent les fuites locales par les traversées équipées de vannes d'isolement ;
- un essai global d'étanchéité, dit de type A, concernant l'enceinte interne dans son ensemble ;
- un essai de résistance de l'enceinte interne.

### *Essais partiels sur les traversées*

L'ensemble des fuites de toutes les traversées équipées de joints ou de vannes d'isolement ne doit pas excéder 60 % du taux de fuite global acceptable pour l'enceinte. Les procédures d'essai des traversées sont succinctement décrites dans l'ETC-C.

L'IRSN souligne que le critère d'acceptation de 60 % est conforme à la pratique du parc en fonctionnement, mais considère qu'un taux de fuite admissible devrait être précisé pour chaque groupe de traversées. **Ce point fait l'objet de l'observation formulée en annexe.**

L'ETC-C envisage deux méthodes pour mesurer l'étanchéité des traversées munies d'organes d'isolement : une méthode de mesure directe de la fuite à l'aval de l'organe alors qu'une pression constante est appliquée à l'amont de celui-ci, et une méthode par décroissance de pression après mise en pression d'une partie de circuit située entre deux organes d'isolement. La seconde méthode présentant des incertitudes sur les résultats de mesure plus importantes que celles associées à la méthode de mesure directe, l'instruction technique relative aux règles générales d'exploitation (RGE) a conduit EDF à préciser que l'utilisation de méthodes de mesure par décroissance de pression pour les traversées de type C serait supprimée lors de la mise à jour des RGE, **ce qui est jugé satisfaisant.**

### *Essai global d'étanchéité de l'enceinte interne*

La pression maximale de cet essai, notée  $P_e$ , est égale à la pression accidentelle de dimensionnement de l'enceinte. Trois paliers de pression pour la mesure du taux de fuite sont prévus : 0,1 MPa, 0,5  $P_e$  et  $P_e$ .

EDF définit le taux de fuite admissible de la paroi interne au cours de l'essai de réception à partir du taux de fuite maximal admissible en situation accidentelle, d'un coefficient de transposition, ainsi que d'un coefficient de provision pour vieillissement.

L'IRSN a comparé les conditions de réalisation de l'essai de réception de l'enceinte de confinement du réacteur EPR d'Olkiluoto 3 (OL3) à celles de l'enceinte du réacteur EPR FA3. Pour ce qui concerne le palier maximum de l'essai global d'étanchéité, la pression retenue pour OL3 est légèrement plus faible que celle retenue pour FA3. Par ailleurs, le taux de fuite acceptable de la paroi interne au cours de l'essai de réception retenu pour FA3 est significativement inférieur à celui retenu pour OL3. Ainsi, les critères associés à l'essai global d'étanchéité apparaissent plus exigeants pour FA3 que pour OL3. **L'IRSN n'a pas de remarque sur les dispositions relatives à l'essai global d'étanchéité.**

#### *Essai de résistance de l'enceinte interne*

L'essai de résistance de l'enceinte interne se déroule dans des conditions normales de température, alors que les conditions de température considérées pour le dimensionnement de l'enceinte sont plus élevées. Pour prendre en compte cet écart de température, un accroissement de 10 % de la pression relative<sup>1</sup> de dimensionnement est retenu durant l'essai.

De plus, la pression maximale pour l'essai de résistance sur l'EPR FA3 est similaire à celle retenue pour OL3, ce qui est justifié par le fait que les bases de conception et de dimensionnement des enceintes internes des deux réacteurs sont identiques.

