



*Haut comité pour la transparence et l'information  
sur la sécurité nucléaire*

*GS anomalie cuve EPR du 23 mars 2016*

*Compte rendu de réunion*

*Version finale*

*Date de la réunion : 23/03/2016*

## **.I Introduction**

Pierre POCHITALOFF rappelle que la présente séance est destinée au rappel historique des rôles des intervenants respectifs.

## **.II Présentation par EDF de l'historique de conception**

Jean-Marc MIRAUCOURT rappelle que la cuve du réacteur fait partie de la seconde barrière entre les produits radioactifs et l'environnement.

La cuve est située au centre du bâtiment réacteur, au-dessus du dispositif de rétention prévu en cas d'accident grave.

Le couvercle de cuve d'EPR est constitué d'une bride (54 tonnes) et d'un fond bombé (32 tonnes) soudés entre eux. Amovible, il est déposé à chaque déchargement de cœur.

Pour sa part, la virole porte-tubulure monobloc, de 157 tonnes, comprend les départs de boucle primaire. Deux viroles de cuve de 149 tonnes chacune surmontent le fond de cuve et la bride. Le poids total de la cuve est par conséquent de 539 tonnes.

*Quelques photos sont projetées à l'écran.*

La cuve a été conçue à la fin des années 1990 dans l'optique générale de la conception de l'EPR visant à tirer le bénéfice des connaissances accumulées sur le palier français N4 et allemand Konvoy. Toute l'instrumentation passe par le couvercle, tandis que le fond de cuve ne comporte aucune pénétration et est beaucoup plus simple que par le passé, ce qui présente quatre avantages :

- une absence de source de fissure en fabrication ;
- un faible niveau de contraintes mécaniques en exploitation ;
- la réduction du risque de rupture en fond de cuve ;

- le dégagement de l'espace sous cuve pour récupération du corium.

La deuxième innovation est constituée par la pose d'un bouclier thermique entourant les assemblages combustibles. Une autre amélioration importante de cette cuve concerne la virole porte-tubulure et la bride de cuve assemblées en une seule pièce monobloc. Par ailleurs, les soudures des tubulures sont optimisées, avec mise en œuvre d'un procédé automatique de soudage et chanfrein étroit. La distance agrandie entre l'axe des tubulures (départ des boucles primaires) et le haut des assemblages combustibles limite le dénoyage du cœur en cas de perte de refroidissement car elle permet une réserve d'eau plus importante au-dessus des assemblages combustibles que dans les cuves du parc en fonctionnement (augmentation de 56 cm de cette distance).

Des améliorations ont également été obtenues sur le supportage et les composants inox de la cuve en alliage 690, insensible à la corrosion sous contrainte en milieu primaire. Le matériau des pièces des forges est en acier allié manganèse-nickel-molybdène.

Les règles de conception ont fait l'objet d'instructions examinées en Commission Centrale des Appareils à Pression (CCAP) d'octobre 1999.

Au début des années 2000, ces choix de conception ont été analysés de façon détaillée au sein des Sections Permanentes Nucléaires, dont le rapporteur était le BCCN (ex dénomination de la Direction des Equipements sous Pression de l'ASN).

EDF a commandé les pièces forgées de Flamanville 3 aux termes de trois contrats : un contrat A conclu en octobre 2005, un contrat B en juin 2006 et un contrat C finalisé en mars 2007. Aux termes de ce dernier contrat, les spécifications techniques portaient sur l'application du code RCC-M.

Pendant la phase de fabrication, EDF a exercé son rôle de surveillance comme la réglementation le prévoit. Le dialogue réglementaire étant bilatéral entre l'autorité de contrôle et le fabricant.

Benoît BETTINELLI souhaite que la répartition précise des rôles entre EDF et AREVA soit clarifiée. *Une première réponse est apportée en réunion au point 3 ci-dessous (page 7 du présent compte-rendu).*

### **.III Présentation par AREVA**

#### **.1 Historique**

Bertrand de L'EPINOIS indique qu'en septembre 2005, AREVA a commandé les forgés au Creusot, dont elle a racheté la forge en septembre 2006. La calotte supérieure a été coulée en septembre 2006 et la calotte inférieure en janvier 2007.

David BOILLEY s'enquiert de la date à laquelle ont été coulées les deux calottes qui font aujourd'hui l'objet des essais.

Bertrand de L'EPINOIS s'engage à fournir l'information ultérieurement. Par ailleurs, les rapports de qualification technique ont été élaborés au cours de la période 2008-2011 à la suite de

discussions avec l'ASN selon les exigences de l'arrêté ESPN du 12 décembre 2005, notamment en matière de mode de preuve. Au début 2010, un dialogue technique approfondi a été mené sur l'homogénéité des pièces écrasées. Lors d'une réunion du GP « Qualité Attendue ESPN » du 23 novembre 2011, il a été affirmé que les valeurs de l'arrêté ESPN devraient être atteintes en tout point, ce qui était déjà connu comme n'étant pas le cas. De ce fait pour obtenir la qualification technique ESPN, des pièces sacrificielles seraient nécessaires. En juillet 2012, AREVA a proposé de prélever une carotte dans le couvercle de la pièce américaine. Le résultat de cette carotte a conduit au lancement de la définition d'un programme complet.

