

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

**Avis et recommandations
relatif à la maîtrise du vieillissement dans le cadre du quatrième
réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe**

Réunion tenue à Montrouge le 15/03/2018

I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), formulée par sa lettre CODEP-DCN-2018-011650 du 1^{er} mars 2018, le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires s'est réuni le 15 mars 2018 pour examiner les justifications apportées par EDF, dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, pour analyser la maîtrise du vieillissement des équipements sous pression nucléaires.

Cet examen se place dans la continuité de la réunion du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires du 10 juin 2015 sur les orientations retenues par EDF pour la mise à jour des dossiers de référence réglementaires lors de la quatrième visite décennale (VD4) des réacteurs du palier 900 MWe et pour la poursuite de leur fonctionnement jusqu'à VD4 + 20 ans.

II

Le Groupe permanent a pris connaissance des conclusions de l'examen, par le rapporteur, des dossiers transmis par EDF. Le Groupe permanent a notamment examiné l'aptitude au fonctionnement et les dispositions de surveillance des équipements sous pression nucléaires, eu égard aux enjeux de sûreté et aux phénomènes identifiés devant être pris en compte pour une poursuite d'exploitation au-delà des quatrième visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

Les cas spécifiques de la zone de cœur de la cuve, des coudes moulés et des zones en Inconel, hors faisceau tubulaire des générateurs de vapeur, feront l'objet d'un examen dédié lors de séances ultérieures.

III

La démarche

Les conséquences du vieillissement des équipements sous pression nucléaires sont analysées par EDF dans un ensemble de fiches d'analyse du vieillissement (FAV) et synthétisées dans six dossiers d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE), relatifs, respectivement, à la cuve, au pressuriseur, aux volutes des groupes motopompes primaires, aux générateurs de vapeur, aux tuyauteries principales et aux tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal.

Le Groupe permanent considère que ces FAV et ces DAPE constituent des synthèses pertinentes des éléments techniques nécessaires à la démonstration de la maîtrise des effets du vieillissement. En particulier, la version 2016 des DAPE des composants intègre des critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation. Ces documents devront être mis à jour à l'actualisation des dossiers de référence réglementaires.

Les mécanismes de vieillissement

Au-delà des effets de l'irradiation neutronique sur la zone de cœur de la cuve, qui fera l'objet d'un examen ultérieur, le Groupe permanent estime que deux mécanismes particuliers de vieillissement sont de nature à limiter la durée d'aptitude au fonctionnement des équipements précités : le vieillissement thermique et la corrosion.

Pour ce qui concerne le vieillissement thermique, le Groupe permanent note que les connaissances relatives à ce mécanisme présentées dans le dossier d'EDF correspondent à l'état de l'art et qu'EDF poursuit des études pour conforter certaines hypothèses retenues dans les dossiers de référence réglementaires.

Pour ce qui concerne la corrosion sous contrainte ou atmosphérique des aciers inoxydables, et au regard notamment du retour d'expérience d'exploitation, le Groupe permanent considère que les connaissances de ce mécanisme méritent d'être complétées et synthétisées dans un dossier spécifique. À cet égard, le Groupe permanent note qu'EDF s'est engagé à produire des notes de synthèse relatives à ces deux mécanismes pour fin 2018.

Pour ce qui concerne la fissuration environnementale, le Groupe permanent considère que des dispositions complémentaires doivent être mises en œuvre pour la prise en compte de ce phénomène dans les circuits secondaires et en particulier dans les générateurs de vapeur, et formule à cet égard la recommandation n°1.

En outre, le Groupe permanent considère que la connaissance de la cinétique des mécanismes de corrosion doit être complétée ; il formule à cet égard la recommandation n°2.

L'analyse des risques de fissuration par fatigue et de rupture brutale

Le Groupe permanent souligne que l'analyse des risques de fissuration par fatigue et de rupture brutale des composants faisant l'objet d'un DAPE, incluse dans les dossiers de référence réglementaires, requiert la connaissance des propriétés mécaniques des matériaux à l'état vieilli et la mise à jour des chargements subis par les équipements. EDF s'est engagé à finaliser les analyses sur ces aspects, en juin 2018, en vue de compléter les DAPE relatifs à ces composants.

