



DIRECTION DES EQUIPEMENTS  
SOUS PRESSION NUCLEAIRES

Montrouge, le 29 juillet 2015

CODEP-DEP-2015-030568

**Monsieur André PELLEN**  
**Président du Collectif pour le contrôle des**  
**risques radioactifs**  
**755 chemin des folies, quartier Cabaudran**  
**83330 Le Beausset**

**Objet : EPR Flamanville – anomalie relative aux calottes de la cuve**

Monsieur,

Par votre courrier du 4 mai 2015, vous remettez en cause la communication de l'ASN sur la cuve de l'EPR de Flamanville et me demandez de revenir sur mes déclarations du 13 avril devant l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST). Vous m'interrogez par ailleurs sur les éléments qui ont conduit l'ASN à rendre publique l'anomalie affectant la cuve de ce réacteur.

Je rappelle tout d'abord que l'ASN considère que le réacteur EPR constitue un progrès significatif en matière de sûreté nucléaire, et une référence au niveau mondial. La Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN) avait défini en 1999 les objectifs de sûreté pour de nouveaux réacteurs nucléaires, auxquels répondent dans leur ensemble les dispositions retenues pour la conception de l'EPR. Les orientations retenues pour sa cuve contribuent à cette amélioration du niveau de sûreté. L'atteinte de ce haut niveau de sûreté reste toutefois conditionnée à la qualité de sa construction.

La fabrication des calottes de la cuve de l'EPR, compte-tenu de leurs dimensions, a conduit AREVA à faire notablement évoluer son procédé. Comme tout nouveau procédé, il est susceptible de générer des défauts qui n'apparaissent pas auparavant. C'est particulièrement le cas en ce qui concerne l'hétérogénéité du matériau, en raison de la masse élevée du lingot retenu (3 fois celle des réacteurs du palier N4) et de son mode d'élaboration (lingot conventionnel et non à solidification dirigée). Si le phénomène de ségrégation positive majeure a été pris en compte par AREVA, il a manifestement été sous-estimé, tant dans son ampleur qu'en termes de conséquences sur les propriétés mécaniques.

La cuve est un équipement essentiel du réacteur, dont la rupture doit pouvoir être exclue. Une telle anomalie, susceptible de compromettre son aptitude au service, constitue à l'évidence un événement majeur du projet EPR de Flamanville. Il est donc légitime que l'ASN en informe le public, conformément à ses missions définies dans la loi<sup>1</sup> et comme elle l'a fait pour d'autres événements ayant affecté la construction du réacteur.

La note d'information de l'ASN du 7 avril 2015<sup>2</sup> se situe dans la continuité des éléments communiqués sur ces autres anomalies. Elle décrit de manière factuelle les informations transmises par AREVA et indique que cette dernière a proposé des essais complémentaires sur lesquels l'ASN sera amenée à se prononcer. Interrogé sur la gravité de l'anomalie détectée, je l'ai qualifiée de « sérieuse », terme qui m'apparaît tout à fait approprié compte-tenu de sa nature et de ses conséquences potentielles.

Au-delà du cas de la cuve de l'EPR, votre courrier pose la question de l'articulation entre le principe de transparence et les enjeux industriels. L'expérience de ces dernières décennies a montré que, loin de s'opposer aux intérêts des acteurs économiques, les démarches d'ouverture et de transparence conduisent à des décisions plus partagées et mieux comprises qui sont *in fine* favorables à l'ensemble des parties prenantes. C'est d'ailleurs sur les dossiers où les enjeux techniques et économiques sont les plus importants que la transparence doit être renforcée. En ce qui concerne l'EPR, je suis convaincu que l'information portée par l'ASN, sur l'anomalie elle-même et son traitement futur, permettra d'instruire ce dossier dans de meilleures conditions et d'aboutir à une décision plus robuste.

\*

\* \*

Plusieurs de vos questions portent sur la justification de la réglementation applicable aux équipements sous pression nucléaires issue de l'arrêté du 12 décembre 2005. Cette évolution réglementaire avait plusieurs objectifs, dont l'harmonisation avec le régime des équipements sous pression non nucléaires, l'amélioration des garanties apportées sur la qualité des équipements et la prise en compte du retour d'expérience de l'application de la réglementation précédente.