Yannick ROUSSELET rappelle qu'habituellement, le *process* industriel est connu avant la fabrication.

Bertrand de L'EPINOIS reconnaît qu'aujourd'hui une partie suffisante de la qualification technique doit être effectuée avant la fabrication, ce qui n'était pas le cas à l'époque de la fabrication de la cuve de Flamanville 3.

David BOILLEY en conclut que lors de son installation, la cuve présentait déjà un défaut.

Bertrand de L'EPINOIS conteste l'existence d'un « défaut », car cette notion s'applique à une situation bien précise. En l'espèce, l'inhomogénéité ne constitue pas un défaut et n'est pas rare dans les pièces de forge. Cette inhomogénéité est apparue supérieure à la normale reconnue, qui est habituellement de l'ordre de 25% de ségrégation. Il s'avère donc que l'hétérogénéité était connue dès le début des forges, étant souligné que la question de la démarche à appliquer aux grosses pièces hétérogènes s'est posée dès le GP.

## **.2 Analyse des causes**

Les audits approfondis se poursuivent actuellement. En premier lieu, il est établi que la conception de la cuve présente des progrès significatifs sur un certain nombre de sujets importants : soudures, suppression des traversées de fond de cuve, réduction du flux de neutrons reçu par la cuve, examen de la possibilité de forger un couvercle monobloc, teneurs en soufre et phosphore du métal...

En deuxième lieu, les audits ont mis en évidence le fait que la qualification était centrée sur les zones sensibles et de recette. La forge avait par conséquent pour objectif de produire des pièces aux cotes dimensionnelles, de bonne santé métallurgique et respectant les critères de recette. L'essentiel était de réussir les soudures pour ne pas présenter de défaut. La pratique du code RCC-M et l'usage industriel se concentraient à l'époque sur les zones sensibles et de recette. Dans un tel cadre, le changement de taille du lingot n'a pas été interprété comme devant remettre en cause les fondamentaux de la qualification technique. Par conséquent, il existe clairement une leçon à tirer pour le futur.

En troisième lieu, la mise en lumière de ce dossier provient aussi de l'accroissement des exigences et modes de preuve sous le régime ESPN. En cela, le GP de novembre 2011 est un passage important affirmant que les valeurs de l'arrêté devaient être respectées en tout point, et vérifiées au besoin par la qualification technique. Il a en outre été affirmé que les valeurs devaient être vérifiées de façon individuelle et non moyenne (sur 3 éprouvettes), en tout point de la pièce et pas seulement là où les contraintes potentiellement rencontrées en exploitation sont les plus importantes.

### **.3 Plan d'action**

Au vu des causes ainsi développées, un plan d'action qualité de grande ampleur a été mis en place au sein des usines qui consiste à vérifier la conformité des fabrications depuis 2004. Il est également procédé au traitement des écarts identifiés, de même qu'à l'analyse et au renforcement de l'efficacité des processus de production. Le plan d'action sera ajusté en fonction des audits.

Par ailleurs, ce plan d'action vise à évaluer le respect des fabrications par rapport aux exigences de l'arrêté ESPN. Il prévoit un travail à trois ans avec l'ASN. Un tel travail implique la mise en œuvre d'une organisation interne dédiée au sein d'AREVA, étant précisé que les exigences de l'arrêté sont prises d'emblée comme des données d'ingénierie. Pour sa part, l'AFCEN révisé actuellement le code RCC-M pour que l'application du code industriel puisse assurer le respect des exigences de l'arrêté ESPN.

La dernière ligne du plan d'action concerne la recherche de pistes techniques de maîtrise de la ségrégation des pièces écrasées. La R&D travaille actuellement à l'évolution des lingots, des gammes de forgeage et à la poursuite du développement de la simulation numérique. L'objectif est d'être en mesure de produire au Creusot des pièces écrasées répondant en tout point aux valeurs de l'arrêté ESPN.

David BOILLEY souhaite connaître le type de pièces produites au Creusot. Bertrand de L'EPINOIS explique qu'outre les grosses pièces, Le Creusot produit les petites pièces écrasées de même que les viroles.

David BOILLEY demande si le site du Creusot sera rentable dans les années à venir.

Bertrand de L'EPINOIS précise que le programme du Creusot est prévu sur un petit nombre d'années.

Yannick ROUSSELET s'étonne de la teneur d'une récente déclaration du ministre de l'Economie, affirmant que les pièces ne seraient pas produites en France dans les années à venir mais au Japon. Il est donc inquiétant qu'il n'existe plus qu'un seul fabricant mondial pour ce type de pièces. En réalité, toutes les pièces en lien avec les gros lingots sont susceptibles d'être concernées.

