



DIRECTION DES ÉQUIPEMENTS  
SOUS PRESSION NUCLÉAIRES

Paris, le 27 avril 2012

**N° Réf : CODEP-DEP-2011-067789**

Monsieur le directeur  
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD  
Cellule Mines  
KOBE SHIPYARD & MACHINERY WORK  
6<sup>th</sup> Building, 2<sup>nd</sup> Floor  
1-1, WADASAKI-CHO 1-CHROME, HYOGO-KU  
KOBE - JAPAN

**Objet** : Application des exigences réglementaires sur les caractéristiques mécaniques des matériaux à certains composants destinés à l'EPR Flamanville 3 et aux générateurs de vapeur de remplacement.

**Références :** [1] Saisine du GP ESPN CODEP-DEP-2011-059746 du 15 novembre 2011  
[2] Avis du GP ESPN CODEP-MEA-2011-065518 du 28 novembre 2011  
[3] Lettre MHI GVR-CM-LT-11-032 du 16 décembre 2011

Monsieur le président,

L'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires (ESPN), dit « arrêté ESPN », précise les exigences essentielles de sécurité applicables aux ESPN. En particulier, pour les équipements de niveau N1, son annexe 1 requiert :

- la réalisation d'une qualification technique destinée à identifier les risques d'hétérogénéités des composants et s'assurer que ceux-ci auront les caractéristiques requises ;
- le respect de valeurs des caractéristiques mécaniques, précisées pour chaque type de matériau, notamment concernant les caractéristiques de résilience et d'allongement à la rupture.

La mise en œuvre de la qualification technique vous a conduit à identifier, pour certains composants, des zones concernées par des hétérogénéités potentielles. Ces zones étant distinctes des zones de recette et pouvant présenter des caractéristiques différentes de celles-ci, vous vous êtes interrogés sur les propriétés mécaniques effectivement obtenues dans les zones concernées par des hétérogénéités et sur la nécessité de réaliser des essais mécaniques pour les caractériser. Cette démarche vous a conduit à ne pas spécifier de qualité requise en termes de résilience dans la zone centrale des plaques tubulaires, considérant qu'une démonstration de l'absence de risque de rupture brutale dans cette zone vous permettait de vous affranchir de la vérification des valeurs minimales de résilience dans ce cas.

Afin de prendre position sur l'acceptabilité des équipements concernés au regard des exigences essentielles de sécurité de l'arrêté ESPN, l'ASN a demandé [1] au Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GP ESPN) de lui faire part de son avis sur :

- les modalités d'application des exigences essentielles de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN concernant la qualification technique et les caractéristiques mécaniques des matériaux ;
- les démonstrations théoriques et les résultats d'essais que vous avez présentés pour justifier l'acceptabilité de votre démarche, eu égard notamment à la prévention du risque de rupture brutale, et la maîtrise des procédés de fabrication employés.

Le GP ESPN a examiné le sujet lors de sa séance du 23 novembre 2011 et a rendu l'avis en référence [2].

\*

\* \*

### **Application des exigences essentielles de sécurité de l'arrêté ESPN relatives aux caractéristiques mécaniques des matériaux**

La qualification technique vise à identifier, prévenir et maîtriser les risques d'hétérogénéités des caractéristiques, notamment mécaniques, des composants d'ESPN de niveau N1. L'ASN considère que cette démarche doit permettre de garantir l'obtention, dans l'intégralité du volume des composants, de propriétés mécaniques suffisantes pour disposer des marges nécessaires pour le dimensionnement des équipements et prévenir le risque de rupture brutale, et notamment de caractéristiques de résilience et d'allongement à la rupture élevées.

L'arrêté ESPN définit des exigences essentielles de sécurité concernant la maîtrise des risques d'hétérogénéités, via la qualification technique, et concernant le comportement mécanique global des composants, via l'imposition de valeurs limites pour certaines caractéristiques mécaniques. L'ASN considère que les objectifs de ces deux exigences sont complémentaires, ce qui implique, lorsqu'elles s'appliquent, le respect des valeurs de propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN dans l'intégralité du volume des composants. Les modalités d'application de ces exigences sont précisées en annexe 1.

L'ASN considère par ailleurs que la fabrication d'ESPN doit s'accompagner de l'utilisation de procédés de fabrication performants ce qui doit se traduire, sans remettre en cause la possibilité de recourir à de nouveaux fournisseurs, par la recherche et la maîtrise des meilleures technologies disponibles.

\*

\* \*

### **Justifications à apporter dans les cas où les caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ne sont pas garanties en valeurs individuelles dans certaines zones d'un composant.**

L'ASN considère que l'acceptabilité de composants présentant, dans certaines zones, des caractéristiques mécaniques différentes des valeurs indiquées à l'annexe 1 de l'arrêté ESPN, peut être justifiée sous réserve de la démonstration de l'absence de conséquences de cette différence sur la mise

en œuvre des matériaux (par exemple leur soudabilité) et l'intégrité de l'équipement, notamment vis-à-vis du risque de rupture brutale.

