



DIRECTION DES ÉQUIPEMENTS
SOUS PRESSION NUCLÉAIRES

Paris, le 17 février 2012

N° Réf : CODEP-DEP-2011-067787

Monsieur le président d'AREVA NP

Tour AREVA
92084 PARIS LA DEFENSE cedex

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] Compte rendu de réunion PTSI/2011-0429 du 7 juin 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 et à réaliser, pour les caractériser, des essais mécaniques. 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. Cette démarche vous a conduit à envisager l'élaboration de composants ne respectant pas, dans certaines zones, les valeurs indiquées dans l'arrêté ESPN, en termes de résilience et d'allongement à la rupture. Vous avez alors proposé à l'ASN, lors de la réunion du 7 juin 2011 [3], une méthodologie de justification des décotes de caractéristiques envisagées. Vous avez ensuite soumis à l'ASN, pour ces composants, une justification de l'absence de conséquences de cette différence vis-à-vis de la prévention du risque de rupture brutale.

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'absence de conséquences de ces écarts, 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.

Pour les composants concernés, vous avez proposé à l'ASN une analyse du risque de rupture brutale. L'ASN rappelle cependant qu'une telle analyse, 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 AREVA NP

Vous avez indiqué, dans les dossiers de qualification technique de plusieurs composants, que vous ne pouviez garantir les valeurs de caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN en tous points et avez transmis à l'ASN des justifications de l'absence de conséquences de cette différence. Ces justifications concernent des vannes d'isolement vapeur (MSIV) destinées à l'EPR Flamanville 3 et certains composants de générateurs de vapeur.

L'ASN constate que les démonstrations qu'elle a examinées doivent être complétées. Elle considère que la reprise de ces démonstrations, en prenant en compte les demandes générales figurant en annexe 2 et les demandes spécifiques à chaque composant mentionnées en annexe 3, sont nécessaires à une prise de position sur l'acceptabilité des composants concernés et à la délivrance de l'attestation de conformité des équipements auxquels ils sont destinés.

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 qu'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 vous ne pouvez garantir le respect des caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN, en valeur individuelle, vous devez identifier ce risque en amont de la fabrication, dans le dossier de qualification technique initial du composant. Vous devez 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 vous devez étudier l'opportunité de caractériser le comportement mécanique du composant concerné à l'aide d'essais de ténacité.

Demande A2/1: Dans les cas où vous ne pouvez garantir le respect des propriétés de ductilité indiquées dans l'arrêté ESPN, l'ASN vous demande d'étudier l'opportunité de réaliser des essais de ténacité permettant de caractériser le comportement du composant. Le cas échéant, vous justifierez l'absence de réalisation de tels essais.

L'ASN considère que vous devez 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.

Demande A2/2: Dans les cas où les résultats d'essais montrent que les propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ne sont pas respectées, en valeur individuelle, l'ASN vous demande de 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.

Demande A2/3: Dans les cas où vous ne pouvez garantir, dans certaines zones, le respect des propriétés de mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN, l'ASN vous demande d'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.

Annexe 3

Demandses spécifiques concernant les dossiers transmis à ce jour à l'ASN

L'ASN a examiné les dossiers de justification que vous avez proposés concernant plusieurs composants.

Plaques tubulaires de générateurs de vapeur (GV)

Dans les dossiers de qualification technique relatifs aux plaques tubulaires fabriquées chez l'un de vos fournisseurs, vous indiquez que vous ne pouvez garantir le respect des valeurs de propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN, en valeur moyenne. Cet écart a été confirmé par des résultats d'essais mécaniques.

L'ASN considère cependant qu'une démonstration de l'absence de risque de rupture brutale d'une plaque tubulaire de GV présentant un niveau de garantie acceptable lui a été présentée par un fabricant. Celle-ci repose sur la prise en compte du comportement mécanique spécifique d'un milieu multiperforé, dans lequel il a été prouvé qu'une fissure, quelle que soit sa taille, ne pourrait s'amorcer en rupture brutale ni affecter le comportement global de la plaque. L'ASN considère que vous devez appliquer les principes de cette démonstration aux plaques tubulaires de votre fabrication, sauf à apporter des garanties équivalentes.

