



DIRECTION RÉGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
DE BOURGOGNE

www.bourgogne.drira.gouv.fr

sous-direction
équipements sous pression
nucléaires

DEP-SD5-0345-2006
ASN-2006-36134

Monsieur le Président Directeur Général
de la société AREVA NP
A l'attention de Mme LEVIVIEN
Tour AREVA
Cedex 16
92084 PARIS LA DEFENSE

Dijon, le 21 août 2006

Objet : Qualification technique des approvisionnements anticipés constitutifs de la cuve EPR destinée à Flamanville

Réf. : [1] Lettre PM/MFG n° 041601 du 15 novembre 2004
[2] Arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires, dit « arrêté ESPN »

Monsieur le Président Directeur Général,

La lettre de référence définit les conditions de qualification de la fabrication des équipements destinés au réacteur français EPR. Dans ce cadre, j'ai l'honneur de vous transmettre en annexe les demandes résultant de l'examen des documents relatifs à la fabrication des approvisionnements constitutifs de la cuve. Les demandes d'informations ne portent ni sur la virole AB monobloc, dont la fabrication a déjà été examinée, ni sur les composants réalisés par la société JSW pour l'EPR finlandais dont la fabrication pour l'EPR français incombe au forgeron Creusot Forge.

Vous voudrez bien me transmettre vos éléments de réponse dans un délai qui n'excédera pas deux mois. Le cas échéant, je vous demande de bien vouloir identifier clairement les engagements que vous seriez amené à prendre et d'en préciser unitairement l'échéancier afférent.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président Directeur Général, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Directeur
L'Adjoint au Chef du BCCN
L'Ingénieur divisionnaire de l'industrie et des mines

Jean-Charles VAN HUECKE

Copie : /

Annexe à la lettre n° SG/MFG DEP-SD5-0345-2006 du 21/08/2006

1- DOCUMENTS EXAMINES

Pièce	Exigences techniques d'approvisionnement	Fournisseur	Contrat	PTF	PEC	Rapport de qualification	Position AREVA NP Fabrication	Position AREVA NP Résultats
Viroles de cœur	BUHSGN/NCR0002 rév D	JSW	CO	N-7556-12 rév E	N-7556-72 rév D	PQ-04-003 rév B	NFPMT 05.616	NFPMT 05.622
			EPR	N-7778-10 rév C		PQ-05-009 rév D		
Tubulures	BUHSGN/NCR0003 rév B	CF	EPR	PTF-128 rév C	DQ 233 rév C		NEEMF 06.212	
			CO	N-7556-11 rév F	N-7556-71 rév F	PQ-03-010 rév D	NFPMT 05.616	NFPMT 05.622
Zone de transition	BUHSGN/NCR0004 rév B	JSW	EPR	N-7779-10 rév B		PQ-05-010 rév B		
			EPR	PTF-131 rév D	DQ 235 rév D			
Calotte de couvercle	BUHSGN/NCR0005 rév C	CF	CO	N-7556-14 rév D	N-7556-74 rév C	PQ-04-002 rév C	NFPMT 05.617	NFPMT 05.620
			EPR	N-7777-10 rév B		PQ-05-008 rév C		
Bride de couvercle	BUHSGN/NCR0006 rév C	JSW	CO					
			EPR					

2- REMARQUES GENERIQUES

2.1- Prise en compte de l'arrêté ESPN

L'arrêté ESPN traduit le décret 99-1046 du 13 décembre 1999 relatifs aux équipements sous pression au profit du secteur nucléaire. Ce décret instaure une politique d'objectif, *garantir la sûreté de l'équipement pendant toute la durée de vie prévue*, en imposant au fabricant l'établissement d'une analyse de risque avant de *concevoir et construire ses équipements en tenant compte de son analyse*. La démarche liant l'analyse de risque des équipements sous pression aux choix de fabrication n'est pas produite.

Actuellement, la structure des documents d'exigences techniques d'approvisionnement s'articule autour d'une logique de moyens dans laquelle le code RCCM tient une large place. Notamment, la définition du taux de corroyage et l'étude des risques d'hétérogénéité dans la pièce sont spécifiées au titre du code RCCM, respectivement M380 et M140, alors qu'elles devraient l'être au titre de l'arrêté ESPN, même si leur réalisation peut finalement être conduite selon le code RCCM. Sur la forme, les documents de spécifications ne respectent pas la prééminence du texte réglementaire sur le code industriel. Sur le fond, je note que les prescriptions de l'arrêté ESPN sont intégrées, comme la valeur de flexion par choc sur éprouvette ISO V à 0°C portée à 60 J au lieu de 40 J pour les matériaux ferritiques dont la résistance à la traction à température ambiante est supérieure ou égale à 600 MPa. Le code RCCM est en écart avec cette exigence puisqu'il permet 40 J en direction axiale pour un matériau disposant d'une résistance à la traction susceptible d'atteindre 670 MPa.

