



**Réunion
de la Commission Locale d'Information
Nucléaire**

sur le vieillissement des cuves

18 avril 2012

A l'occasion de la 3^{ème} visite décennale du réacteur 1 de la centrale du Blayais, la CLIN a souhaité avoir une information sur le thème du vieillissement des cuves des réacteurs.

Cette réunion c'est déroulé le 18 avril 2012, sur le site de la centrale en présence des membres du bureau de la CLIN et des ingénieurs EDF spécialistes de la question.

Sept questions ont guidé nos échanges. Ce rapport en présente les réponses apportées par EDF.

1- Quelles sont les causes du vieillissement de la cuve ? cf présentation Stéphane Thivet

Il existe 3 mécanismes de vieillissement de la cuve : la décohésion intergranulaire, la corrosion sous contrainte, et la fragilisation sous irradiation.

La décohésion intergranulaire (DIG) correspond à la dissociation des joints de grains formant la matière. Ce type de défaut peut se manifester au niveau des liaisons bimétalliques (soudures entre les tubulures d'entrée et de sortie de la cuve et les embouts de sécurité, constitués de matériaux de nature différente). Le mécanisme responsable de l'apparition des DIG est la corrosion atmosphérique.

La surveillance des liaisons bimétalliques est assurée au travers de contrôles par examens non destructifs : ressuage tous les 5 ans +/- 1 an, contrôle radiographique et par ultrasons en visite décennale.

La corrosion sous contrainte peut affecter les éléments en alliage à base de nickel (Inconel 600 ou 182). Ce mécanisme de vieillissement nécessite l'action conjuguée de 3 facteurs : le milieu eau primaire, une température > 280°C, et des contraintes dans le matériau (principalement issues de la fabrication).

Les couvercles d'origine étaient équipés d'adaptateurs en inconel 600. **Ils ont tous été remplacés par des couvercles équipés d'adaptateurs en inconel 680, non sensible à la corrosion sous contrainte en milieu primaire.**

Par ailleurs, les pénétrations fond de cuve (PFC) sont en inconel 600. **Sur Blayais les pénétrations fond de cuve ne sont pas classées sensibles vis à vis du phénomène de corrosion sous contrainte. Les PFC seront contrôlées par examen télévisuel et par ultrasons en VD3 sur Blayais.**

La fragilisation sous irradiation :

Une partie des neutrons du cœur parvient jusqu'à la paroi de la cuve, ainsi les propriétés du matériau sous irradiation évoluent progressivement :

- augmentation de la limite d'élasticité et de la résistance à la traction
- fragilisation mesurable par le décalage de la ténacité et de la température de référence de transition fragile/ductile (RT_{NDT}).

La surveillance des effets de l'irradiation se fait grâce au programme de surveillance de l'irradiation (PSI) dont le but est de contrôler le conservatisme des hypothèses de fragilisation sous irradiation du matériau des cuves.

2- Quel est le coefficient de sécurité de la cuve, et son degré d'incertitude après trente ans d'exploitation ? cf présentation Claude Pagès

La démonstration d'intégrité de la cuve consiste à justifier que la cuve ne présente pas de risque de rupture, elle s'appuie sur deux études principales.

D'une part, la démarche consiste à vérifier qu'un défaut préexistant, c'est à dire issu du process de fonderie, proche de la paroi interne, situé à l'endroit le plus défavorable de la zone de cœur, présente des marges importantes vis à vis de l'amorçage d'une rupture (fragile ou ductile), en toutes situations.

L'étude générique d'un défaut dont les dimensions sont supérieures au défaut minimum détectable (6mm x 60 mm, puis 5mm x 25 mm) a donc été menée pour chaque catégorie de transitoires.

Le résultat est qu'en toute catégorie, les coefficients minimaux requis par la réglementation sont respectés.

D'autre part, les défauts détectés en service font l'objet d'analyses spécifiques. A Blayais, seul un défaut circonferentiel a été détecté en tranche 2 sous le revêtement dans la soudure entre la virole porte-tubulure et la première virole de cœur, de profondeur < 10 mm. **Le résultat spécifique de ce défaut est qu'en toute catégorie, les coefficients minimaux requis par la réglementation sont respectés.**

L'évaluation de l'intégrité est mise à jour tous les 10 ans pour chaque palier avec :

>Le retour d'expérience : maîtrise de la fluence, programme de surveillance de l'irradiation, inspections en service

>Les travaux de R&D : prévision de la fluence, thermohydraulique, comportement des matériaux et effets des chargements thermomécaniques

3- L'utilisation du combustible MOX a-t-elle un impact sur le vieillissement de la cuve ? cf présentation Claude Pagès

L'utilisation du combustible MOX a une influence très limitée sur la fluence reçue par la cuve, car nos plans de chargement évitent la présence de combustible neuf MOX en périphérie du cœur. De plus, la mise en œuvre des plans de chargement optimisés du point de vue fluence depuis plus de 15 ans permettent de limiter à environ 1.10^{19} n/cm² la fluence subie sur 10 ans au point chaud de la cuve.

4- Il existe 33 défauts de soudage du revêtement de cuve, répartis sur 9 cuves des 34 réacteurs de 900 Mwe. Est-ce que Blayais est concerné par ces défauts ?

Seul un défaut circonferentiel a été détecté en tranche 2 sous le revêtement dans la soudure entre la virole porte-tubulure et la première virole de cœur, de profondeur < 10 mm. Comme indiqué dans la réponse à la question 2, ce défaut respecte les coefficients minimaux requis par la réglementation en toute catégorie.

5- Quelle distinction est faite dans la définition d'une « fissure » et d'une « microfissure » ?

Une fissure est visible à l'oeil nu, contrairement à une microfissure.

6- EDF a mené une étude pour estimer la fluence qui serait reçu par l'acier d'une cuve, 11 ans après la date des VD3, soit pour Blayais, jusqu'en 2023. Mais l'IRSN estime que la pertinence de l'application des formules de prévision de la fragilisation des cuves pour les

fluences élevées est encore à démontrer. Sur quoi se base EDF pour annoncer une exploitation au-delà de 40 ans ? cf présentation Claude Pagès

Le programme de surveillance de l'irradiation repose sur l'exploitation d'éprouvettes réalisées dans des matériaux représentatifs de ceux de la cuve, placées en capsules et exposées au flux neutronique dans les cuves. Les résultats des capsules représentatives de 30 ans et 40 ans d'exploitation ont été exploités. Les décalages mesurés des températures de transition RT_{NDT} (déduits des essais sur les éprouvettes) sont comparés aux décalages calculés des températures de transition RT_{NDT} .

La comparaison fait apparaître que le comportement du matériau des viroles et des soudures est conforme aux prévisions. D'autre part les fluences subies par ces capsules sont supérieures à celles prévues en VD4.

7- Quelle est la proportion d'agents prestataires amenés à effectuer des opérations sur la cuve à l'occasion de la VD3 ? cf présentation Franck Peyruse

Les contrôles en visite décennale des éléments constitutifs de la cuve sont réalisés avec la machine d'inspection en service (télévisuel, ultrasons, courants de Foucault, radiographie). La conduite de la machine d'inspection en service est assurée par une trentaine d'intervenants d'Intercontrôle, filiale d'Areva, en 3x8 qualifiée dans le domaine. L'ensemble des intervenants sont des spécialistes, hautement formés à la réalisation de ces contrôles.