Bertrand de L'EPINOIS répond que la question de la ségrégation à 25% ou 50% dépend de la taille du lingot. Le problème n'a donc pas nécessairement la même acuité pour toutes les pièces.

Yannick ROUSSELET en conclut qu'il serait possible de déceler des défauts dans des pièces déjà réalisées.

David BOILLEY croit savoir que deux couvercles de cuve en place sur des réacteurs en fonctionnement présentent une forte inhomogénéité.

Jean-Marc MIRAUCOURT explique qu'un recensement complet des pièces susceptibles d'être concernées est effectué régulièrement à destination de l'ASN. Il est démontré jusqu'à présent que la sûreté des pièces en exploitation est bonne. D'autres programmes d'investigation sont en cours.

Rémy CATTEAU ajoute que certains essais ne sont pas effectués dans le sens habituel.

Yannick ROUSSELET souhaite savoir si l'essai du carbone a été effectué.

Sylvie CADET-MERCIER répond que l'essai a été effectué en travers court. Le résultat de 56 joules est conforme à la réglementation.

Bertrand de L'EPINOIS considère que les vraies mesures seront les mesures chimiques, car les essais présentent davantage de variabilité.

Sylvie CADET-MERCIER précise que le rapport du GP de 2011 indique clairement les centrales concernées.

Rémy CATTEAU considère que le dossier comporte néanmoins une incertitude liée au traçage des couvercles.

Pierre POCHITALOFF demande si lors du rachat des forges, la compétence des équipes du Creusot a été maintenue.

Bertrand de L'EPINOIS estime qu'il existe un sujet d'interface entre les différentes équipes, en particulier lors du rachat des forges.

Bertrand de L'EPINOIS objecte qu'aujourd'hui, la tubulure d'échappement vapeur fait partie de la pièce forgée, qui est plus sûre que par le passé. Les seules raisons d'homogénéité ne justifient pas, par conséquent, de revenir à une solution impliquant davantage de soudures.

Jean-Marc MIRAUCOURT réaffirme le soutien d'EDF, en tant qu'exploitant, au plan d'action mené au Creusot pour faire en sorte que la forge française soit en capacité de fabriquer à nouveau des grosses pièces écrasées conformes.

Bernard DUPRAZ exprime son incompréhension quant à la position actuelle d'AREVA. En premier lieu, il conviendrait de préciser si AREVA est aujourd'hui en mesure de fabriquer une pièce ou si au contraire, un programme de R&D est nécessaire pour aboutir à un résultat d'ici quelques années. De plus, les développements de ce jour concernant l'évolution des compétences de la forge sont insuffisants. Lors de la précédente réunion, AREVA avait précisé que pendant toute la fin du palier 900-1300 était utilisée la technologie du lingot à solidification dirigée, mais que cette technologie avait finalement été abandonnée. La question qui se pose est de savoir, alors même que la forge est identifiée comme une pièce maîtresse pour la filière française, pourquoi AREVA ne se donne pas les moyens de réacquérir les compétences. Cependant, si le choix a été opéré de ne se concentrer que sur un nombre limité de pièces – ce qui n'est pas critiquable en soi – il est nécessaire de le préciser plus clairement.

Bertrand de L'EPINOIS assure que l'espoir de produire des grosses pièces écrasées est réel. C'est pourquoi AREVA réinvestit de manière massive dans la forge et dans l'outil industriel ainsi que dans les compétences en métallurgie, également présentes dans l'ingénierie parisienne. En revanche, le risque ne sera pas pris de produire maintenant de telles pièces dans les mêmes conditions.

Monique SENE s'explique difficilement, au vu des historiques présentés par AREVA, les raisons des défauts constatés. De plus, les étapes de vérification n'apparaissent à aucun moment dans la

présentation, étant observé que l'évocation de la seule réunion du GP de novembre 2011 apparaît nettement insuffisante. En outre, le rappel d'un contrat conclu en 2006 ou l'affirmation d'un début de travail en anticipation ne constituent pas un historique suffisant.

Bertrand de L'EPINOIS souligne qu'en 2006, la forge avait pour objectif technique et industriel de produire la pièce dans les bonnes cotes dimensionnelles, à l'endroit correct dans le lingot, et avec les caractéristiques adéquates dans les zones de recettes. C'est pourquoi à l'époque, la qualification technique n'a porté que sur ces trois points. Dans un tel contexte, les objectifs de la forge ont été tenus, ce qui permettait le soudage. En revanche, la question de l'hétérogénéité n'a pas été traitée dans la qualification pour les raisons qui ont été exposées.

Monique SENE réitère son incompréhension quant au fait que la forge ait pu négliger un problème d'hétérogénéité.

Bertrand de L'EPINOIS assure qu'à l'époque, les priorités étaient très différentes. De plus en matière de qualification de l'homogénéité, la pratique était centrée sur les zones sensibles et les zones de recette. Cette perception a évolué à partir de l'arrêté ESPN. Par ailleurs la pratique reposant sur l'usage, il n'a pas été compris qu'en changeant de taille de lingot et de procédés, il aurait été nécessaire de changer d'usage.