Le groupe permanent note que la prise en compte des valeurs des propriétés initiales du matériau du pressuriseur est à consolider.

Complétude des dispositions relatives aux générateurs de vapeur

Le Groupe permanent considère que la maîtrise du vieillissement des générateurs de vapeur, au vu de l'importance et de la variété des mécanismes de dégradation en jeu, nécessite la mise en œuvre de nombreuses dispositions d'exploitation, de maintenance courante et de maintenance exceptionnelle. Les mises à jour du DAPE et des FAV associées concernant les générateurs de vapeur témoignent de progrès dans cette maîtrise. À cet égard, le Groupe permanent souligne particulièrement l'évolution de la prise en compte du colmatage des plaques entretoises dans la stratégie de maintenance des générateurs de vapeur. En complément, le Groupe permanent note que des études sont encore nécessaires pour affiner la compréhension de certains mécanismes déjà identifiés, avec notamment l'expertise par EDF d'un générateur de vapeur usagé.

Toutefois, le Groupe permanent considère que des dispositions complémentaires doivent être mises en œuvre pour la surveillance des tubes de générateur de vapeur en alliage 600 TT. Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 en annexe.

Programme d'investigations complémentaires (PIC)

Le Groupe permanent souligne l'importance de la méthodologie de détermination de l'échantillon des réacteurs examinés au titre du PIC, qui doit prendre en compte les spécificités des réacteurs et la variété des configurations matérielles.

IV

Sous réserve de la prise en compte des recommandations en annexe, le Groupe permanent considère que les dispositions décrites ou envisagées par EDF dans son dossier, complétées par ses engagements pris lors de l'instruction, permettront de conclure quant à l'aptitude au fonctionnement des équipements concernés pour une poursuite d'exploitation au-delà de 40 ans.

Annexe 1

Recommandation n° 1 :

Le Groupe permanent recommande qu'EDF étudie le phénomène de fissuration environnementale des aciers faiblement alliés du circuit secondaire, en priorité sur les générateurs de vapeur, et synthétise les conclusions de cette étude dans une ou des fiche(s) d'analyse du vieillissement.

Recommandation n°2 :

Le Groupe permanent recommande qu'EDF consolide et documente les connaissances concernant la cinétique de tous les mécanismes de corrosion des aciers inoxydables : la corrosion généralisée, la corrosion par piqûres et cavernuse, la corrosion sous contrainte, en milieu nominal ou en milieu non nominal, la corrosion par l'acide borique et la corrosion intergranulaire.

Recommandation n° 3 :

Le Groupe permanent recommande que la surveillance de la corrosion sous contrainte en milieu secondaire des tubes de générateur de vapeur en alliage 600 TT soit renforcée du côté de la branche chaude du circuit primaire.

Annexe 2

Membres du Groupe permanent présents pour la rédaction de l'avis :

Monsieur Jean-Claude AUTRET
Monsieur Denis BUISINE
Monsieur Damien COUPLET
Monsieur Gilles CREIS
Madame Sophie DROBYSZ
Monsieur Patrice JARDET
Monsieur Uwe JENDRICH
Monsieur Jean-Philippe LONGIN
Madame Sophie MOURLON
Monsieur Pascal MUTIN
Monsieur Michel NEDELEC
Monsieur Thierry PAYEN
Monsieur Gérard PERRAT
Monsieur Gilles PERRIN
Monsieur Xavier PITOISET
Monsieur Patrick PLANTEVIN
Monsieur Guy ROUSSEL
Monsieur Jean-François SORRO
Monsieur Thomas SPIESS
Monsieur Yves TAFFARD
Monsieur André WEYN

Messieurs Yves MARIIGNAC et Matthieu SCHULER ont participé aux échanges de la matinée et n'ont pas pu prendre part à la rédaction de l'avis.