Demande A3/1: L'ASN vous demande de justifier l'absence de risque de rupture brutale des plaques tubulaires de votre fabrication en vous appuyant sur le comportement mécanique d'un milieu multiperforé, ou d'apporter des garanties équivalentes.

Comme mentionné en annexe 2, l'ASN vous rappelle que ces éléments ne peuvent cependant pas se substituer à une démonstration de la maîtrise des procédés de fabrication utilisés. À ce titre, l'ASN vous rappelle qu'elle a constaté des disparités des caractéristiques mécaniques mesurées sur des plaques tubulaires de GV de remplacement de l'un de vos fournisseurs, notamment dans des zones où elles n'étaient pas initialement attendues.

Demande A3/2: L'ASN vous demande de démontrer, dans le cadre de l'examen des dossiers de qualification technique des plaques tubulaires destinées aux GV de remplacement du contrat dit « GV/RP », la maîtrise et la reproductibilité des procédés de fabrication utilisés.

Vous avez émis des hypothèses sur l'origine de ces phénomènes et transmis des éléments, en cours d'instruction, afin de justifier la reproductibilité des procédés de fabrication de ces plaques tubulaires.

*

* *

Autres composants de GV

Dans les dossiers de qualification technique que vous avez soumis à l'ASN, vous ne garantissez pas dans certaines zones des dômes elliptiques, des fonds primaires et de certaines viroles de GV le respect, en valeurs individuelles, des caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN.

L'ASN note que vous n'avez pas présenté, à ce jour, de résultats d'essais permettant de connaître les valeurs de résilience réellement obtenues pour l'ensemble de ces composants, et de justifier que les éventuels écarts correspondent à un phénomène connu, maîtrisé, et n'affectant pas d'autres parties de ces composants. L'ASN considère que ces résultats d'essais sont des données essentielles et que les éléments apportés doivent être complétés zone par zone. L'ASN note que vous n'avez transmis de résultats que dans le cas d'un fond primaire, fabriqué chez Creusot Forge, dont les caractéristiques mécaniques se sont révélées conformes aux critères de l'arrêté ESPN.

Demande A3/3: Pour ce qui concerne les composants de GV autres que les plaques tubulaires et les fonds primaires, l'ASN vous demande :

- de caractériser, sur la base d'essais mécaniques, les éventuels écarts par rapport aux valeurs de propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ;
- pour chaque zone pour laquelle ces essais confirmeront que les valeurs de propriétés mécaniques ne sont pas obtenues, en valeurs individuelles, de réaliser une étude tenant compte des particularités de la zone et des valeurs réellement obtenues ;
- de justifier que ces valeurs correspondent à un phénomène connu, maîtrisé, et n'affectant pas d'autres parties de ces composants.

L'ASN note par ailleurs que vous limitez votre démonstration aux situations du domaine de transition fragile - ductile, en vous basant sur des résultats obtenus, au plateau ductile, sur une plaque tubulaire. L'ASN considère que la représentativité de ces valeurs, obtenues sur un composant et un matériau différent de ceux des pièces concernées, n'est pas établie. L'ASN juge nécessaire de vérifier également, pour les situations sollicitant le composant dans le domaine ductile, que cet abaissement du niveau du plateau ductile est suffisamment limité pour ne pas remettre en cause le bon comportement du composant, notamment vis-à-vis du risque de rupture brutale.

Demande A3/4: Dans le cas des composants de GV autres que les plaques tubulaires et les fonds primaires, l'ASN vous demande de vérifier, pour les situations sollicitant ces composants dans le domaine ductile, que l'abaissement du niveau du plateau ductile, lié au non-respect, en valeurs individuelles et dans certaines zones, des valeurs limites indiquées dans l'annexe 1 de l'arrêté ESPN, est suffisamment limité pour ne pas remettre en cause l'absence de risque de rupture brutale.

*

* *

Vannes d'isolement vapeur (MSIV)

L'ASN rappelle que la vanne MSIV est située sur un tronçon sur lequel l'exploitant souhaite utiliser l'hypothèse « d'exclusion de rupture », ce qui impose un renforcement de la conception, de la fabrication et du suivi en service de cet équipement. L'ASN considère donc que la justification de l'absence de conséquences, sur la prévention du risque de rupture brutale, du non-respect des caractéristiques mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN doit être démontrée de façon extrêmement rigoureuse et permettre de justifier la tenue de cet équipement même en présence de grands défauts.

