

Fontenay-aux-Roses, le 23 mars 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00045

---

<b>Objet</b> :	<b>EDF – REP - Modification des spécifications chimiques - Augmentation de la teneur limite en hydrogène dissous dans le circuit primaire, dans le domaine RP, et modification de la conduite à tenir en cas de dépassement.</b>
<b>Réf.</b> :	Saisine ASN – CODEP-DCN-2021-002376 du 12 janvier 2021.

---

Par la lettre en référence, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) au sujet d'une demande d'autorisation d'EDF concernant une modification notable des spécifications chimiques de tous ses réacteurs en exploitation. Cette demande porte sur des évolutions relatives au paramètre de l'hydrogène dissous dans le milieu primaire.

La demande de l'ASN porte en particulier sur les points suivants :

- les enjeux de sûreté :
  - le risque d'endommagement du combustible avec *in fine* le risque de perte d'intégrité de la première barrière,
  - la corrosion sous contrainte des alliages à base de nickel (tubes de générateur de vapeur (GV), etc.),
  - la prise en compte du risque d'explosion ;
- l'enjeu de la radioprotection, notamment l'impact sur le transport des produits de corrosion activés sous flux neutronique ;
- l'avis des fabricants de combustible eu égard aux pratiques internationales.

### 1. CONTEXTE ET DEMANDE D'EDF

L'hydrogène dissous est un élément de conditionnement du fluide primaire des réacteurs à eau pressurisée (REP). Il est employé pour s'assurer que le fluide primaire reste un milieu réducteur<sup>1</sup> et que l'oxygène produit par la radiolyse<sup>2</sup> de l'eau dans la cuve soit recombéné, afin de limiter les phénomènes de corrosion des composants du circuit primaire principal (CPP). À ce titre, une valeur minimale de sa concentration est fixée. De

---

<sup>1</sup> La réduction est l'inverse d'une oxydation.

<sup>2</sup> Radiolyse : décomposition de matière par des rayonnements ionisants.

même, une valeur maximale est imposée pour se prémunir des risques d'explosion dans les capacités reliées au circuit primaire. Ces valeurs, fixées à 20 et 50 Ncm<sup>3</sup>/kg, sont requises au titre des spécifications techniques d'exploitation (STE) et leur dépassement entraîne une conduite à tenir, en général le repli<sup>3</sup>, sous condition, du réacteur.

Pour être certain de rester dans ces limites, EDF fixait une plage de valeurs attendues, historiquement de 20-35 Ncm<sup>3</sup>/kg. Dans le cadre de sa stratégie de limitation du risque de corrosion sous contrainte affectant les alliages à base de nickel, EDF a modifié la plage des valeurs attendues à 35-45 Ncm<sup>3</sup>/kg, sans modifier les valeurs limites des STE. Cette modification est expérimentée depuis 2014 pour deux réacteurs du parc et EDF est en cours de la généraliser à tous ses réacteurs.

L'objet de la demande d'autorisation d'EDF consiste à modifier la conduite à tenir en cas de dépassement de la valeur limite maximale. Au lieu d'une conduite demandant un repli du réacteur sous 8 heures en cas de dépassement de cette valeur, EDF propose de faire passer cette durée à 48 heures pour une teneur en hydrogène dissous comprise entre 50 et 60 Ncm<sup>3</sup>/kg. Au-delà de 60 Ncm<sup>3</sup>/kg, le repli sous 8 heures est maintenu.

Cette proposition d'EDF est justifiée par le besoin de temps pour retrouver une chimie nominale, en cas de dépassement. Ce dernier est plus probable du fait de la diminution de la marge entre les valeurs attendues et la valeur limite maximale, à la suite de la généralisation de l'évolution des plages des valeurs attendues. Pour proposer cette modification, EDF a consulté les fabricants d'assemblages de combustible et vérifié la cohérence de sa proposition avec les meilleures pratiques internationales.

Questionné par l'ASN, EDF a apporté les éléments de justification technique suivants en appui à sa demande :

- pour ce qui concerne la corrosion des alliages à base nickel des tubes de GV, une augmentation de la teneur en hydrogène dissous conduirait à réduire la vitesse de propagation d'éventuelles fissures, sans modifier le risque d'amorçage de nouvelles fissures ;
- pour ce qui concerne l'hydruration des gaines d'assemblages de combustible, la contribution de l'hydrogène dissous des alliages de zirconium est un paramètre de second ordre par rapport à l'hydrogène dû à la corrosion des gaines et des essais de laboratoire ont montré un très faible impact de la teneur en hydrogène dissous jusqu'à une teneur de 500 Ncm<sup>3</sup>/kg ;
- pour ce qui concerne le risque d'explosion, celui-ci est géré par les spécifications concernant les capacités avec des phases gazeuses. Ces spécifications ne sont pas impactées par la présente demande, les capacités seront exploitées de la même manière ; le risque d'explosion n'est donc pas accru ;
- pour ce qui concerne la radioprotection, une augmentation de la teneur en hydrogène dissous limite la solubilité des produits de corrosion, notamment du nickel, dans le fluide primaire. Par conséquent, un dépassement de la teneur en hydrogène ne devrait pas causer d'augmentation du terme source<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Repli : on désigne par état de repli l'état du réacteur pour lequel le réacteur peut être conduit et maintenu avec un degré de sûreté optimum compte tenu de l'indisponibilité du matériel requis ou du non-respect d'une limite, de l'état initial du réacteur dans lequel cette indisponibilité est découverte et donc des actions qu'il convient d'effectuer pour le rejoindre.

<sup>4</sup> Dans le cadre de cet avis, le terme source désigne l'ensemble des produits d'activation sous flux neutronique, issus des produits de corrosion.

## 2. AVIS DE L'IRSN

Tous les éléments techniques apportés par EDF n'appellent aucune remarque de la part de l'IRSN ; ils sont conformes à l'état des connaissances sur ces sujets. Par ailleurs, la proposition d'EDF repose sur les recommandations les plus strictes des fabricants d'assemblages de combustible et sont cohérentes avec les diverses pratiques internationales sur ce sujet.

Au vu de ces éléments, l'IRSN considère la demande d'EDF comme acceptable.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté