

Référence courrier :
CODEP-DEP-2024-058430

Monsieur le Président de Framatome
Tour AREVA
1, place Jean Millier
92084 PARIS LA DEFENSE Cedex

Dijon, le 6 novembre 2024

Objet : Contrôle de la conception des équipements sous pression nucléaires
Lettre de suite de l'inspection du 9 octobre 2024 sur le thème de la qualification des applications scientifiques

N° dossier : Inspection n° INSNP-DEP-2024-0250

Références : Voir Annexe

Monsieur le Président,

Dans le cadre des attributions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) prévues à l'article L592-22 du code de l'environnement [1] concernant le contrôle de la fabrication des équipements sous pression nucléaires (ESPN), une inspection de FRAMATOME a eu lieu le 9 octobre 2024 dans les locaux de son siège à La Défense sur le thème de la qualification des applications scientifiques. Les inspecteurs de l'ASN étaient accompagnés de deux agents de l'IRSN.

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

SYNTHESE DE L'INSPECTION

L'objectif de cette inspection était d'examiner le processus de qualification des applications scientifiques défini par Framatome ainsi que sa mise en œuvre sur des logiciels de calcul. Les trois logiciels suivants ont été retenus pour l'inspection :

- PIPESTRESS version 4.1.0
- DEFAULT version 9.2
- SYSTUS version 23.0

Afin d'examiner l'ensemble du processus de qualification, les inspecteurs ont également interviewé des utilisateurs du logiciel SYSTUS.

Il a été noté que le processus Framatome intitulé « Gérer les outils d'informatique scientifique » est inspiré du guide ASN en référence [2]. Il distingue les outils de calcul scientifique (OCS) des outils en support à la démonstration de sûreté (OSS), les premiers visant à la modélisation d'au moins un phénomène physique, quand les seconds se limitent à appliquer des formules de calculs. Le processus est structuré en trois étapes principales de :

- Vérification (fonctionnelle des calculs)
- Validation (de la justesse du modèle physique)
- Qualification (par un comité scientifique)

Les deux dernières étapes ne s'appliquent qu'en cas d'évolution de la modélisation et ne s'appliquent donc pas aux OSS.

Les dernières évolutions des logiciels considérées lors de l'inspection n'affectaient pas la modélisation, aussi l'inspection s'est principalement concentrée sur des notes de vérification. Les inspecteurs ont également examiné des qualifications réalisées sur des évolution antérieures des logiciels.

Au vu de cet examen, les inspecteurs ont constaté que la démarche mise en place par FRAMATOME pour procéder à la qualification des OCS constitue un cadre complet et adapté. Il permet de définir clairement les responsabilités, de proportionner les étapes de contrôle aux enjeux.

Toutefois, les inspecteurs ont relevé des écarts. Des garanties complémentaires sont attendues en ce qui concerne l'absence d'utilisation de logiciels n'ayant pas suivi toutes les opérations de contrôle requises ainsi que l'absence d'utilisation en dehors des configurations testées.

Les inspecteurs ont ainsi formulé une demande d'action corrective, 5 demandes de compléments, 2 constats d'écarts ne nécessitant pas de réponse et 3 observations.

I. DEMANDES A TRAITER PRIORITAIREMENT

Sans objet

II. AUTRES DEMANDES

Absence de note de mise en service

Alors que les inspecteurs ont demandé la communication de la note de mise en service de PIPESTRESS pour préparer l'inspection, Framatome a constaté que cette note n'avait jamais été rédigée alors que le processus « Gérer les OIS » n° PYX4 exige l'existence de cette note préalablement à toute utilisation du logiciel. La fiche d'état programme n'avait pas été rédigée non plus.

Framatome a ouvert une non-conformité : NQE 24/12352 à ce sujet et a informé les inspecteurs de cette action par message du 19 septembre 2024. La note de mise en service a été rédigée le 17 septembre 2024.

La cause invoquée par la NQE est une surcharge de travail ponctuelle en 2022, cumulée avec la rédaction, à la demande d'EDF, d'une note spécifique ressemblant à la note de mise en service.

Considérant que le processus s'était déroulé sans difficulté, y compris pour les étapes de vérification et validation, Framatome n'a pas identifié de risque à l'utilisation de ce logiciel sans l'existence de la note. Framatome a planifié une revue des notes de mise en service pour fin 2024.

Les inspecteurs ont questionné Framatome sur l'existence d'un risque d'utilisation de logiciels non qualifiés. Framatome estime ce risque inexistant dans la mesure où chaque enclenchement de projet fait l'objet d'une note d'enclenchement qui intègre systématiquement la version du logiciel et la note de synthèse de qualification applicable.