Cette évolution visait également à renforcer le contrôle de la conception des équipements, le régime antérieur étant essentiellement tourné vers celui de la fabrication. Il s'agit d'une évolution logique alors que les équipements construits actuellement pour les réacteurs diffèrent de plus en plus de la conception initiale issue de la licence Westinghouse.

Certaines de ces évolutions avaient été préfigurées par les règles techniques applicables aux nouveaux réacteurs édictées en 1999 par la DSIN. A cette occasion, et comme par la suite pour l'arrêté de 2005, des experts de différentes origines ont débattu des évolutions proposées et ont pu apporter leur contribution, notamment dans le cadre de la consultation de la Commission centrale des appareils à pression.

Il me paraît important de préciser que la ségrégation mise en évidence sur la cuve de l'EPR aurait également été considérée comme une anomalie en application de la précédente réglementation<sup>3</sup>. La contribution de la réglementation actuelle a ainsi essentiellement consisté à la mettre en évidence, alors qu'elle aurait précédemment pu passer inaperçue. L'anomalie observée sur la cuve de l'EPR de Flamanville confirme le bien-fondé du renforcement des exigences en matière de prévention du risque d'hétérogénéité des pièces introduit par l'arrêté du 12 décembre 2005.

La réalisation d'essais mécaniques en partie centrale des calottes visait à prévenir le risque d'hétérogénéité des caractéristiques mécaniques du matériau, dans le cadre de l'exigence dite de « qualification technique »<sup>4</sup>. Cette exigence conduit naturellement à réaliser des essais dans les zones où les caractéristiques mécaniques sont susceptibles d'être les plus faibles.

Les essais réalisés en octobre 2014 ont conclu au non-respect des critères de qualité fixés par AREVA et des valeurs minimales de résilience de l'arrêté du 12 décembre 2005 (cf. annexe). L'analyse a conduit à

---

<sup>1</sup> Article L. 592-1 du code de l'environnement : « L'Autorité de sûreté nucléaire est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ainsi qu'à l'information du public dans ces domaines. »

<sup>2</sup> <http://www.asn.fr/Informer/Actualites/EPR-de-Flamanville-anomalies-de-fabrication-de-la-cuve>

<sup>3</sup> Arrêté du 26 février 1974 relatif à la construction du circuit primaire principal des chaudières nucléaires à eau

<sup>4</sup> §3.2 de l'annexe 1 de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires

mettre en évidence la présence d'une ségrégation majeure positive non prévue. La présence de cette ségrégation constitue ainsi en premier lieu un écart au référentiel de fabrication dû à une maîtrise insuffisante du procédé d'élaboration du matériau. Par ailleurs, la présence de cette ségrégation a un impact significatif sur les caractéristiques mécaniques du matériau, dont l'étendue et les conséquences pour l'intégrité de l'équipement restent à déterminer.

Afin de démontrer la conformité de la cuve aux exigences réglementaires, AREVA a proposé une démarche consistant à :

- identifier les situations les plus pénalisantes vis-à-vis du risque de rupture brutale ;
- définir des critères d'acceptabilité au travers de calculs mécaniques ;
- caractériser le matériau par des essais destructifs.

Cette démarche est en cours d'instruction par l'ASN et l'IRSN. Compte-tenu des enjeux et de la complexité du sujet, l'ASN saisira le groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires, en amont et à l'issue de la campagne d'essais.

Enfin, je tiens à vous signaler qu'AREVA a décidé de procéder à une revue générale de la qualité de ses activités nucléaires passées et en cours dans son usine de Creusot Forge. Elle permettra d'obtenir une vision d'ensemble de la pertinence de l'organisation et des pratiques de Creusot Forge ainsi que de la qualité des pièces produites. Cette revue sera menée par un organisme indépendant et couvrira notamment la fabrication de l'EPR de Flamanville.

Vous trouverez en annexe au présent courrier les réponses à vos autres questions.

\*

\*      \*

L'ASN instruira les propositions d'AREVA avec rigueur, en s'appuyant sur l'ensemble des compétences nécessaires. Afin de conforter sa décision, elle mettra en œuvre une démarche d'ouverture et de transparence, sur le modèle de celle mise en œuvre en 2011 sur les évaluations complémentaires de sûreté à la suite de l'accident de Fukushima. Elle y associera les parties prenantes intéressées, dont l'POPECST, le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire (HCTISN), les commissions locales d'information et les autorités de sûreté étrangères concernées par la construction d'un EPR.

