

**GROUPES PERMANENTS D'EXPERTS POUR LES EQUIPEMENTS  
SOUS PRESSION NUCLEAIRES**

**Avis relatif au dossier de justification de la tenue en  
service du Générateur de vapeur n° 335 du réacteur n° 2  
de la centrale nucléaire de Fessenheim**

Réunion tenue à Montrouge le 27/02/2018

## I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par sa lettre CODEP-DEP-2018-006626 du 8 février 2018, le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires s'est réuni le 27 février 2018 pour examiner la justification apportée par Framatome de l'aptitude au service du générateur de vapeur n° 335 installé sur le réacteur n° 2 de Fessenheim. La virole basse de ce générateur de vapeur est affectée d'une anomalie liée à l'insuffisance de coupe en tête de pièce lors des opérations de forgeage.

Le Groupe permanent a noté que cette anomalie était intervenue dans un contexte d'irrégularités vis-à-vis duquel l'ASN mène des actions spécifiques.

## II

Le Groupe permanent a pris connaissance des conclusions de l'examen, par le rapporteur, du dossier transmis par Framatome ainsi que des compléments apportés par EDF au titre du traitement de l'écart, qui affecte un générateur de vapeur installé sur un de ses réacteurs.

Le Groupe permanent a notamment examiné la démarche et les conclusions de Framatome et d'EDF portant sur :

- la représentativité des viroles sacrificielles fabriquées pour étayer les justifications, les essais mécaniques réalisés et les propriétés mécaniques du matériau qui en ont été déduites ;
- les contrôles réalisés sur le générateur de vapeur ;
- l'identification et la caractérisation des chargements thermomécaniques retenues pour l'analyse ;
- l'analyse du risque de rupture brutale menée par Framatome.

En outre, le Groupe permanent a pris connaissance en cours de réunion des derniers résultats d'essais concernant les viroles sacrificielles VB 335-B et VB 335-C et les analyses de Framatome concernant les ruptures intergranulaires observées sur certaines éprouvettes.

## III

L'anomalie affectant la virole basse n° 335 est liée à l'absence de coupe en tête de pièce lors de la réalisation de la troisième étape des opérations de forgeage. La non réalisation de cette coupe conduit à ce que la partie inférieure de la masselotte soit présente dans la virole basse ; elle peut entraîner les conséquences suivantes :

- la présence de défauts inhérents à la présence d'une partie de la masselotte ;
- une composition chimique locale pouvant affecter la soudabilité ;
- des propriétés mécaniques dégradées par rapport aux valeurs attendues.

### **Caractérisation de l'écart et représentativité des viroles sacrificielles**

Framatome a évalué le positionnement de la pièce finale dans le lingot à partir des documents de fabrication. Le Groupe permanent note les résultats de cette évaluation et constate qu'une partie de la masselotte se trouve effectivement dans la virole basse du générateur de vapeur.

Le Groupe permanent note que les investigations menées confirment que la zone de la virole contenant une partie de la masselotte se trouve au niveau de la jonction avec la virole médiane.

Le Groupe permanent note que Framatome a pris les dispositions nécessaires pour disposer de deux viroles sacrificielles présentant des caractéristiques chimiques et dimensionnelles suffisamment proches de celles de la virole basse n° 335 pour être représentatives sur le plan métallurgique.

Le Groupe permanent considère que le positionnement des deux viroles sacrificielles dans leur lingot respectif est représentatif de celui de la virole basse n° 335 dans son lingot. Il note les résultats des essais mécaniques réalisés en zones de recette des viroles sacrificielles et leur proximité avec ceux obtenus sur la virole basse n° 335.

Au regard de leur condition de réalisation, le Groupe permanent considère acceptable la représentativité des viroles sacrificielles vis-à-vis de la virole basse n° 335.

### **Caractérisation des propriétés chimiques et mécaniques**

#### *Propriétés du métal de base en zone ségréguée*

Le Groupe permanent note l'importance du programme d'essai mis en œuvre par Framatome afin de caractériser la composition chimique et les propriétés mécaniques des zones des viroles contenant une partie de la masselotte.

Le Groupe permanent note la présence de ségrégations positives, notamment du carbone, proches de la surface interne, au niveau de la partie supérieure des viroles sacrificielles.

Le Groupe permanent note que les résultats des essais de ténacité des matériaux restent enveloppés par la courbe ZG 6110 du code RCC-M indexée sur la  $RT_{NDT}$  de recette des viroles sacrificielles.