L'ASN rappelle cependant que l'obtention des caractéristiques mécaniques individuelles de ductilité et de résilience élevées doit être privilégiée à la réalisation d'une telle démonstration, les valeurs visées devant être précisées dans les spécifications d'équipement.

L'ASN rappelle également qu'une analyse du risque de rupture brutale, seule, ne peut constituer une démonstration suffisante et considère que la caractérisation des zones concernées et la démonstration de la maîtrise des procédés de fabrication sont des éléments essentiels.

L'ASN considère donc que les justifications apportées pour les zones dans lesquelles les caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ne peuvent être garanties en valeurs individuelles doivent reposer sur des résultats d'essais, produits sur la base d'une pièce de qualification réalisée par le fournisseur retenu, permettant de garantir la maîtrise des procédés de fabrication et de caractériser précisément la zone concernée.

L'ASN considère ainsi que les éléments techniques décrits en annexe 2 doivent impérativement accompagner les justifications apportées pour les composants concernés.

\*

\* \*

### **Examen des justifications déjà apportées dans le cas de certains composants fabriqués par MHI**

Vous avez indiqué, dans les dossiers de qualification technique des plaques tubulaires de générateurs de vapeur de remplacement, que vous ne spécifiez pas de qualité requise en termes de résilience dans leur zone centrale, considérant qu'une démonstration de l'absence de risque de rupture brutale dans cette zone vous permettait de vous affranchir de la vérification des valeurs minimales de résilience dans ce cas. Vous ne jugiez ainsi pas nécessaire de garantir les valeurs de caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN en tous points et avez transmis à l'ASN des éléments de justification de cette approche.

L'ASN considère que les éléments de justification de l'absence de risque de rupture brutale en partie centrale des plaques tubulaires que vous fabriquez, tirant parti du comportement mécanique particulier de ce milieu multiperforé, est acceptable.

L'ASN note toutefois que la démonstration que vous aviez apportée pour ce composant, n'était à ce stade pas accompagnée de résultats d'essais. L'ASN considère que des essais doivent être réalisés, sur une pièce de qualification réalisée par le fournisseur retenu, afin de garantir la maîtrise des procédés de fabrication et de caractériser précisément la zone concernée. Par ailleurs, les propriétés mécaniques attendues dans cette zone doivent être définies en amont de la fabrication dans les dossiers de qualification technique et comparées aux caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN.

Par lettre en référence [3], vous avez complété votre démonstration en proposant des essais complémentaires (filiations en carbone en tête et pied, coupon d'essais au centre tête) pour les prochaines plaques à fabriquer.

Je considère que ces propositions complètent votre dossier de façon satisfaisante.

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

Le directeur général,

**Signé**

Jean-Christophe NIEL

## Annexe 1

### Modalités d'application des exigences essentielles de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN relatives aux caractéristiques mécaniques

L'annexe 1 de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux ESPN, dit « arrêté ESPN », définit des exigences essentielles de sécurité concernant la maîtrise des risques d'hétérogénéités, via la qualification technique, et concernant le comportement mécanique global des composants, via l'imposition de valeurs limites pour certaines caractéristiques mécaniques.

\*  
\* \*

### Exigences essentielles sur les caractéristiques mécaniques « limites » des matériaux (Point 4 de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN)

L'annexe 1 de l'arrêté ESPN fixe des valeurs minimales de résilience et d'allongement à la rupture. Conformément aux remarques préliminaires de l'annexe 1 du décret du 13 décembre 1999 relatif aux ESP qui spécifient que « *les obligations découlant [des] exigences essentielles ne s'appliquent que si le risque correspondant existe pour les équipements sous pression en cause* », ces exigences sont obligatoires dès lors que le risque de rupture brutale existe. Elles visent à garantir le bon comportement global du composant vis-à-vis de la rupture brutale.

**En l'absence de précision de l'arrêté ESPN sur les modalités d'interprétation des valeurs d'énergie de flexion par choc sur éprouvette iso V à 0°C, ces valeurs sont à considérer en valeurs moyennes, conformément aux dispositions de la norme harmonisée NF EN 10021.**

\*  
\* \*

### Exigence essentielle de qualification technique (Point 3.2 de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN)

L'annexe 1 de l'arrêté ESPN spécifie par ailleurs que : « *le fabricant identifie préalablement à la fabrication les composants qui présentent un risque d'hétérogénéité de leurs caractéristiques lié à l'élaboration des matériaux ou à la complexité des opérations de fabrication prévues. L'ensemble des opérations de la fabrication fait l'objet d'une qualification technique. Celle-ci a pour objet d'assurer que les composants fabriqués dans les conditions et selon les modalités de la qualification auront les caractéristiques requises.* »

L'ASN considère que l'absence de respect des valeurs de caractéristiques mécaniques indiquées au 4 de l'annexe 1 de l'arrêté ESPN en valeurs individuelles, ces mêmes exigences étant par ailleurs respectées en valeurs moyennes, constitue la preuve de l'existence d'un risque d'hétérogénéité remettant en cause l'obtention pour ce composant des caractéristiques mécaniques requises. Ainsi, sur la base de l'avis du GP ESPN et conformément aux dispositions mentionnées dans les règles techniques relatives à la construction des futurs CPP et CSP publiées en 1999, l'ASN considère que, lorsque cette exigence s'applique, les composants doivent être conçus pour présenter, dans l'intégralité de leur volume, des caractéristiques mécaniques en valeurs individuelles au moins égales à celles indiquées dans l'arrêté ESPN.