Afin de permettre au public intéressé, tel que vous, de se forger sa propre opinion sur ce dossier, l'ASN mettra à disposition sur son site internet toutes les informations utiles, dont les rapports d'expertise et les avis qui auront appuyé sa décision.

Pour votre information, l'ASN publiera le 3 août 2015 sur son site internet [www.asn.fr](http://www.asn.fr) une note d'information relative à cette réponse.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

**Le Président de l'Autorité de sûreté  
nucléaire**

**Pierre-Franck CHEVET**

## Réponses aux questions techniques

*Confirmez-vous que les spécifications françaises, CPFC puis RCCM, étaient plus contraignantes que les spécifications Westinghouse d'origine, que, grâce à elle, notre acier faiblement allié, dit ferrito-bainitique, se contente d'une faible teneur en cuivre, en phosphore et en soufre garantissant une meilleure tenue des viroles au vieillissement sous irradiation qui augmente la température du passage de l'acier de son état fragile à son état ductile ?*

Le retour d'expérience, l'amélioration des connaissances et les progrès des procédés de fabrication conduisent à faire régulièrement évoluer les spécifications des équipements des réacteurs nucléaires. L'anomalie observée sur la cuve de l'EPR ne concerne toutefois pas la présence d'impuretés, et ne remet pas en cause le vieillissement sous irradiation de la cuve.

S'agissant du code RCC-M, je considère qu'il apporte une contribution positive à la sûreté des installations nucléaires françaises. A la demande de l'ASN, l'AFCEM a engagé des travaux afin de le compléter pour prendre pleinement en compte les dernières évolutions réglementaires.

Au-delà des qualités du code RCC-M, je rappelle que l'usage d'un code par un industriel ne doit pas se substituer au jugement de l'ingénieur, qui doit en appliquer les prescriptions en maîtrisant les principes et les hypothèses sous-jacents. Le cas de la cuve de l'EPR a montré que l'attitude interrogative doit être de mise lorsque l'on se situe aux limites des conditions d'application du code.

*Confirmez-vous que, outre la plus grande épaisseur d'eau séparant la cuve EPR du cœur de son réacteur, cette dernière jouira ainsi d'une fluence du métal 10 fois inférieure à celle d'un réacteur de 900 MW, après 60 ans de service ? Confirmez-vous que le couvercle et le fond de la cuve EPR ne sont que très peu affectés par un vieillissement sous irradiation ?*

L'anomalie détectée ne présente pas de lien avec le vieillissement sous irradiation, qui par ailleurs est négligeable au niveau des zones concernées. La démonstration d'AREVA devra toutefois être valide sur l'ensemble de la vie du réacteur, en tenant compte de l'ensemble des mécanismes de vieillissement, notamment le vieillissement thermique.

*Confirmez-vous que le refroidissement d'un lingot de 160 tonnes, s'opère des bords vers le centre, occasionnant ce qu'on appelle des ségrégations majeures, en matière d'enrichissement des éléments de l'alliage ou en matière d'impuretés, désignées sous le nom de « veines sombres » remontant du bas vers le sommet de la calotte ; veines sombres qu'il est techniquement aisé de cantonner sur la face extérieure de cette dernière ? Confirmez-vous surtout que ce phénomène imparable est connu depuis les premières constructions de cuves françaises et n'a pas été découvert à l'occasion de la coulée de la cuve EPR ?*

L'ASN partage vos interrogations sur le fait que ce phénomène, inhérent au procédé de fonderie, n'ait pas été pris en compte et prévenu de manière satisfaisante par AREVA. Cette dernière a sous-estimé l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur les propriétés mécaniques du matériau.

*Sur quel retour d'expérience d'exploitation des 30 dernières années se fondent les nouvelles exigences ESPN, en matière de qualité métal du produit fini, exigences qui, selon l'ASN, n'auraient pas été respectées sur la cuve EPR ?*

Cf. corps du présent courrier.