Yannick ROUSSEAU ne remet pas en cause la qualité du travail fourni, mais plutôt l'absence de prise de conscience d'une nécessaire évolution des règles.

Julien COLLET précise que l'homogénéité des pièces a été incluse dans la réglementation à partir de l'arrêté ESPN de 2005. Après cette date, de nombreux courriers de l'ASN ont attiré l'attention d'AREVA sur cette nouvelle exigence.

Sylvie CADET-MERCIER ajoute que dans le passé il était d'usage lors d'une nouvelle fabrication, de produire également une pièce sacrificielle pour vérifier les analyses chimiques et les caractéristiques mécaniques (notamment que les caractéristiques mécaniques de la zone de recettes étaient représentatives de l'ensemble de la pièce). Lors de la fabrication de la cuve de l'EPR, il ressort du rapport du GP qu'AREVA n'a pas jugé que le procédé était suffisamment nouveau pour nécessiter la fabrication d'une telle pièce sacrificielle. Bertrand de L'EPINOIS souligne qu'il a évoqué un changement d'usage à partir de 2010, et notamment le mode de preuve (c'est-à-dire la fabrication d'une pièce sacrificielle). Le fabricant n'a pas pris conscience, avec la publication de l'arrêté ESPN de 2005, d'un changement de référentiel technique. D'ailleurs la genèse de cet arrêté provient d'une directive européenne sur les appareils à pression, sans qu'un changement de référentiel technique soit l'objectif premier des rédacteurs. L'objectif est apparu plus tard pour AREVA qu'il fallait considérer la pièce en tout point, et pas seulement les zones sensibles.

Marie-Pierre COMETS revient sur les essais finalement réalisés sur la pièce sacrificielle fin 2012 (initialement prévue pour être le couvercle de la cuve américaine). Elle s'enquiert des raisons pour lesquelles il a été nécessaire d'attendre la fin 2014 pour obtenir le résultat des tests pratiqués.

Bertrand de L'EPINOIS répond que la période a été marquée par une profonde activité du personnel d'AREVA qui travaillait sur les problèmes du couvercle de la cuve.

Monique SENE s'inquiète d'une telle réponse. Il n'est pas contesté que les équipes aient travaillé mais il s'agit plutôt de savoir sur quel aspect a porté ce travail. Or à aucun moment il n'est possible de vérifier le travail concrètement mené, et sur quel plan.

Yannick ROUSSELET souhaite connaître le moment auquel EDF a découvert le problème faisant aujourd'hui l'objet de la saisine.

Jean-Marc MIRAUCOURT rappelle que le rôle d'EDF est celui d'architecte-ensemblier, responsable à ce titre des spécifications fonctionnelles. Dès que la cuve entre en fabrication, et tout particulièrement avec la nouvelle réglementation ESPN, EDF a un rôle de surveillance de fabrication de deuxième niveau. En particulier, il est vérifié que les pièces sont fabriquées conformément au contrat. Cependant EDF ne dispose pas des compétences d'AREVA pour définir les processus de fabrication dont c'est le métier. La surveillance d'EDF s'exerce en usine par sondage, et à 100% dès lors qu'une anomalie est détectée en fabrication.

Par ailleurs dans l'ensemble du dialogue réglementaire, EDF apporte son savoir-faire d'expertise notamment lors du Groupe Permanent ESPN.

Yannick ROUSSELET s'interroge sur la capacité d'EDF à vérifier la fabrication des calottes avant la production du rapport de qualification technique. En tout état de cause, le CEIDRE n'a détecté aucun problème particulier avant la livraison de la cuve.

Jean-Marc MIRAUCOURT assure qu'EDF a surveillé les écarts tout au long de l'application du contrat.

Bertrand de L'EPINOIS ajoute que chaque pièce individuelle fait l'objet d'un rapport de fin de fabrication. Le rapport technique démontre que le procédé doit permettre de répondre aux exigences. La justification précise du matériau en tout point par les qualifications métallurgiques portait sur les zones sensibles à la rupture brutale. De ce point de vue, le GP de 2011 a été très important car il a affirmé la nécessité d'apporter la preuve de la bonne connaissance des caractéristiques métallurgiques en tout point de la pièce.

Jean-Marc MIRAUCOURT précise qu'EDF a identifié en axe d'amélioration pour le futur une nécessaire montée en compétence de son propre personnel dans le domaine de la métallurgie.

Bernard DUPRAZ estime que dans le domaine de la forge, la qualité résulte de la forge elle-même et d'un ensemble de compétences dont certaines ne sont pas formalisées. En l'espèce, il ne semble y avoir aucune défaillance dans l'organisation de la qualité au sens classique du terme. En revanche, une perte de savoir-faire s'est produite de même qu'une absence de dialogue entre 2006 et 2011 sur la non-fabrication de pièces sacrificielles, sur laquelle la lumière ne semble pas uniquement avoir été faite par le GP de 2011. En tout état de cause, l'absence de réaction d'AREVA face aux questions de l'ASN entre 2006 et 2011 concernant les pièces sacrificielles est problématique.

