

Montrouge, le 8 avril 2015

## Note d'information

### Précisions techniques sur les anomalies de fabrication de la cuve de l'EPR de Flamanville

#### 1 Les calottes du couvercle et du fond de cuve du réacteur EPR



La cuve d'un réacteur EPR est constituée d'un corps de cuve surmonté d'un couvercle.

Le couvercle est constitué d'une calotte sphérique qui est assemblée à une bride de couvercle par soudage. Cette calotte comporte 107 traversées pour les mécanismes de commande de grappes, l'instrumentation du cœur et le tube d'évent. Son diamètre extérieur est de 4,72 m pour une épaisseur de 23,2 cm.

Le corps de cuve est constitué de l'assemblage par soudage de la calotte du fond de la cuve et de viroles cylindriques. Pour le réacteur EPR, ce fond de cuve n'est pas traversé par l'instrumentation du cœur, contrairement aux réacteurs précédents du parc électronucléaire. Le diamètre extérieur de cette calotte est de 4,675 m pour une épaisseur de 14,7 cm.

Pour le réacteur EPR de Flamanville, les calottes du couvercle et du fond de cuve ont été fabriquées par Creusot Forge, qui est aujourd'hui une filiale du groupe Areva, à partir d'un lingot d'acier écrasé puis embouti.

## **2 Les exigences essentielles de sécurité portant sur les propriétés mécaniques des matériaux**

Le décret n° 99-1046 du 13 décembre 1999 relatif aux équipements sous pression exige que « *Les matériaux destinés aux parties sous pression doivent [...] notamment être suffisamment ductiles et tenaces* ». Être ductile signifie être apte à se déformer sans se rompre, dans le cas présent sous l'effet de l'effort dû à la pression. Être tenace signifie être apte à résister à la propagation d'une fissure sous contrainte mécanique. Ces exigences sont réputées atteintes dès lors que les propriétés du matériau sont supérieures à des valeurs minimales figurant dans le décret. Un fabricant peut toutefois choisir ne pas respecter ces valeurs s'il justifie de la mise en œuvre de dispositions permettant d'obtenir un niveau de sécurité global équivalent.

Pour les équipements sous pression nucléaires les plus importants pour la sûreté tels que les circuits primaires et secondaires principaux des réacteurs nucléaires, l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires (« arrêté ESPN ») fixe des valeurs plus contraignantes.

Le respect de ces valeurs se vérifie au travers d'essais destructifs (essais de traction et essais de flexion par choc) réalisés notamment sur des pièces sacrificielles.

## **3 Le procédé d'élaboration des calottes du couvercle et du fond de cuve**

Les calottes du couvercle de la cuve et du fond de la cuve du réacteur EPR de Flamanville ont été élaborées respectivement en septembre 2006 et janvier 2007 par Creusot Forge.

Creusot Forge a utilisé le même procédé pour les calottes de couvercle et de fond de cuve, seule l'épaisseur finale obtenue après usinage étant différente. Le procédé de fabrication consiste à écraser un lingot conventionnel de forge de 156 tonnes coulé sous vide pour obtenir un disque d'une épaisseur d'environ 450 mm utile. Ce disque est ensuite traité thermiquement, puis embouti pour obtenir une calotte sphérique de 330 mm d'épaisseur.

Les extrémités du lingot contiennent des concentrations importantes non désirées d'éléments tels que le carbone, qui peuvent dégrader les propriétés mécaniques de l'acier. Le procédé de fabrication doit normalement conduire à éliminer ces zones.

## **4 Les résultats des essais réalisés par Areva pour la qualification technique des calottes de cuve du réacteur EPR de Flamanville.**

Areva a proposé à l'ASN en septembre 2012 de réaliser des essais destructifs de traction et de résilience sur la calotte supérieure de cuve qui était initialement destinée à un autre projet de réacteur EPR. Areva a justifié ce choix par le caractère comparable des deux programmes techniques de fabrication.

Areva a réalisé des essais mécaniques dans des zones représentatives, qui ont donné des valeurs de résilience<sup>1</sup> entre 36 J et 64 J, pour une moyenne de 52 J, inférieure à la limite réglementaire (60 J).

Areva a également mesuré la teneur en carbone dans une carotte centrale réalisée sur ce couvercle, qui a mis en évidence une teneur en carbone supérieure à celle attendue (0,30 % pour une valeur visée de 0,22 %).

---

<sup>1</sup> La résilience est la capacité d'un matériau à absorber de l'énergie sous l'effet d'un choc. Dans le cas de la cuve d'un réacteur, cette propriété est notamment importante pour la résistance aux chocs thermiques, par exemple suite à une injection d'eau froide dans le circuit primaire du réacteur.

## **5 Le programme d'essais à venir**

Les essais réalisés à ce stade mettent en lumière un défaut de maîtrise de la qualité des fabrications, ayant un impact sur les caractéristiques mécaniques des matériaux. Areva doit justifier que les phénomènes en cause sur les calottes du couvercle et du fond de la cuve du réacteur EPR de Flamanville sont bien identifiés, maîtrisés et n'affectent pas d'autres zones de ces composants que celles prévues.

L'ASN se prononcera sur le programme d'essais, contrôlera sa bonne réalisation et instruira le dossier que présentera AREVA pour démontrer la résistance de la cuve du réacteur EPR de Flamanville. Elle fera notamment appel à son appui technique, l'IRSN, et au Groupe permanent d'experts dédié aux équipements sous pression nucléaires.

## **6 Les échanges avec les autorités de sûreté étrangères**

L'ASN a informé ses homologues étrangères concernées par la construction d'un réacteur EPR. Certaines calottes des cuves des réacteurs de Taishan 1 et 2 (Chine) ont été fabriquées par Creusot Forge selon un procédé similaire à celui de la cuve de l'EPR de Flamanville. Ce n'est pas le cas des calottes de la cuve de l'EPR d'Olkiluoto, qui proviennent d'un autre fournisseur.