

Direction des équipements sous pression

Référence courrier : CODEP-DEP-2025-025349

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD**Monsieur le Directeur**

To Reactor Component Designing Section,
Nuclear Component Designing Department
KOBE SHIPYARD & MACHINERY WORKS
Design Building, 10th Floor
1-1, WADASAKI-CHO 1-CHOME, HYOGO-
KU
KOBE, 652-8585, JAPAN

Dijon, le 30 avril 2025

Objet : Contrôle de la fabrication des ESPN – Inspection générique de fabricant - Calculs de vérification de la conception.

Mitsubishi Heavy Industrie (MHI) et Onet Technologies (OT)

Lettre de suite de l'inspection du 31 mars 2025

Inspection (à rappeler dans toute correspondance) : INSNP-DEP-2025-0221

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre des attributions de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) en références [1] à [3] en annexe, concernant le contrôle de la fabrication des ESPN, une inspection à distance a eu lieu le 31 mars 2025 sur le thème des calculs de vérification de la conception. Les équipements concernés étaient les générateurs de vapeur (GV) 58F triplette EDF6.

Je vous communique ci-dessous la synthèse de l'inspection ainsi que les demandes, constats et observations qui en résultent.

SYNTHESE DE L'INSPECTION

Cette inspection s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de conformité de la triplette de GV EDF6. L'inspection avait été planifiée compte-tenu de l'attestation de conformité qui était attendue pour juin 2025. Le besoin de cette attestation a toutefois été reporté par le projet.

Les calculs de vérification de la conception sont rassemblés au sein du document d'analyse du comportement (DAC), divisé en 23 sections.

Le DAC des GV 58F a fait l'objet d'évolutions notables fin 2024. Les inspecteurs se sont concentrés sur les sections 13 [11], 14 [12] et 17.4 [14], concernant respectivement l'ensemble inférieur (fond primaire + plaque tubulaire + virole secondaire inférieure), la plaque de partition et l'évaluation du risque de rupture brutale de la plaque tubulaire. Dans une moindre mesure les inspecteurs ont également abordé la section 15 [13] relative au faisceau tubulaire.

Les sections de DAC examinées par les inspecteurs ont toutes été traitées par du calcul numérique associé à une modélisation par éléments finis.

Le référentiel technique retenu par le fabricant est le RCC-M version 2018 en référence [4].

Les inspecteurs ont examiné l'organisation et les moyens mis en œuvre par Onet Technologies (OT) en collaboration avec MHI pour effectuer ces calculs. Les logiciels sont décrits dans la section 4 du DAC [10].

Ils se sont intéressés à la modélisation géométrique, à la modélisation des lois de comportement des matériaux, aux conditions aux limites ainsi qu'à l'exploitation des résultats de calculs.

Le questionnaire a principalement été adressé à OT qui réalise les calculs sur la base de plans élaborés par MHI. Des représentants de MHI ont assisté à une partie de l'inspection depuis le Japon. Contrairement aux pratiques habituelles, aucun représentant de l'organisme habilité mandaté par l'ASNR n'a assisté à l'inspection, faute de disponibilité.

Les inspecteurs ont relevé plusieurs points forts. Un premier concerne les compétences. Ce sujet s'est illustré au travers de la gestion de matrice de compétence ainsi que par la qualité des réponses apportées. Un second point fort concerne le niveau d'élaboration de la modélisation qui est approfondi et enfin les inspecteurs ont relevé différents conservatismes, même si ceux-ci peuvent être imposés par l'exploitant comme la double liaison des tubes dans la plaque tubulaire pour laquelle et le dudgeonnage, et la soudure sont capable chacun indépendamment de résister aux efforts vus par cette liaison.

Les inspecteurs ont constaté qu'OT avait recours à d'autres critères de vérification du dimensionnement que ceux définis dans le référentiel technique déclaré et les justifiait par le fait qu'ils résultaient de « criteria » du code [8]. Ils ont également constaté que la qualification des logiciels de calculs était réalisée sans critères d'acceptation définis. La qualification du logiciel examiné n'est pour autant pas remise en cause.

Les inspecteurs ont proposé la rédaction de deux demandes d'actions correctives, de deux demandes d'informations complémentaires, d'un constat d'écart n'appelant pas de réponse à l'ASNR et de deux observations.

I. DEMANDES A TRAITER PRIORITAIREMENT

Sans objet

II. AUTRES DEMANDES

Qualification des logiciels

Les inspecteurs ont interrogé OT sur les critères permettant de juger si le test de non régression, effectué dans le cadre de la qualification des logiciels, est passé de façon satisfaisante. Il a été indiqué qu'il n'existait pas de critères prédéfinis.

La norme ISO 9001 [6] prise en référence pour la délivrance du module H d'évaluation de la conformité (cf. rapport [7]), dispose en son paragraphe 8.4.2 que « *L'organisme doit : [...] déterminer la vérification ou les autres activités nécessaires pour s'assurer que les processus, produits et services fournis par des prestataires externes satisfont aux exigences.* ». Les fournisseurs de logiciels de calculs ainsi que les fournisseurs de matériel informatique répondent à la définition de « prestataires externes ».

En l'absence de critères permettant de statuer sur la conformité de tests ou de vérifications de logiciels, il n'est pas établi qu'Onet Technologie s'assure que les produits fournis par ces prestataires externes satisfont aux exigences.

Nota : l'examen du document [15] ne fait pas apparaître d'écarts de calculs significatifs, de nature à interroger sur la pertinence des résultats du logiciel.

Demande d'actions correctives n° II.1 : Définir des critères pour évaluer les résultats des vérifications ou tests de logiciels de calcul mis en œuvre dans la démonstration de la conception appropriée des ESPN.

Moyens informatiques

Les inspecteurs ont interrogé OT sur la configuration hardware et l'environnement logiciel et la transposition de la qualification des logiciels de calculs d'une machine à une autre. OT a indiqué que le parc informatique faisait l'objet d'une politique d'harmonisation, sans pouvoir en apporter d'éléments de déclinaison au cours de l'inspection.

Demande d'informations complémentaires n° II.2 : Transmettre la documentation du système de management de la qualité (SMQ) encadrant la politique d'harmonisation du parc informatique et en particulier les éléments permettant de démontrer la transposition de la qualification des logiciels de calcul d'un poste sur un autre.

Calculs à 3Sm (Sm : contrainte admissible)

Dans la section 14 [12] du DAC, les inspecteurs ont relevé l'existence de facteurs de marge insuffisants dans les tableaux 8-2 et 8-3 (0,99 pour 1 mini). Ces tableaux sont relatifs à la prévention du dommage de déformation progressive et à l'analyse vis-à-vis du critère à 3 Sm associée.

OT a recours au « criteria » du RCC-M [8] pour ne pas prendre en compte un critère à 3 Sm mais à $3 \times 0,9$ Sy.

Il est souligné que ce « criteria » du RCC-M ne fait pas partie du code de construction et d'autre part, que ce « criteria » appelle également l'application d'un calcul élastoplastique simplifié en cas de dépassement du critère à 3 Sm.

Les inspecteurs notent que le recours à un critère à $3 \times 0,9$ Sy n'est pas conforme au code et que, de plus, pour le tableau 8-3, le recours à une analyse élastoplastique simplifiée n'est pas réalisé, contrairement à la préconisation du § B3234.2 du RCC-M [4].

Demande d'actions correctives n° II.3 : Appliquer, pour la soudure de la plaque de partition, dans le cadre de la vérification des critères A du code RCC-M [4], des méthodes d'analyse compatibles avec ce dernier.

Calculs à la rupture brutale

Les inspecteurs ont échangé avec OT sur les différentes méthodes de calcul à la rupture brutale utilisées par le fabricant.