Jean-Marc MIRAUCOURT reconnaît que l'état de la forge était fortement dégradé au Creusot à l'époque de sa reprise par AREVA. C'est pourquoi un plan d'embauches massif a été mené à cette époque.

Bernard DUPRAZ jugerait préférable que les explications actuelles fournies par AREVA développent cet élément.

Jean-Marc MIRAUCOURT reconnaît qu'EDF a sans doute méconnu à l'époque les conditions de dégradation de la forge. Pour autant si les pièces avaient été commandées chez JSW (Japan Steel Works), la forge du Creusot ne serait jamais remontée en compétence.

Bertrand de L'EPINOIS ajoute que les trois dernières années avant le rachat, la forge ne produisait plus de pièces nucléaires.

David BOILLEY s'étonne du risque industriel pris d'installer la cuve avant même de connaître les résultats de la carotte.

Bertrand de L'EPINOIS souligne que le couvercle était amovible. Les tests pratiqués étaient destinés à compléter le dossier de qualification technique.

#### **.IV Présentation par l'ASN :**

*La note de l'ASN « Note en vue de la réunion du 23 mars 2016 du groupe de suivi du HCTISN portant sur l'anomalie de la cuve de Flamanville 3 du 21 mars 2016 » est distribuée en séance. L'ASN se propose de la présenter. Seuls quelques éléments de cette note sont repris dans ce présent compte-rendu.*

#### **.1 Contexte historique de la qualification technique de la cuve**

Rémy CATTEAU indique que le contexte dans lequel les fabrications des calottes de la cuve ont été réalisées dépasse le cas des calottes et concerne plus globalement toutes les pièces soumises à qualification technique au titre de l'arrêté ESPN, c'est-à-dire les gros équipements de rechange destinés aux réacteurs en exploitation d'EDF, les équipements destinés à Flamanville 3 mais également ceux destinés à Penly 3. Trois périodes doivent être distinguées : 2006-2010, 2010-2012 et 2012-2015.

##### *.a Période 2006-2010*

L'arrêté ESPN de décembre 2005 introduit une exigence de qualification technique des opérations de fabrication des composants. Les fabrications commencées en 2006 ont donc été initiées avant que les qualifications techniques ne soient acquises.

Dans ce contexte, l'ASN a alerté largement AREVA sur les risques industriels engendrés. Ainsi, de très nombreux échanges ont porté sur la méthodologie d'analyse du risque d'hétérogénéité et les justifications à apporter pour démontrer que le risque était maîtrisé. Pour sa part, AREVA a tenté de valoriser la qualification M140 du code RCC-M sur les calottes de cuve, en affirmant qu'elle permettait de répondre aux prescriptions d'ESPN.

L'ASN rappelle que la calotte supérieure a été fabriquée de septembre à octobre 2006 et que la calotte inférieure a été fabriquée de janvier à décembre 2007.

En août 2006<sup>1</sup>, l'ASN a questionné AREVA sur l'homogénéité de la zone centrale de la calotte supérieure. AREVA a répondu à cette interrogation en affirmant qu'elle serait traitée dans un dossier ultérieur.

En avril 2007, l'ASN a alerté AREVA sur l'état de la documentation technique de la cuve, clairement en retard par rapport aux fabrications. Ce courrier n'appelait pas nécessairement de réponse.

En juillet 2007, l'ASN a mis en garde à plusieurs reprises AREVA sur le risque industriel que constituait le fait de poursuivre la fabrication des équipements sans que l'instruction des dossiers de qualification technique des composants entrant dans la fabrication de ces équipements sous pression nucléaires ne soit terminée

En décembre 2007, l'ASN a indiqué que la qualification M140 des calottes de cuve spécifiquement ne pouvait tenir lieu de qualification technique réglementaire.

Entre 2008 et 2010, AREVA a adressé à l'ASN une succession de dossiers concluant tous à l'homogénéité des propriétés chimiques et mécaniques des calottes.

David BOILLEY souhaite savoir si les réponses d'AREVA à l'ensemble de ces questions sont publiques. Il convient de rappeler que l'objectif du présent GT est avant tout la transparence.

Bertrand de L'EPINOIS ne pense pas que les réponses d'AREVA seront rendues publiques car elles comportent de nombreux détails de fabrication sur le procédé.

Yannick ROUSSELET n'en estime pas moins que la liste très précise des questions de l'ASN nécessite de faire connaître au GS la teneur des réponses fournies. La mission confiée par la ministre au GS consiste en effet à connaître l'ensemble des étapes suivies par AREVA.

*.b Période 2010-2012*

Rémy CATTEAU rappelle qu'au cours de la période 2010-2012, le contexte était celui de la convergence sur la démarche de qualification technique :

- sur le contenu type des dossiers ;
- sur les essais à réaliser (pièces sacrificielles).