L'essai de résistance est réputé satisfaisant si les mesures issues du dispositif d'auscultation effectuées dans la zone courante de l'enceinte interne montrent un comportement élastique et conforme aux calculs de la structure, et si aucune dégradation affectant l'enceinte ou ses liaisons avec les structures internes, imputable à l'essai, n'est survenue. En outre, un contrôle visuel réalisé avant et après l'essai de résistance permet de s'assurer du bon comportement des liaisons mécaniques entre composants ou structures et parements de l'enceinte interne. **L'IRSN n'a pas de remarque sur les dispositions relatives à l'essai de résistance.**

#### **Essais périodiques d'étanchéité**

L'ETC-C précise que le programme de surveillance de l'étanchéité de l'enceinte en service comprend des essais globaux sur l'enceinte (type A) et des essais partiels notamment sur les traversées et les organes d'isolement (types B et C). En règle générale, les essais périodiques de type A sont effectués à la même fréquence que les épreuves hydrauliques du circuit primaire, les assemblages de combustible étant entreposés dans le bâtiment du combustible. De plus, la pression maximale des essais périodiques n'est pas indiquée dans l'ETC-C, ni la périodicité des différents essais partiels de types B et C à réaliser entre deux essais. Cependant, ces éléments sont définis dans les RGE de l'EPR FA3. **L'IRSN n'a pas de remarque sur les dispositions relatives aux essais périodiques d'étanchéité.**

#### *Essais périodiques de résistance*

L'ETC-C ne prévoit aucun essai périodique de résistance de l'enceinte. Cependant, au cours des essais périodiques globaux d'étanchéité, un relevé complet du dispositif d'auscultation de l'enceinte permet d'évaluer le comportement de l'enceinte.

---

<sup>1</sup> La pression relative est obtenue en diminuant la pression absolue de 0,1 MPa

À l'issue de l'instruction technique relative aux RGE de Flamanville 3, EDF a précisé que, avant la mise en service de l'installation, le mode opératoire de l'épreuve enceinte de type A sera complété par une vérification de la résistance à la pression de cette enceinte. Cette vérification sera jugée satisfaisante si aucune dégradation visible du revêtement d'étanchéité n'est constatée et si le comportement globalement linéaire réversible de l'ouvrage est vérifié. **L'IRSN estime que ce projet d'action d'EDF est satisfaisant.**

#### **Dispositif d'auscultation de l'enceinte interne**

Le dispositif d'auscultation (ou instrumentation) de l'enceinte permet d'évaluer la validité des hypothèses et des méthodes utilisées pour le dimensionnement de l'enceinte, et de vérifier le bon comportement mécanique de l'enceinte dans le temps. Ce dispositif comprend des repères topographiques ainsi que des instruments permettant de mesurer les paramètres suivants :

- le nivellement du radier du bâtiment réacteur ;
- les variations de rayon, de hauteur et de diamètre de l'enceinte ;
- les déplacements et déformations de l'accès des matériels ;
- la tension de câbles verticaux ;
- les déformations locales et la température locale de l'enceinte, en de nombreux points caractéristiques ;
- la rotation des extrémités basse et haute du fût de l'enceinte, à sa liaison avec le radier et le dôme.

**L'IRSN estime que les principes du dispositif d'auscultation décrits dans l'ETC-C sont de nature à permettre un suivi satisfaisant du comportement mécanique de l'enceinte interne.**

#### **Conclusion**

A l'issue de son analyse, l'IRSN estime acceptables les conditions de réalisation et d'acceptation des essais d'étanchéité et de résistance de l'enceinte interne du réacteur de Flamanville 3, présentées dans la partie 3 du code ETC-C, au regard du retour d'expérience du parc en fonctionnement mais également du retour d'expérience international, en particulier celui relatif aux essais réalisés sur le réacteur EPR d'Olkiluoto 3.

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/2017-00093 du 17 mars 2017

Observation

L'IRSN considère qu'à l'instar de la pratique du parc en fonctionnement, EDF devrait préciser, dans un document applicable à l'EPR FA3, la valeur de taux de fuite admissible pour chacun des ensembles suivants : les traversées électriques, les joints des portes des sas personnel, les joints du tampon de l'accès matériel, les joints du fond plein du tube de transfert, les organes d'isolement.