*Quelles sont les dates précises du recettage des deux pièces incriminées en sortie de forge, ayant autorisé leur montage, et quelles sont les dates précises de la déclaration de leur conformité ?*

Faute de résultats d'essais dans la zone centrale de ces calottes, l'ASN n'a pas prononcé la conformité de ces pièces à l'exigence de qualification technique. Ces essais ont été demandés dès 2007 par l'ASN et cette demande a été renouvelée en 2011. L'ASN a cependant autorisé en décembre 2013, à la demande d'AREVA, le montage de la cuve dans le cadre d'un ensemble d'équipements dont l'évaluation de conformité n'était pas achevée. Conformément aux dispositions du guide de l'ASN n° 8<sup>5</sup>, qui prévoit une telle possibilité dans des cas exceptionnels et dûment justifiés, AREVA avait préalablement vérifié que ce montage ne conduisait pas à rendre inaccessibles certaines informations techniques nécessaires à l'instruction.

L'ASN avait alerté AREVA dès 2007 de la prise de risque industriel importante liée au caractère tardif de la qualification technique des matériaux, celle-ci pouvant in fine conduire au rebut des pièces concernées.

*Enfin, si, comme tout le laisse penser, les étapes et points d'arrêts précédents ont été correctement observés, autorisant la mise en place de la cuve et le montage du circuit primaire, qu'est-ce qui justifie un rappel à l'ordre aussi tardif et aussi médiatique du constructeur, par l'ASN ?*

L'ASN a communiqué dès qu'elle a disposé des éléments confirmant la présence de l'anomalie. Le caractère tardif de cette annonce est la conséquence du calendrier de réalisation des essais par AREVA. L'ASN a communiqué sur cette anomalie de manière similaire à d'autres écarts constatés lors de la construction du réacteur EPR de Flamanville.

*Confirmez-vous que la validation des éléments constitutifs de la cuve EPR procède de l'analyse combinée des résultats de plusieurs tests mécaniques, que si une telle analyse peut parvenir à rendre compte de l'homogénéité du métal, aucun des tests concernés ne saurait à lui seul emporter la déclaration de conformité ?*

La démonstration de la conformité de la cuve nécessitera de connaître avec un niveau de confiance élevé les propriétés mécaniques du matériau ségrégué. Dans la cadre de sa démonstration, AREVA a ainsi proposé à l'ASN un programme d'essai visant à déterminer de multiples caractéristiques mécaniques et chimiques du matériau.

*À quelles dates précises ont eu lieu les essais Charpy, sur combien d'éprouvettes et quels en ont été les résultats ? Si un ou plusieurs de ces résultats ont été déclarés hors critères, y en a-t-il parmi eux que l'ASN juge réhabilités pour la validation du couvercle et du fond de cuve ? Pourquoi ?*

AREVA a réalisé en octobre 2014 des essais en plusieurs localisations de la zone centrale d'un couvercle initialement destiné au marché américain, fabriqué selon une gamme similaire à celle des calottes de la cuve de l'EPR de Flamanville. Dans son dossier de qualification technique, AREVA avait notamment défini comme critère pour les essais en partie centrale une énergie de flexion par choc KV à 0°C supérieure ou égale à 60 joules en valeur individuelle et 80 joules en valeur moyenne.

Les résultats de ces essais de résilience au niveau du quart-épaisseur supérieur ont été de 36, 52 et 48 joules pour les premiers essais et de 47, 62, 64 joules pour les contre-essais, soit une moyenne de 52 joules. Ces valeurs ne sont pas conformes à celles prévues par le dossier de qualification technique et se situent pour certaines en-deçà des références réglementaires. Il revient maintenant à AREVA de justifier de l'acceptabilité des écarts observés et de la conformité de l'équipement au regard du phénomène de ségrégation majeure positive mis en évidence.

*Dans cette hypothèse, la fourniture d'un nouveau test de ténacité, cette fois conforme aux prescriptions, pratiqué dans les zones « ségréguées », réputées vulnérables par la seule ASN, suffirait-elle à lever le veto chantier ? Cette levée de veto pourrait-elle alors être assortie d'une nouvelle exigence de démonstration de sûreté mécanique, portant sur un autre critère physique ?*

---

<sup>5</sup> Guide de l'ASN n° 8 relatif à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires, septembre 2012 (disponible sur [www.asn.fr](http://www.asn.fr))

AREVA n'attend pas des nouveaux essais qu'ils conduisent à des résultats significativement différents. C'est pourquoi elle a proposé une démarche de justification des écarts observés, qui est décrite dans le corps du présent courrier.

*Quel retour d'expérience d'exploitation des 30 dernières années justifie que la norme ESPN exige désormais que les tests de Charpy soient réalisés en tous points d'une pièce sacrificielle... onéreuse ?*

Cf. corps du présent courrier.