Pour sa part, le GP de 2011 s'est tenu sur des cas précis pour lesquels le fabricant savait qu'il ne pourrait pas respecter la réglementation. Le GP a donc étudié ces cas particuliers pour examiner les conditions d'une décote. Or parmi les pièces étudiées, il n'était nullement question des calottes de cuve.

---

<sup>1</sup> Courrier de l'ASN à AREVA daté du 21 août 2006 référencé SG/MFG DEP-SD5-0345-2006, ASN-2006-36134 relatif à la qualification technique des approvisionnements anticipés constitutifs de la cuve de EPR destinée à Flamanville. La demande n°10 étant la suivante : « Je vous demande de m'indiquer la façon de s'assurer de l'absence de singularité dans la zone centrale de la calotte et de l'homogénéité des caractéristiques mécaniques entre le centre et la rondelle d'essais. »

A la demande de l'ASN, AREVA a analysé les écarts constatés par le passé par rapport à la pratique stabilisée. A cette fin, AREVA a transmis des notes d'antériorité, pour lesquelles l'ASN a demandé à AREVA de s'appuyer sur des essais réalisés sur des composants représentatifs.

Dans la note d'antériorité sur les calottes de cuve, le constat a été posé selon lequel les essais de recette ne permettaient pas de caractériser la zone centrale des calottes.

En juillet 2012, AREVA a proposé de réaliser des essais dans une carotte centrale de la calotte supérieure UA (c'est-à-dire destinée initialement à un EPR américain). Dans le même document, AREVA a affirmé que la présence d'une ségrégation majeure résiduelle n'aurait aucun impact sur les propriétés mécaniques.

En octobre 2012 après des échanges techniques, l'ASN a donné son accord sur la réalisation de nouveaux essais.

*.c Période 2012-2015*

Pour répondre à une question posée précédemment lors de la réunion concernant les activités du personnel d'AREVA durant les années 2012-2014 compétent pour réaliser les essais de la carotte de la calotte UA, l'ASN indique qu'elle a retrouvé des messages de ses interlocuteurs d'AREVA précisant que ces personnes devaient se concentrer en priorité sur la réparation du couvercle, la carotte UA n'étant pas la priorité.

En octobre 2014, les essais réalisés dans la carotte sont apparus non conformes, ce dont l'ASN a été informée de manière téléphonique. AREVA a donc lancé de nouveaux essais.

En novembre 2014, les nouveaux essais réalisés sont également apparus non conformes.

En décembre 2014, les échanges techniques ont commencé.

Début 2015, AREVA a rapidement proposé de réaliser de nouveaux essais mécaniques sur une autre calotte. L'ASN a interrogé AREVA sur la représentativité de cette calotte avec celles destinées à l'EPR de Flamanville 3 et a saisi l'IRSN en mars 2015. L'avis de l'IRSN est remis à l'ASN le 3 avril 2015.

L'ASN a rendu publique l'anomalie par un communiqué de presse du 7 avril 2015.

Yannick ROUSSELET demande si le couvercle a été fabriqué en monobloc.

Céline FASULO répond par la négative.

Bertrand de L'EPINOIS ajoute que dans le cadre de la réparation du couvercle, les soudures d'adaptateur, très techniques, ont été réalisées avec un grand succès. De plus le couvercle n'est devenu disponible pour servir de pièce sacrificielle qu'à partir du moment où il avait décidé qu'il ne servirait de couvercle de secours.

Yannick ROUSSELET note que malgré l'existence de la carotte, les essais n'ont pas été effectués.

Jean-Marc MIRAUCOURT constate, à la lecture des courriers inclus dans le dossier, que l'homogénéité du carbone entre le haut et le bas du lingot a bien été vérifiée. La question posée par l'ASN concernait par conséquent l'extérieur et le centre du lingot. Le courrier du 21 août 2006 porte sur des éléments différents de ceux analysés aujourd'hui.

Rémy CATTEAU objecte que la demande de l'ASN portait plus spécifiquement sur les essais dans la zone de recette (demande n° 10 de ce courrier).

Bertrand de L'EPINOIS souligne qu'une période de débats intenses s'est ouverte entre 2007 et 2010 sur la qualification au sens de l'arrêté ESPN. Une fois le débat stabilisé, le dialogue technique a réellement repris sur les pièces et l'homogénéité. Par conséquent, un véritable tournant s'est produit à cette époque d'un point de vue technique.

Yannick ROUSSELET observe que l'ASN a parfaitement cadré les questions.

Bertrand de L'EPINOIS s'engage à fournir en vue de la prochaine séance les éléments de réponse d'AREVA.

Jean-Paul LACOTE considère qu'il est possible de communiquer au GS des documents expurgés de tous secrets industriels.

Marie-Pierre COMETS s'étonne de l'absence de toutes précisions émanant d'AREVA sur la période 2006-2010. La présentation de Bertrand de L'EPINOIS apparaît donc insuffisante.

