

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS**  
**POUR LES EQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLEAIRES**

**Avis**

**relatif à l'aptitude au service des générateurs de vapeur du réacteur de Bugey 3 jusqu'à leur remplacement, prévu en septembre 2010**

19 avril 2010

## I

Conformément à la demande du président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par sa lettre CODEP-DEP-2010-010986 du 3 mars 2010, le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires s'est réuni le 19 avril 2010 pour examiner la suffisance, pour une remise en exploitation jusqu'en septembre 2010, des actions mises en œuvre par EDF sur les générateurs de vapeur (GV) du réacteur n°3 de Bugey, en vue de caractériser l'état du faisceau tubulaire, d'identifier, et de traiter les tubes les plus affectés par la corrosion externe au droit des plaques entretoises.

## II

Le Groupe permanent a pris connaissance de l'analyse, par l'ASN et son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), des dispositions prises par EDF afin de justifier spécifiquement l'aptitude des faisceaux tubulaires du réacteur de Bugey 3 à fonctionner jusqu'en septembre 2010, date retenue par EDF pour le remplacement des GV.

Le Groupe permanent a notamment entendu les conclusions du rapporteur sur les sujets suivants :

- la suffisance du programme de contrôles et d'expertises métallurgiques mis en œuvre par EDF, ainsi que la performance des moyens d'examen non destructifs utilisés pour caractériser l'état du faisceau tubulaire des GV de Bugey 3 ;
- les résultats des expertises réalisées sur les tubes extraits ;
- l'identification des mécanismes de dégradation et l'estimation de leur cinétique d'évolution ;
- l'analyse mécanique réalisée par EDF en vue de déterminer les tubes devant être obturés afin de garantir l'absence de risque de rupture d'un tube de GV au cours du prochain cycle ;
- le risque de fuite en fonctionnement.

Le Groupe permanent a souligné la nécessité de prendre en compte le retour d'expérience des dégradations observées sur le GV 1 de Bugey 3 et note :

- qu'EDF procédera à l'expertise des tubes extraits sur le GV 1 de Bugey 3 dont l'examen n'a pas été réalisé à ce jour ;
- qu'EDF va adapter son référentiel de maintenance pour tenir compte des dégradations rencontrées notamment sur le GV 1 de Bugey 3 ;
- qu'une revue interne portant sur les GV est en cours de réalisation par EDF et que les procédés d'examen non destructifs mis en œuvre sur les GV seront l'un des thèmes abordés.

Le Groupe permanent considère que la démonstration de l'aptitude au fonctionnement des GV du réacteur n°3 de Bugey doit s'appuyer sur des contrôles suffisants pour permettre de caractériser l'état des faisceaux tubulaires, et sur des mesures préventives visant à s'assurer de l'absence de risque supplémentaire significatif :

- de rupture de tube de GV ;
- de fuite avérée, en fonctionnement normal ou accidentel, au cours du prochain cycle.

## III

Le Groupe permanent note que le dossier présenté par EDF s'appuie sur la garantie d'obturation des tubes présentant des défauts dont les caractéristiques dépassent les défauts jugés admissibles par l'exploitant en début de cycle, la compréhension des mécanismes d'apparition des fissures n'étant pas jugée prédominante vis-à-vis de l'aptitude au fonctionnement des GV de Bugey 3 au cours du prochain cycle.

### **Caractérisation de l'endommagement des faisceaux tubulaires**

Le Groupe permanent considère que le volume du programme de contrôles et d'expertises réalisé par EDF est adapté à l'enjeu résultant de la situation du GV n°1 de Bugey 3, comportant des indications de fissures circonférentielles et des taches de corrosion profonde que les dispositions de maintenance

habituelles ne permettaient pas de caractériser précisément. Le Groupe permanent souligne l'important travail réalisé par EDF qui a permis :

- d'obtenir une bonne connaissance de l'état du faisceau tubulaire des GV et notamment de l'endommagement au droit des plaques entretoises,
- de mieux connaître les performances des procédés de contrôle en corrélant les résultats obtenus à la taille de défauts réels.

Le Groupe permanent note cependant qu'EDF n'a jugé de l'exhaustivité de son programme de contrôle que vis-à-vis du critère de bouchage pris en compte dans sa démonstration.