\*  
\* \*

## **Conséquences sur les justifications à apporter dans le cas où les valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN ne peuvent être garanties**

Le respect des valeurs de propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN en valeurs moyennes et en valeurs individuelles traduit deux exigences différentes : la première permet de garantir le bon comportement global du composant, la seconde permet de vérifier l'absence d'effets locaux conduisant à des hétérogénéités. Cette différence est particulièrement marquée dans le cas des propriétés de résilience.

Si un fabricant d'ESPN n'est pas en mesure de garantir le respect, en valeur moyenne, des valeurs de propriétés mécaniques, par exemple de résilience, indiquées dans l'arrêté ESPN, il s'agit d'un écart aux exigences « matériaux » de l'arrêté ESPN qui spécifient des valeurs limites. Dans un tel cas, un composant ne peut être jugé acceptable, conformément aux dispositions du décret ESP, que si « *le risque correspondant* » n'existe pas. L'ASN souligne que le fabricant doit alors apporter une démonstration de l'absence de risque, et ne peut se limiter à prouver l'acceptabilité d'un niveau de risque existant mais jugé suffisamment faible.

Les éléments à apporter dans le cas où les propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ne sont pas respectées en valeurs individuelles figurent en annexe 2.

## Annexe 2

### **Éléments indispensables à la justification, pour un composant d'ESPN de niveau N1, de l'absence de conséquences du non respect en valeurs individuelles des valeurs de caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN**

Un composant ne respectant pas, en valeurs individuelles et dans certaines zones, les valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN ne peut être jugé acceptable que sous réserve d'une justification de l'absence de conséquences de cette différence pour la mise en œuvre des matériaux et l'intégrité de l'équipement.

L'ASN considère que si un fabricant ne peut garantir le respect des caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN, en valeur individuelle, il doit identifier ce risque en amont de la fabrication, dans le dossier de qualification technique initial du composant. Il doit notamment identifier de façon précise les zones concernées et préciser le ou les phénomènes en jeu ainsi que l'amplitude de l'écart par rapport aux valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN.

L'acceptabilité du composant ne pourra être jugée, dans un second temps, que sur la base de la connaissance des propriétés mécaniques réellement obtenues dans une pièce, par exemple la pièce portant la qualification technique. Si l'obtention de caractéristiques inférieures aux valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN est confirmée, les justifications de l'absence de conséquences de cette différence doivent être réalisées en prenant en compte ces résultats d'essais. Ces éléments doivent figurer dans le dossier de qualification technique à l'état final.

Par ailleurs, dans le cas où le non respect de valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN concerne les propriétés de ductilité, l'ASN considère que le fabricant doit étudier l'opportunité de caractériser le comportement mécanique du composant concerné à l'aide d'essais de ténacité.

**Dans les cas où vous ne pourriez garantir le respect des propriétés de ductilité indiquées dans l'arrêté ESPN, l'ASN considère que vous devriez étudier l'opportunité de réaliser des essais de ténacité permettant de caractériser le comportement du composant. Le cas échéant, vous devriez justifier l'absence de réalisation de tels essais.**

L'ASN considère que le fabricant doit démontrer la maîtrise des procédés de fabrication utilisés. En conséquence, les résultats d'essais doivent être cohérents avec les phénomènes prévus indiqués dans le dossier de qualification technique à l'état initial. Ainsi, la démarche mentionnée ici ne peut être utilisée pour justifier l'acceptabilité d'un composant dont les caractéristiques mécaniques seraient anormalement basses suite à la dérive d'un procédé de fabrication.

**Dans les cas où les résultats d'essais montreraient que les propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ne sont pas respectées, en valeur individuelle, l'ASN considère que vous devriez justifier dans le dossier de qualification technique à l'état final que les phénomènes en cause sont connus, maîtrisés, correspondent à ceux identifiés dans le dossier de qualification technique à l'état initial et n'affectent pas d'autres zones du composant que celles prévues.**

Enfin, l'ASN vous rappelle que la mise en place de mesures spécifiques en exploitation peuvent permettre de limiter les conséquences pour l'intégrité des composants d'un écart potentiel.

**Dans les cas où vous ne pourriez garantir, dans certaines zones, le respect des propriétés de mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN, l'ASN considère que vous devriez identifier les mesures d'exploitation ou de suivi en service compensatoires à la situation rencontrée, et de les reporter, le cas échéant, dans les notices d'instruction de service des équipements.**