Bertrand de L'EPINOIS explique que son axe de présentation a été plutôt focalisé sur la période de conception-fabrication afin de déterminer des causes racines de l'absence de détection de l'homogénéité. Les exigences de l'arrêté ESPN ont été ensuite évoquées dans le cadre des discussions avec l'ASN, en insistant sur la période charnière de fabrication des pièces sacrificielles.

Yannick ROUSSELET constate que dès 2006, l'ASN avait alerté AREVA sur les risques industriels. Pourtant, AREVA a poursuivi sa fabrication.

Bertrand de L'EPINOIS assure avoir centré sa présentation sur les causes et les tendances de fond pouvant expliciter la situation actuelle. Le stock de questions de l'ASN, très conséquent pendant des années, a donné lieu à des discussions approfondies conduisant à stabiliser les qualifications techniques.

Jean-Paul LACOTE ne comprend pas pourquoi AREVA n'a pas fourni de réponses précises aux questions de l'ASN.

Pierre POCHITALOFF insiste sur la nécessité pour le GS de répondre précisément à la saisine de la ministre ainsi libellée : « *Comment cette anomalie s'est-elle produite et pourquoi a-t-elle été révélée neuf ans après la fabrication des pièces incriminées ?* » Pour disposer d'un historique, il serait par conséquent nécessaire au GS qu'AREVA fournisse un état précis des différentes dates de fabrication : du couvercle et du fond de cuve, du forgeage, de la constitution du lingot, de l'usinage en vue d'emboutissage, de l'emboutissage...

Yannick ROUSSELET demande si le CEIDRE était avisé des échanges entre AREVA et l'ASN en 2006.

Jean-Marc MIRAUCOURT indique vérifier ce point.

Bertrand de L'EPINOIS souligne que la discussion a porté sur le mode de traitement des singularités dans les qualifications techniques. Il est regrettable qu'un certain temps ait été nécessaire pour expliciter les modes de preuve. Par ailleurs lors du GP de 2006, la question principalement évoquée a été celle de la possibilité de fabrication d'un couvercle monobloc.

Pierre POCHITALOFF souhaiterait également savoir comment EDF a opéré son contrôle de deuxième niveau.

Jean-Marc MIRAUCOURT apportera des éléments à cet égard.

Yannick ROUSSELET sollicite des précisions concernant l'usinage, au cours duquel le carbone n'a manifestement pas été suffisamment retiré.

Bertrand de L'EPINOIS répond que l'objectif était d'assurer de bonnes propriétés de résistance mécanique tout en évitant la ségrégation négative sur la face interne du fond de cuve (la fragilité du fond de cuve y est plus problématique qu'au niveau de la calotte supérieure).

Bernard DUPRAZ estime que les raisons de la révélation tardive de l'anomalie tiennent au manque de compétences au Creusot. Il est donc nécessaire d'être très explicite sur le plan d'action.

Bertrand de L'EPINOIS assure que le plan d'action comporte des dispositions très précises concernant la gestion des compétences et des interfaces.

Bernard DUPRAZ souligne la nécessité de fabriquer des pièces sacrificielles. Le plan d'action devra par conséquent prévoir des mesures à cet égard.

Bertrand de L'EPINOIS ajoute que les rebuts de pièces sont également sources d'enseignement.

David BOILLEY sollicite des précisions sur le fait qu'AREVA n'ait pas pris conscience, à la parution de l'arrêté ESPN de 2005, qu'un changement de référentiel était requis.

Bernard DUPRAZ ne considère pas que l'arrêté de 2005 ait clairement posé l'indication d'un tel changement de référentiel. En revanche la nécessité de fabriquer des pièces sacrificielles n'est pas nouvelle.

Bertrand de L'EPINOIS estime que le sujet de la ségrégation n'est pas d'ordre réglementaire. Les rédacteurs de l'arrêté et l'administration ont sans doute fourni des explications insuffisantes sur la nature des changements attendus, tandis que les fabricants n'ont pas pris conscience d'une nécessité de changement. En définitive, la compréhension mutuelle a sans doute pris quatre à cinq ans.

Yannick ROUSSELET se pose des questions sur l'adaptation du procédé qualité par rapport à la réglementation. Il aurait sans doute été indiqué d'inclure à la procédure, dès 2006, la vérification de l'homogénéité. Bertrand de L'EPINOIS explique que le contrôle qualité et la conformité avec les exigences à l'ESPN étaient visés. Ces éléments sont nécessaires quelle que soit la réglementation.

Yannick ROUSSELET insiste sur la nécessité pour le GS de centrer sa réflexion uniquement sur la cuve, sans évoquer les plans d'action au Creusot qui, s'ils ne sont pas contestés, ne concernent qu'AREVA.

Philippe GUETAT juge peu claires la nature de l'évolution de la réglementation et la date de cette évolution. Il semble exister un grand nombre d'imprécisions dans les textes.