Il est noté que les calculs relatifs à la rupture brutale sont basés sur le code RSE-M [5]. Le référentiel technique retenu par le fabricant est le RCC-M dans sa version 2018 [4]. Le RCC-M inclut des méthodes de calcul à la rupture brutale.

Les inspecteurs considèrent qu'en utilisant le RSE-M, OT n'utilise pas le référentiel technique déclaré. Les inspecteurs soulignent que le RSE-M est un référentiel d'exploitation d'ESPN et non pas un référentiel de conception. Même si les calculs réalisés par OT intègrent les trois modes de propagation de fissures, les inspecteurs n'ont pas la conviction que les analyses effectuées en application du RSE-M soient enveloppes de celles qui seraient réalisées en application du RCC-M. Ils considèrent qu'une comparaison de résultats est à réaliser.

Demande de compléments n° II.4 : Effectuer une comparaison des résultats obtenus en appliquant des règles de calcul prévues par l'annexe ZG du RCC-M et les résultats de la section 17.4 du DAC [14] en procédant par sondage à partir de défauts postulés couvrant les différentes configurations étudiées.

III. CONSTATS OU OBSERVATIONS N'APPELANT PAS DE REPONSE A L'ASNR

Sous-traitance

Observation n°III.1 : OT a indiqué recourir occasionnellement à de la sous-traitance de calcul en cas de charge trop importante. Il a été indiqué qu'un audit du sous-traitant avait été réalisé. Ces éléments n'ont pas été examinés dans le temps imparti de l'inspection.

Problèmes rédactionnels

Constat d'écart n'appelant pas de réponse à l'ASNR n°III.2 : Diverses erreurs ou maladroites rédactionnelles ont été relevées lors de l'inspection. Elles sont reprises ci-dessous. Elles nécessitent d'être corrigées sans toutefois que l'ASNR ne considère qu'elles présentent un risque vis-à-vis de la conformité des équipements.

- Tableau 4.2 de la section 13 du DAC [11] (commun avec d'autres sections). La côte repérée R4 et identifiée comme « rayon extérieur 4 » ne correspond pas à un rayon mais à une distance entre un point et une génératrice d'un cône ;
- La phrase du §4.1.2.2 de la section 13 (commune à d'autres sections) : « La corrosion prend en compte si le rayon est convexe ou concave » apparaît trompeuse et a fait l'objet de questionnements à la fois d'APAVE et de l'ASNR ;

- En page 118 de la section 1 du DAC [9] la référence au § B3172 du RCC-M apparaît erronée. Il s'agirait plutôt du § B3174 ;
- Il a été expliqué lors de l'inspection que la phrase du §4.2 de la section 13 [11] (commune à d'autres sections) « Il est à noter que les limites admissibles pour le primaire en catégorie 2 pourront être pris à 331°C (température maximum en catégorie 2) au lieu de 343°C » ne s'appliquait qu'à la situation de référence. La rédaction du document n'est pas claire sur ce point. Nota : il a été noté en inspection qu'il n'y avait pas eu lieu de recourir à cette disposition de précaution dans le cadre de l'étude ;
- Il y a lieu d'explicitier l'abréviation KOM présente dans l'introduction (§ 1) de la section 17.4 du DAC [14].

Gestion documentaire

Observation n°III.3 : L'ASNR souligne la nécessité d'avoir recours aux dernières versions en vigueur de la documentation technique et recommande que les documents obsolètes ne soient plus disponibles aux utilisateurs.

*
* *

Vous voudrez bien me faire part, **sous deux mois**, et **selon les modalités d'envois figurant ci-dessous**, de vos remarques et observations, ainsi que des dispositions que vous prendrez pour remédier aux constatations susmentionnées et répondre aux demandes. Pour les engagements que vous prendriez, je vous demande de les identifier clairement et d'en préciser, pour chacun, l'échéance de réalisation.

Je vous rappelle par ailleurs qu'il est de votre responsabilité de traiter l'intégralité des constatations effectuées par les inspecteurs, y compris celles n'ayant pas fait l'objet de demandes formelles.