Demande d'actions correctives II.1 : Transmettre la NQE 24/12352 et informer l'ASN de l'avancement des actions correctives mises en place à la suite de son ouverture. Compte tenu de l'utilisation du logiciel PIPESTRESS dans sa version 4.1.0 pendant plus de deux ans sans note de mise en service, la NQE citée devra présenter les mesures correctives permettant d'éviter le risque qu'un logiciel ne répondant pas aux critères de mise en service soit utilisé pour des calculs. Le cas échéant, la NQE sera mise à jour pour intégrer de telles mesures.

Critère d'acceptation

Les inspecteurs ont noté l'utilisation de critères d'acceptabilité à 5% dans les comparaisons entre codes de calculs dans la note [5] alors que pour d'autres tests de validation, le critère peut être fixé à 1% ou 2%. Lors de l'inspection, Framatome n'a pas été en mesure d'expliquer la définition de ces critères.

Demande de compléments II.2 : Justifier la pertinence d'un critère d'acceptabilité de 5% dans les comparaisons entre codes de calcul lorsque pour d'autres tests, le critère est de 1% ou 2%.

Classement en OSS du logiciel DEFAUT

Il a été indiqué lors de l'inspection que le logiciel DEFAUT était considéré comme un OSS et non pas comme un OCS. La raison invoquée est que ce logiciel ne fait qu'appliquer les formules du code RSE-M [3] en post-traitement du logiciel SYSTUS. Il a cependant été explicité que le logiciel DEFAUT était utilisé pour des calculs en rupture brutale appliqués à des défauts non débouchants alors que le RSE-M ne traite que de défauts débouchants. DEFAUT a été complété sur la base de publications scientifiques. On peut ainsi légitimement considérer ce logiciel en OCS compte tenu de l'extension du domaine d'application qu'il effectue.

Demande de compléments II.3 : Justifier le classement en OSS du logiciel DEFAUT compte tenu de l'extension du domaine d'application des formules du RSE-M à laquelle il procède.

Multiplés évolutions successives sans passage en commission de qualification (CQC)

Les inspecteurs ont relevé que la dernière commission de qualification du logiciel SYSTUS remonte à 2004. Les mises à jour étant cumulatives, les mises à jour actuelles sont susceptibles de présenter des évolutions significatives vis-à-vis de la version passée en CQC.

Demande de compléments II.4 : Examiner l'intérêt d'un passage en CQC au bout d'un nombre significatif de mises à jour, même si le modèle physique n'a pas fait l'objet d'évolutions sur la période.

Utilisation d'un système d'exploitation différent de celui de la vérification

Un écart a été constaté par les inspecteurs sur le système d'exploitation du serveur utilisé pour les calculs de la note [9] (Linux Red Hat 8.8) par rapport à celui référencé dans la note de vérification [6] (Linux Red Hat 8.4). Framatome a présenté une analyse de non régression concernant le passage au système d'exploitation Red Hat 8.8, note N° D02-STIMC-24-0181 Révision A du 17 septembre 2024. Toutefois il apparaît (postérieurement à l'inspection) que la note de calcul en date du 24 juillet 2024 est antérieure à la réalisation du test de non régression.

Demande de compléments II.5 : Expliquer les causes de la réalisation de calculs sur un serveur dont le système d'exploitation ne correspond pas à celui de la vérification du logiciel et de la réalisation a posteriori d'un test de non régression. Préciser les dispositions pouvant être mises en œuvre pour éviter le renouvellement 'une telle situation.

Conservation des données de calculs

Il est apparu lors de l'inspection que la possibilité d'écraser les données d'entrée utilisées pour la réalisation de calculs était laissée à l'appréciation des calculateurs.

Demande de compléments II.6 : Analyser la nécessité de mieux encadrer l'archivage des fichiers de calculs (Fichiers dat, log, binaires).

III. CONSTATS OU OBSERVATIONS N'APPELANT PAS DE REPOSE A L'ASN

Ecarts formels dans la rédaction des documents examinés

Constat d'écart III.1 : Les inspecteurs ont noté des erreurs ou imprécisions rédactionnelles qu'ils indiquent à Framatome ci-dessous :

- Les rédacteur, vérificateur, approbateur de la note en référence [5] n'apparaissent pas ;
- Une coquille a été relevée dans la procédure [4] au § 6.1 les renvois pour les OSS et les OCS sont inversés vers 6.1.2 et 6.1.3 ;
- La définition du dossier d'analyse du comportement (DAC) mériterait d'être précisée dans la procédure [4], certaines acceptions incluant le dossier de rupture brutale (DRB) et d'autres non ;
- La spécificité de la procédure [4] applicable pour les calculs selon ASME n'apparaît pas clairement ;

- Dans la fiche d'état programme [8] en première page les deux cases oui et non sont cochées pour ce qui concerne l'intégration de modèles physiques au logiciel ;
- Une inversion dans la note [6] entre l'intitulé des ratios R1 et R2 dans le corps de la note (page 8) et les tableaux en annexe ;
- Une incohérence d'indice de révision entre la page de garde et les pieds de pages a été relevée sur la note D02-STIMC-24-0181.