Rémy CATTEAU explique que la première réglementation, datant de 1974, s'applique à la fabrication des équipements destinés aux circuits principaux. Cette réglementation impose une valeur de résilience de 56 joules (valeur prise sur une éprouvette). En pratique, le respect du Code RCC-M valait respect de l'arrêté, ce code n'appelant que des essais dans les zones de recettes en respectant la qualification M140, qui elle nécessite de démontrer l'homogénéité de la pièce (la démonstration se faisant à l'aide d'essai sur des pièces sacrificielles). L'arrêté de 1974 en son article 16 4<sup>ème</sup> paragraphe invite en outre à se poser des questions lorsque certaines valeurs ne sont pas respectées et montrent une hétérogénéité de la pièce.

En 1999, l'ASN a commencé à s'interroger sur les règles applicables à un futur EPR en tant qu'installation nucléaire de base. En termes de valeur, le seuil est passé de 56 à 60 joules, chiffre « arrondi » correspondant à la preuve d'une grande maîtrise de fabrication. Les règles techniques indiquent que cette valeur doit être prise individuellement (et non plus en valeur moyenne) et en zone de recette.

Bertrand de L'EPINOIS ajoute que l'arrêté de 1974 prévoit, pour se prémunir d'un risque de rupture brutale, que si certaines valeurs ne sont pas respectées, un dossier justificatif peut être constitué. Lors du GP, il a été affirmé que même si la zone n'était pas sensible, il était nécessaire de connaître le matériau en respectant la règle des 60 joules.

Jean-Marc MIRAUCOURT précise que dans l'esprit de la réglementation, il est considéré que les règles fixées sont suffisantes. En cas de non-respect, un justificatif doit alors être apporté.

Rémy CATTEAU objecte que la démarche du GP de 2011 n'était pas de fournir aux fabricants les moyens de justifier les pièces défectueuses, mais uniquement d'expliquer pourquoi il n'était pas possible de la fabriquer autrement.

Bertrand de L'EPINOIS considère que la question relève du management technique. En l'espèce, il serait inapproprié d'incriminer les décisionnaires de ne s'être concentrés que sur les soudures.

Bernard DUPRAZ constate qu'un choix délibéré de ne pas utiliser les méthodes les plus performantes (lingot à solidification dirigée) a été opéré, sans doute pour des questions de coûts. Les arbitrages pratiqués relèvent d'un manque d'ambition industrielle dans la recherche du procédé le plus performant et d'un défaut de curiosité et de prudence.

Bertrand de L'EPINOIS souligne que les lingots à solidification dirigée présentent un taux de corroyage trop faible quand ils sont de grande taille comme celui de la cuve de l'EPR. La décision d'un retour à un lingot plein a ainsi été prise.

Jean-Marc MIRAUCOURT ajoute qu'un programme de R&D a porté sur le lingot, même s'il n'a sans doute pas été suffisant.

Monique SENE assure qu'AREVA n'est pas incriminée pour son manque de programmes de recherche.

Bertrand de L'EPINOIS a bien noté qu'il lui appartenait de fournir des explications approfondies sur la chronologie et les réponses à l'ASN.

David BOILLEY ajoute que des explications sont également attendues sur les raisons de la mise en place d'une cuve non conforme.

#### **.V Points divers : Visite à Erlangen**

Bertrand de L'EPINOIS indique que la meilleure période pour une visite est d'avril à mai puisque les essais pertinents s'y dérouleront. [*Hors réunion : la date est fixée au 13 mai*]

#### **.VI Conclusion**

Pierre POCHITALOFF conclut de l'ensemble des débats, que des éléments de réponse supplémentaires sont attendus d'AREVA et d'EDF en vue de la prochaine séance sur toute la période 2006-2014.

Bertrand de L'EPINOIS propose qu'une autre réunion soit organisée sur la synthèse des résultats d'essais attendus pour l'été.

Julien COLLET demande si une échéance a été fixée pour la remise du pré-rapport du groupe de travail.

Marie-Pierre COMETS répond que l'objectif est d'établir ce pré-rapport pour l'été 2016. Quant aux autres travaux du GS, ils se caleront sur ceux de l'ASN conformément à la lettre de saisine de la ministre.

La prochaine réunion est fixée le mercredi 29 juin après-midi (horaire approximative : 13h30-17h30)

## Liste des participants

### Membres du groupe de suivi :

BOILLEY David  
COLLET Julien  
COMETS Marie-Pierre  
DUPRAZ Bernard  
DE L'EPINOIS Bertrand  
GUETAT Philippe  
LACOTE Jean-Paul  
LAURENT Michel  
MIRAUCOURT Jean-Marc  
POCHITALOFF Pierre  
ROUSSELET Yannick  
SENE Monique

### Personnalités invitées :

CADET MERCIER Sylvie  
GRANGE Aurélie  
CATTEAU Rémy  
FASULO Céline  
LIU Simon

### Secrétariat du HCTISN :

BETTINELLI Benoît  
VIERS Stéphanie