Demande n° 1 : Je vous demande de mettre en exergue la prise en compte de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires dans les documents de spécifications et de produire la démarche justifiant le choix des moyens de fabrication.

2.2- Démarche de qualification

Le processus de qualification doit apporter l'assurance que les procédés de fabrication choisis confèrent aux pièces, ainsi produites et contrôlées, l'ensemble des caractéristiques définies lors de la conception à partir de l'analyse des risques. La démarche de qualification s'inscrit dans la continuité de la justification des choix de moyens de fabrication. Elle permet de définir les essais nécessaires pour s'assurer de la justesse des choix de moyens de fabrication, en complément des essais et contrôles de recette de chaque pièce.

Cependant, la lecture des programmes techniques de fabrication et des programmes d'essais complémentaires ne permet pas d'extraire une telle démarche. Effectivement, parmi les cinq types de pièces étudiés, on peut constater des variations entre les essais effectués sans qu'aucune logique d'ensemble ne semble apparaître : réalisation ou non d'empreinte Baumann, essais avant ou après traitement de détensionnement simulé, reproduction ou non en tête de lingot, à diverses épaisseurs, des essais prévus au titre de la recette en quart épaisseur interne au pied du lingot ; à cet égard, les « positions constructeur » ne justifient pas ces variations mais s'accordent régulièrement avec les prévisions d'essais de recette et qualification, quels qu'ils soient.

L'évaluation de conformité requiert la production préalable de la démarche de qualification. Effectivement, le module G de l'annexe 2 du décret 99-1046 du 13 décembre 1999 stipule que la demande de vérification à l'unité, introduite par le fabricant comporte une

documentation technique. Cette demande doit notamment permettre de comprendre la fabrication. Elle contient entre autres :

- « - des plans de conception et de fabrication ;
- les descriptions et explications nécessaires à la compréhension desdits plans ;
- les éléments appropriés relatifs à la qualification des procédés de fabrication et de contrôle. »

Demande n° 2 : Je vous demande de me transmettre la démarche adoptée pour établir en qualité et quantité les essais et contrôles nécessaires et suffisants à la qualification du procédé de fabrication choisi ainsi qu'à la recette des pièces fabriquées. Cette démarche précise en tant que de besoin le recours au savoir-faire des forgerons ou au retour d'expérience des équipements en fonctionnement sur le parc nucléaire français.

2.3- Propreté inclusionnaire

Le paragraphe 3.1 de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN demande que le fabricant définisse le niveau de propreté inclusionnaire adéquat avant le début des opérations de forge.

Les empreintes Baumann peuvent être considérées comme des examens surfaciques aptes à révéler d'éventuelles inclusions de sulfure. Toutefois, les programmes de qualification qui prévoient la réalisation de ces empreintes ne fixent jamais les critères acceptables, dans une échelle de mesure qui reste d'ailleurs à définir.

En outre, les « positions constructeur » sur le principe de fabrication et de qualification concernant les pièces fabriquées par JSW (viroles de cœur, zone de transition, bride de couvercle) annoncent la réalisation de micrographies. Dans les faits, ces micrographies se résument à mesurer la taille du grain.

Enfin, des essais non destructifs figurent dans les documents des exigences techniques d'approvisionnement et dans les programmes techniques de fabrication. Les niveaux de défauts inacceptables sont précisés mais ils ne peuvent pas être considérés comme la définition de la propreté inclusionnaire.

Il apparaît que le seul examen de structure réalisé est la mesure de la taille de grain. Aucun niveau de propreté inclusionnaire n'est défini ou contrôlé.

Demande n° 3 : Je vous demande d'inclure dans les documents appropriés les exigences de l'arrêté ESPN en matière de propreté inclusionnaire.

2.4- Gestion des thermocouples

Selon le type de pièce considéré, deux à trois thermocouples sont utilisés durant les phases de traitement thermique à des emplacements définis en fonction de la géométrie de la pièce.

Demande n° 4 : Je vous demande de me transmettre la procédure envisagée en cas de défaillance d'un thermocouple en cours de traitement thermique.

3- REMARQUES PAR TYPE DE PIECE

3.1- Viroles de cœur (JSW)

La conclusion de la « position constructeur » relative aux résultats de la qualification précise que EDF a demandé en complément d'essai l'analyse des filiations C, S, P et Mn en peau interne de la virole selon deux génératrices diamétralement opposées, avec un pas resserré à 150 mm.

Demande n° 5 : Je vous demande de me transmettre les résultats de ce complément d'essai ainsi que la révision C du rapport de qualification PQ-04-003.

3.2- Tubulures (CreusotForge)

Le programme technique de fabrication (PTF 128 rév C page 9) fait état de chutages « après T_{TQ} ». Il s'agit en réalité du traitement thermique dit « de précaution » puisque le traitement thermique de qualité concerne les tubulures unitaires après usinage donc après chutages.