Absence de formalisation des conclusions vis-à-vis d'un écart rencontré lors d'une vérification

La note [5] compare les résultats de calculs de différents cas test entre les logiciels SYSPIPE et PIPESTRESS. Les inspecteurs ont examiné quelques cas tests. Les résultats sont globalement cohérents. Quelques écarts sont justifiés, généralement comme étant hors du champ d'utilisation de Framatome.

Constat d'écart III.2 : Cependant, au § 2.2.2.1.5, il est relevé des indices de contraintes significativement différents dans les logiciels PIPESTRESS et SYSPIPE au nœud 27, respectivement 4,21 et 7,58. Ce nœud 27 correspond à une liaison entre deux tuyauteries à la fois vissées et soudées. Les explications de la note se limitent à indiquer que cette configuration n'est pas prévue par PIPESTRESS sans conclure sur une éventuelle limitation d'usage du logiciel. Les inspecteurs ont considéré que cette configuration vissée et soudée n'était pas représentative de liaisons de tuyauteries rencontrées sur des CNPE et que cet écart ne présente pas de risques de résultats de calculs erronés. La nécessité de conclure formellement sur les suites à donner en cas de résultats en écart est toutefois soulignée.

Démarche d'amélioration continue

Observation III.3 : Il est indiqué dans la fiche d'état programme du logiciel DEFAULT que la dernière mise à jour visait, entre autres, à mettre en œuvre une correction de rapport R pour $K_{min} > 0$. Les inspecteurs se sont enquis de l'ouverture d'une fiche d'écart en lien avec cette correction. Il leur a été répondu que cette correction datait de 2017 et que la culture dans les bureaux d'études n'était pas à l'ouverture de fiches d'écarts à l'époque, mais que les mentalités évoluaient vers plus de formalisation des écarts constatés (Framatome a présenté un exemple récent d'ouverture d'une NQE à la suite d'une anomalie découverte à la suite d'un cas test inadapté pour un autre logiciel nommé ALLIANCE). L'application d'une démarche d'amélioration continue structurée est de nature à apporter des actions correctives plus efficaces et plus approfondies. L'application d'une telle démarche doit être encouragée.

Compléments à la note de vérification

Observation III.4 : Les inspecteurs ont jugé le document [6] globalement satisfaisant. Quelques compléments pourraient être apportés afin de le rendre autoportant tels que :

- Une annexe justifiant les écarts relevés ;

- Un renvoi vers le manuel utilisateur lorsque cela est pertinent ;
- Les versions RCC-M/RSE-M utilisées qui apparaissent dans la note de référentiel technique.

Choix des cas tests

Observation III.5 : Il a été noté que le tableau 2 de la note [7] ne prenait pas en compte tous les périmètres des cas tests ajoutés depuis l'élaboration de celle-ci. Cela introduit un doute sur la pertinence des cas tests retenus. À la suite du rachat du logiciel SYSTUS il incombe désormais à Framatome d'effectuer une sélection appropriée des cas tests pour leur utilisation de SYSTUS.

*

* *

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'ASN (www.asn.fr).

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

Le Chef du BECEN de l'ASN/DEP

SIGNE

François COLONNA

ANNEXE A LA LETTRE DE SUITE D'INSPECTION
N°INSNP-DEP-2024-0250

Références :

- [1] Chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement
- [2] Guide ASN N°28 Qualification des outils de calcul scientifique utilisés dans la démonstration de sûreté nucléaire – 1re barrière
- [3] Code RSE-M : Règles de surveillance et de maintenance en exploitation des matériels mécaniques des REP
- [4] Procédures « impératifs d'assurance qualité des programmes de calculs » PO-021 révision G applicable (également transmise en révision B)
- [5] PIPESTRESS - Note de comparaison par rapport aux logiciels SYSPIPE et ANSYS : D02-DTIMR-F-16-0408révidion D
- [6] Processus de vérification de SYSTUS - D02-ARV-01-120-480 révision C
- [7] SYSTUS - Note de synthèse de vérification et de validation physique - NEER-F DC 10296 révision J
- [8] SYSTUS - Fiche d'état programme - D02-DTIMR-F22-0126 révision A
- [9] Cas d'emploi de SYSTUS - Note de calcul D02-ARV-01-204-334 révision A : EPR2 PZR – AZPS – Analyse RB – Console de supportage