L'ASN insiste par ailleurs, comme rappelé en annexe 1, sur l'ampleur des éléments de démonstration qui seraient attendus si les valeurs de résilience indiquées dans l'arrêté ESPN n'étaient pas respectées en valeur moyenne.

L'ASN note que la réalisation des corps de MSIV n'a pas débuté et vous invite à saisir cette opportunité pour optimiser les modalités de recette, afin de permettre une meilleure caractérisation des zones présentant des caractéristiques mécaniques plus faibles. Vous avez à ce titre indiqué que vous réaliseriez des essais complémentaires sur des sur-longueurs et des lingotins d'épaisseur représentative de la zone de raccordement fût-tubulure.

Demande A3/5 : L'ASN vous demande de détailler, dans le dossier de qualification technique initial des MSIV, les essais complémentaires de recette et de qualification que vous envisagez en justifiant leur représentativité vis-à-vis des zones présentant des caractéristiques mécaniques, notamment de résilience, plus faibles.

L'ASN note également que vous n'avez choisi que récemment le fournisseur des corps de MSIV et vous rappelle que les propriétés mécaniques pouvant être obtenues doivent être un élément déterminant de ce choix.

Demande A3/6 : L'ASN vous demande de lui préciser, avant le début de la fabrication de la pièce portant la qualification technique des MSIV, les réflexions que vous avez conduites avec les fournisseurs potentiels pour obtenir les meilleures propriétés mécaniques possibles et les raisons qui vous ont conduit à retenir le fournisseur actuel.

L'ASN note que vous ne disposez pas, à ce jour, de résultats d'essais permettant de connaître la qualité réellement obtenue, et de justifier que les décotes éventuelles correspondent à un phénomène connu, maîtrisé, et n'affectant que la zone de jonction fût-tubulure de la vanne. L'ASN vous rappelle à ce titre que les caractéristiques de ductilité qui seront effectivement obtenues sur le composant de qualification seront un élément déterminant de l'acceptabilité des MSIV.

L'ASN constate également que vous avez limité votre démonstration aux situations conduisant à des sollicitations « à froid », alors que l'essentiel des situations vues par ces vannes correspondent à des sollicitations dans le domaine ductile. Considérant l'impact négatif de résiliences plus faibles sur les valeurs au plateau ductile et prenant en compte l'absence de garantie d'obtention d'un allongement à la rupture supérieur à 20%, l'ASN considère que vous devez reprendre votre démonstration, et l'étayer par la réalisation d'essais de caractérisation complémentaires dans le domaine ductile, incluant notamment des essais de ténacité dans la zone de raccordement fût-tubulure.

Compte tenu de ces éléments, l'ASN considère que les éléments de justification apportés pour les corps de MSIV doivent être repris et complétés.

Demande A3/8 : Pour ce qui concerne les corps de MSIV, L'ASN vous demande :

- de caractériser, sur la base d'essais mécaniques, les éventuels écarts par rapport aux valeurs de propriétés mécaniques indiquées dans l'arrêté ESPN ;
- pour chaque zone pour laquelle ces essais confirmeront que les valeurs de propriétés mécaniques ne sont pas obtenues, en valeurs individuelles, de réaliser une étude tenant compte des particularités de la zone et des valeurs réellement obtenues. Cette étude devra couvrir l'ensemble des situations de fonctionnement (y compris dans le domaine ductile), en vous assurant du caractère enveloppe des situations prises en compte au regard du rapport de sûreté ;
- de justifier que ces valeurs correspondent à un phénomène connu, maîtrisé, et n'affectant pas d'autres parties de ces composants.

Demande A3/9 : L'ASN vous demande de justifier le bon comportement de la MSIV en présence de défauts de taille supérieure à ceux définis par l'annexe ZG du RCC-M.

Demande A3/10 : L'ASN vous demande de compléter le dossier de qualification technique initial de la vanne MSIV en prévoyant des essais de caractérisation du matériau au plateau ductile, dont des essais de ténacité.