Le Groupe permanent considère que les essais visant à déterminer la température de référence à ductilité nulle, dite  $RT_{NDT}$ , sont des éléments importants de la démonstration. Il note les résultats des essais réalisés par Framatome en fin d'instruction et présentés en séance et considère que ces derniers ne remettent pas en cause les conclusions du rapporteur.

Ainsi, le Groupe permanent note que la présence d'une partie de la masselotte n'a pas affecté les propriétés mécaniques des matériaux dans des proportions qui remettent en cause les hypothèses de conception.

#### *Soudabilité et propriétés de la zone affectée thermiquement de la soudure*

Le Groupe permanent considère que les essais réalisés sur un coupon représentatif de la soudure entre la virole basse et la virole médiane du générateur de vapeur numéro 335 permettent de connaître les propriétés mécaniques de la zone affectée thermiquement. Le Groupe permanent constate que les résultats obtenus respectent les critères du référentiel technique choisi par le fabricant.

Le Groupe permanent considère que les essais menés, les conditions de soudage mises en œuvre et les essais non destructifs opérés permettent de garantir, au niveau de la zone affectée thermiquement, l'absence de défaut qui pourrait être lié à la présence de ségrégations.

### **Essais non destructifs mis en œuvre et défauts inhérents à la présence d'une partie de la masselotte**

Le Groupe permanent considère que l'ensemble des essais non destructifs mis en œuvre par Framatome lors de la fabrication et par l'exploitant sur le générateur de vapeur numéro 335, au niveau de la soudure et au niveau de la partie forgée, constitue un élément important de la démonstration.

Le Groupe permanent note que les résultats de ces examens confirment que le procédé de fabrication n'a pas généré de défauts inacceptables dans la virole basse 335.

### **Sélection des transitoires les plus pénalisants et caractérisation des chargements thermomécaniques**

Le Groupe permanent considère que l'étude de transitoires issus du dossier des situations et de transitoires complémentaires, ainsi que le recours à des hypothèses de calcul pénalisantes et à des situations théoriques enveloppes, permettent d'aboutir à des chargements thermomécaniques conservatifs au regard des incertitudes du dossier.

### **Evaluation des marges vis-à-vis de la rupture brutale**

Le Groupe permanent note la prise en compte dans ce dossier, pour la réalisation des calculs de justification de la tenue mécanique du composant, d'une pénalisation de la température de référence à ductilité nulle ( $RT_{NDT}$ ) par un décalage de 50°C estimé à partir d'essais de résilience. Il note que les résultats des essais Pellini réalisés par Framatome en tête des viroles sacrificielles ne remettent pas en

---

cause la valeur de ce décalage. Le Groupe permanent considère que, sur ces bases, les valeurs de ténacité retenues pour les calculs sont robustes.

Le Groupe permanent note les marges mises en évidence par les calculs de rupture brutale.

Le Groupe permanent note également que l'engagement pris par l'exploitant de maintenir la température de l'eau de l'ASG au-dessus de 15°C permet de dégager des marges supplémentaires.

Au regard de l'ensemble des éléments de justification apportés par Framatome et EDF, le Groupe permanent considère que l'aptitude au service du générateur de vapeur 335 n'est pas remise en cause par l'insuffisance de coupe en tête de pièce lors des opérations de forgeage.

---

ANNEXE

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

Monsieur Laurent BALAHY  
Monsieur François BILLON  
Monsieur Denis BUISINE  
Monsieur Damien COUPLET  
Madame Sophie DROBYSZ  
Monsieur Alain EHRLACHER  
Monsieur Claude FAIDY  
Monsieur Uwe JENDRICH  
Monsieur Jean-Philippe LONGIN  
Monsieur José Angel MARTINEZ MARTIN  
Madame Sophie MOURLON  
Monsieur Pascal MUTIN  
Monsieur Michel NEDELEC  
Monsieur Thierry PAYEN  
Monsieur Gérard PERRAT  
Monsieur Gilles PERRIN  
Monsieur Patrick PLANTEVIN  
Monsieur Guy ROUSSEL  
Monsieur Matthieu SCHULER  
Monsieur Jean-François SORRO  
Monsieur Thomas SPIESS  
Monsieur Francis VOUILLOUX

Monsieur Patrice JARDET, qui s'est déclaré en conflit d'intérêt pour ce dossier, a assisté aux échanges en tant qu'observateur et n'était pas présent lors de la rédaction de l'avis.

Messieurs Jean-Claude AUTRET et Yves MARIIGNAC ont assisté aux échanges et, considérant que l'anomalie relevait d'un contexte de fraude, n'ont pas souhaité prendre part à la rédaction de l'avis.