Enfin, conformément à la démarche de transparence et d'information du public instituée par les dispositions de l'article L. 125-13 du code de l'environnement, je vous informe que le présent courrier sera mis en ligne sur le site Internet de l'ASNR (www.asn.fr).

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le Chef du BECEN / DEP/ASNR

SIGNE

François COLONNA

Modalités d'envoi à l'ASNR

Les envois électroniques sont à privilégier.

Envoi électronique d'une taille totale supérieure à 5 Mo : les documents, regroupés si possible dans une archive (zip, rar...), sont à déposer sur la plateforme de l'ASNR à l'adresse <https://francetransfert.numerique.gouv.fr/upload>, où vous renseignerez l'adresse courriel de votre interlocuteur, qui figure en en-tête de la première page de ce courrier, ainsi que l'adresse mail de la boîte fonctionnelle de l'entité, qui figure au pied de la première page de ce courrier. Un mail automatique vous sera envoyé ainsi qu'aux deux adresses susmentionnées.

Envoi électronique d'une taille totale inférieure à 5 Mo : à adresser à l'adresse courriel de votre interlocuteur, qui figure en en-tête de la première page de ce courrier, ainsi qu'à la boîte fonctionnelle de l'entité, qui figure au pied de la première page de ce courrier.

Envoi postal : à adresser à l'adresse indiquée au pied de la première page de ce courrier, à l'attention de votre interlocuteur (figurant en en-tête de la première page).

Vos droits et leur modalité d'exercice

Un traitement automatisé de données à caractère personnel est mis en œuvre par l'ASNR en application de l'article L. 592-1 et de l'article L. 592-22 du code de l'environnement. Conformément aux articles 30 à 40 de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, toute personne concernée bénéficie d'un droit d'accès et de rectification (le cas échéant) à ses informations à caractère personnel. Ce droit s'exerce auprès de l'ASNR par courrier - 15, rue Louis Lejeune – CS 70013 – 92541 Montrouge cedex - ou courrier électronique contact.DPO@asnr.fr

Les envois électroniques sont à privilégier.

ANNEXE

Références réglementaires

- [1] Chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement
- [2] Directive 2014/68/UE du 15 mai 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des ESP
- [3] Arrêté du 30 décembre 2015 modifié relatif aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires de sécurité destinés à leur protection

Références normatives

- [4] Code RCC-M version 2018 : Règles de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires REP, déclaré par le fabricant comme code de fabrication
- [5] RSE-M Edition 2018 Règles d'installation, de surveillance et de maintenance en exploitation des matériels mécaniques des REP
- [6] Norme NF EN ISO 9001 Version 2015 Systèmes de management de la qualité — Exigences
- [7] Rapport d'audit module H - MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, Ltd – établi par APAVE Exploitation France N° ESPNN-2024-0043 Rév 00 - en date du 20/01/2024
- [8] Criteria RCC-M - Introduction aux règles de conception, de réalisation et d'analyse du RCC-M – Edition 2014

Documents examinés

- [9] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 1 – Introduction et généralités N° ND-0600M10 Rev.3
- [10] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 4 – Présentation des logiciels de calcul N° ND-0600M13 Rev.3
- [11] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 13 – Ensemble inférieur fond primaire, plaque tubulaire et virole secondaire inférieure N° ND-0601M10 Rev.1
- [12] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 14 – Plaque de partition – N° ND-0610M12 Rev.2
- [13] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 15 – Analyse du faisceau tubulaire – N° ND-0641M10 Rev.1
- [14] Générateurs de Vapeur de Remplacement (G. V. R.) GV 58F - DAC section 17.4 – Évaluation du risque de rupture brutale – PT – N° ND-0621M15 Rev.2
- [15] OT-DIRECTION TECHNIQUE-NTT-004686-FR-A - Tests de non-régression SYSTUS 2020 v22.0 – Cas de la tubulure d'eau alimentaire