#### **Prévention du risque de rupture de tube de GV**

Le Groupe permanent considère que l'approche retenue par EDF et reposant sur la définition d'un seuil de bouchage par détermination d'un défaut critique et prise en compte de la cinétique d'évolution au cours d'un cycle de fonctionnement est de nature à apporter des éléments concernant l'absence de risque significatif de rupture de tube de GV au cours du prochain cycle.

Le Groupe permanent considère cependant qu'EDF n'a pas apporté de démonstration suffisante pour déterminer de façon conservatrice la taille du défaut critique d'orientation circumférentielle au droit d'une plaque entretoise.

Le Groupe permanent considère toutefois, au vu des contre-calculs effectués par l'IRSN, que le critère de bouchage proposé par EDF permet de s'assurer, pour un cycle d'une durée maximale de 6 mois, de l'absence de risque significatif de rupture de tube de générateur de vapeur par instabilité du ligament restant sous traction axiale.

#### **Risque de fuite en fonctionnement**

Le Groupe permanent note le maintien en service de nombreux tubes présentant des défauts potentiellement traversants ou dont l'endommagement est tel qu'une évolution de la corrosion au cours du prochain cycle peut conduire à un endommagement traversant. Le Groupe permanent constate d'autre part qu'en cas de transitoire conduisant à une augmentation du différentiel de pression, le niveau de fuite pourrait augmenter significativement. Le Groupe permanent considère donc qu'il existe un risque de fuite notable au cours du prochain cycle de fonctionnement.

Le Groupe permanent considère que la surveillance en service des fuites du circuit primaire vers le circuit secondaire est une disposition permettant de surveiller le niveau d'étanchéité des tubes, complémentaire au programme de maintenance. L'intégrité de la seconde barrière de confinement constitue cependant une première ligne de défense qui doit rester indépendante de la seconde ligne de défense assurée par les règles de fonctionnement à fuite faible. Le Groupe permanent souligne de plus que la complexité des dégradations observées et la présence d'oxydes dans les interstices tube/plaque rendent difficile la prévision de l'évolution de la situation en cas d'apparition d'une fuite notable.

### **IV**

En conclusion, le Groupe permanent souligne l'important travail réalisé par EDF en vue de caractériser l'état des générateurs de vapeur du réacteur n°3 de Bugey.

Le Groupe permanent considère cependant que la démonstration apportée par EDF ne permet pas d'assurer l'absence de fuite significative au cours du prochain cycle de fonctionnement, ni l'acceptabilité du comportement des tubes en cas d'occurrence d'une telle fuite. Aussi, le Groupe permanent considère dans sa majorité :

- qu'en égard au niveau de contrainte qui serait rencontré en situation accidentelle, une épreuve hydraulique satisfaisante du faisceau tubulaire du GV 1, telle que prévue par l'article 15.III de l'arrêté du 10 novembre 1999, doit être un préalable au redémarrage ;
- que les 41 tubes présentant un signal S10 supérieur à 1V sur le GV 1 de Bugey 3 ne doivent pas être laissés en service.

## Recommandations

### Recommandation n°1

Le Groupe permanent considère qu'EDF doit poursuivre ses investigations concernant la corrosion externe au droit des plaques entretoises en vue notamment de comprendre les mécanismes ayant conduit à l'état d'endommagement observé sur le GV n°1 de Bugey 3.

### Recommandation n°2

Le Groupe permanent constate que les cinétiques présentées par EDF pour le phénomène d'attaque intergranulaire ne sont pas enveloppes de l'ensemble des cas rencontrés sur le parc en exploitation. Considérant qu'une telle évolution ne peut être exclue au cours du prochain cycle sur les GV de Bugey 3, le Groupe permanent considère qu'EDF doit utiliser a minima la valeur de 120µm/cycle.

### Recommandation n° 3

Le Groupe permanent considère que les calculs concernant la détermination d'un défaut critique pour un endommagement complexe comprenant une composante circonférentielle doivent être menés :

- en s'assurant du caractère enveloppe du calcul ;
- en s'assurant de la représentativité du calcul pour des endommagements réels, comprenant notamment des défauts multiples d'orientations croisées ;
- en prenant en compte des coefficients de sécurité.

\*\*\*

## Observations

### Observation n°1

Le Groupe permanent rappelle que l'exploitant doit aller vers la qualification des méthodes de détection des fissures circonférentielles au droit des plaques entretoises et note qu'il a commencé à utiliser les méthodes mises en œuvre à Bugey 3 sur d'autres réacteurs.