Le programme technique de fabrication (pages 13 et 14) indique une température de revenu de $645 \pm 15^\circ\text{C}$, soit la plage entre 630°C et 660°C . Les exigences techniques d'approvisionnement (BUHSGN/NCR0003 rév B page 9) requièrent « une température nominale choisie entre 635°C et 665°C » à l'instar de la spécification technique de référence M2114 du code RCCM déjà spécifiée en amont dans ce document. La plage de température comprise entre 630°C et 635°C se trouve donc être à la fois interdite par les exigences techniques et autorisée par le programme technique de fabrication.

Les exigences techniques d'approvisionnement demandent la détermination de la RT_{NDT}. A cet égard, l'annexe I de la STR M2114 du code RCCM stipule que « les éprouvettes sont prélevées à au moins 20 mm d'une surface trempée ». Or, d'après les schémas figurant dans le programme technique de fabrication (pages 15 et 25), les éprouvettes KAx, KCx et a priori Sx des coupons AT4 et AT5 ont leur axe à 20 mm d'une surface trempée, ce qui ne permet pas de respecter la contrainte du code RCCM énoncée ci-dessus.

Demande n° 6 : Je vous demande de corriger le programme technique de fabrication sur ces trois points ; vous m'indiquerez la suite donnée par CreusotForge à ces écarts documentaires dans le cadre de son système de management de la qualité.

Les coupons d'essais se situent tous du côté extérieur du lingot. Le côté intérieur du lingot fait seulement l'objet d'analyses C, S et P et d'empreintes Baumann.

Demande n° 7 : Je vous demande de m'indiquer comment est assurée l'homogénéité des caractéristiques mécaniques du côté intérieur du lingot avec le côté extérieur.

3.3- Zone de transition (JSW)

La pièce de référence (destinée à la tranche finlandaise) est issue d'un lingot avec des taux de chute tête, pied et cœur spécifiés respectivement à 11 %, 3 % et 2 %. Pour la pièce destinée à la tranche française, les taux de chute tête, pied et cœur spécifiés sont 10 %, 6 % et 2 %. Ces valeurs tendent à positionner la pièce plus vers la tête du lingot que la pièce de référence. Pour la qualification de la pièce de référence comme pour la recette de la pièce à

fabriquer, les coupons sont prélevés uniquement en haut de la pièce (côté pied du lingot) tandis que le bas de la pièce fait l'objet d'une analyse de la composition chimique.

Demande n° 8 : Je vous demande de m'indiquer les raisons des variations des spécifications des taux de chutage et la façon dont est garantie l'homogénéité des caractéristiques mécaniques sur toute la hauteur de la pièce.

3.4- Calotte de couvercle (CreusotForge)

Le programme technique de fabrication (pages 14 et 15) indique une température de revenu de $645 \pm 15^\circ\text{C}$, soit la plage entre 630°C et 660°C . Les exigences techniques d'approvisionnement (BUHSGN/NCR0005 rév C page 10) requièrent « *une température nominale choisie entre 635°C et 665°C* » à l'instar de la spécification technique de référence M2131 du code RCCM déjà spécifiée en amont dans ce document. La plage de température comprise entre 630°C et 635°C se trouve donc être à la fois interdite par les exigences techniques et autorisée par le programme technique de fabrication.

Demande n° 9 : Je vous demande de corriger le programme technique de fabrication sur ce point.

Le programme de qualification a permis de mesurer les caractéristiques mécaniques dans toute l'épaisseur de la pièce. L'homogénéité entre les côtés tête et pied du lingot a ainsi été vérifiée. Cependant, l'homogénéité entre l'extérieur et le centre du lingot n'est pas vérifiée. Or, les procédés de forgeage subis par le centre et l'extérieur de la pièce sont différents, même si les taux de corroyage sont finalement égaux.

Demande n° 10 : 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.

3.5- Bride de couvercle (JSW)

Les taux de chutage tête, pied et cœur spécifiés sur la pièce de référence (destinée à la tranche finlandaise) étaient respectivement à 17 %, 6 % et 1 %. Le taux de chutage réalisé en pied a été de 4,2 %. La « position constructeur » relative aux résultats de la qualification a noté le non respect de la valeur spécifiée de ce taux de chutage. Elle a toutefois conclu à l'innocuité de la différence au vu des résultats d'essai et des contrôles non destructifs, en précisant : « *Nous considérons donc comme suffisant les taux de chutage pratiqués par JSW et le PTF sera revu en conséquence lors de la prochaine fabrication.* » Pour la pièce destinée à la tranche française, les taux de chutage tête, pied et cœur sont spécifiés aux mêmes valeurs que la pièce de référence : 17 %, 6 % et 1 %.

Demande n° 11 : Je vous demande de m'indiquer les causes de la non tenue du taux de chutage en pied sur la pièce de référence et la raison pour laquelle le même taux est reconduit pour la pièce destinée à l'EPR français, contrairement à l'annonce formulée dans votre document « position constructeur » n° 05.620 du 25 novembre 2005.