



DIVISION DE CAEN

A Caen, le 20 novembre 2018

N/Réf. : CODEP-CAE-2018-055503

**Monsieur le Directeur
de l'aménagement de Flamanville 3
BP 28
50 340 FLAMANVILLE**

OBJET : Contrôle des installations nucléaires de base
EPR Flamanville – INB n° 167
Inspection n° INSSN-CAE-2018-0142 du 30 octobre 2018
Contrôle des essais de démarrage du réacteur EPR

- Réf. :**
- [1] Code de l'environnement, notamment son chapitre VI du titre IX du livre V
 - [2] Décision ASN n°2013-DC-0347 du 7 mai 2013 fixant les prescriptions techniques relatives aux essais de démarrage du réacteur « Flamanville 3 » (INB n°167) et modifiant la décision ASN n°2008-DC-0114
 - [3] Arrêté ministériel modifié du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
 - [4] Rapport de sûreté de Flamanville 3 - Lettre EDF D305117029740 du 30 juin 2017 – EPR Flamanville 3

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre des attributions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) concernant le contrôle des installations nucléaires de base en référence [1], trois inspections consécutives ont eu lieu du 29 au 31 octobre 2018 sur le chantier de construction du réacteur de Flamanville 3 sur le thème du contrôle des essais de démarrage.

J'ai l'honneur de vous communiquer, ci-dessous, la synthèse de l'inspection du 30 octobre 2018 ainsi que les principales demandes et observations qui en résultent.

Synthèse de l'inspection

L'inspection du 30 octobre 2018 a concerné l'organisation définie et mise en œuvre par EDF pour réaliser et surveiller les essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville 3. À cet effet, les inspecteurs ont contrôlé l'organisation et le déroulement des différents essais afférents aux principales exigences fonctionnelles de la source froide. Les inspecteurs ont particulièrement examiné le traitement des écarts détectés pendant ces essais, et notamment leurs incidences sur la représentativité de leurs résultats.

Au vu de cet examen par sondage, l'organisation définie et mise en œuvre sur le site pour réaliser et surveiller les premiers essais de démarrage du système d'évacuation de la puissance résiduelle apparaît globalement satisfaisante. Toutefois le traitement des écarts et les relevés de résultats d'essais présentés aux inspecteurs soulèvent plusieurs questionnements complémentaires qui doivent être considérés pour satisfaire pleinement l'attendu.

A Demandes d'actions correctives

A.1 Traitement de l'incident d'essai : « corps migrant dans le train 4 du système SEC¹ »

Les inspecteurs se sont intéressés aux événements et aux écarts ayant affecté le système élémentaire SEC. Un des événements a fait l'objet d'un traitement au regard de sa classification d'activité importante pour la protection ; il s'agit de la découverte d'un morceau de bois de moins de 500g à l'intérieur du filtre à coquillage 3RRI4309FIN protégeant l'échangeur de chaleur 3RRI4310EX. Cette découverte a conduit à une première action de signalement le 24/01/2018 puis à une deuxième action de demande de traitement le 17/04/2018 à travers la « fiche de traitement d'écart » référencée DPFA3-FTE-18-0724. Le traitement réalisé a conduit l'exploitant d'une part à identifier la cause probable du corps migrant afin de définir des actions préventives, et d'autre part à vérifier l'absence de conséquence de l'incident. Sur ce dernier point, l'exploitant a notamment vérifié l'intégrité du filtre à coquillage et a requalifié fonctionnellement le système SEC. Cette requalification effectuée le 18/10/2018 consiste essentiellement en un contrôle du débit de la pompe 3SEC4110PO dans une configuration quelconque et en un contrôle de la perte de charge aux bornes du filtre à coquillage pour s'assurer d'une absence de colmatage.

Les incidents d'essais concernant les éléments importants pour la protection (EIP) sont des écarts au sens des dispositions réglementaires applicables, notamment au regard des articles 2.6.1, 2.6.2 et 2.6.4 de l'arrêté en référence [3], disposant leurs examens dans les plus brefs délais et leurs traitements dans les délais adaptés aux enjeux et soumis aux exigences applicables aux activités importantes pour la protection (articles 2.5.1 à 2.5.7). De plus le traitement de ces écarts participe au respect de la prescription [INB167-2-3] de la décision en référence [2] disposant « *Avant le début de la réalisation de chaque essai de démarrage sur site, l'exploitant : [...] s'assure que les éventuels écarts existant à la date de l'essai de démarrage et affectant l'EIP à essayer sont résorbés ou, à défaut, ne sont pas de nature à fausser l'essai ou à empêcher le bon déroulement de l'essai de démarrage.* ».

Il est remarquable que le traitement de l'écart en question, détecté le 24/01/2018 et identifiant une cause probable très antérieure à la réalisation des essais d'ensemble du système SEC, n'ait pas porté sur l'analyse de la représentativité des résultats obtenus lors de l'essai référencé SEC101 au cours duquel l'incident s'est réalisé. Par ailleurs la requalification fonctionnelle proposée, s'agissant d'une problématique de corps migrant, semble incomplète au regard des EIP qui auraient pu être affectés par celui-ci (voir chapitre 3.2.2 du rapport de sûreté en référence [4]) notamment la sonde SEC4130KD, les vannes 3SEC4510VE et 3SEC4122VE et le clapet 3SEC4121VE.

A.1.1 Je vous demande de compléter le traitement de l'écart documenté par la fiche référencée DPFA3-FTE-18-0724 en vérifiant son impact sur la représentativité des résultats obtenus lors de l'essai référencé SEC101 au cours duquel l'incident s'est réalisé.

A.1.2 Je vous demande de démontrer la suffisance de la requalification fonctionnelle du système SEC au regard de l'ensemble des équipements qui aurait pu être impactés par ce corps migrant.

¹ Circuit d'eau brute secourue (SEC) : Ce circuit sert à refroidir un autre circuit, appelé circuit de refroidissement intermédiaire ou RRI, qui assure le refroidissement de tous les circuits et matériels importants pour la sûreté du réacteur.

A.2 Traitement de l'incident d'essai : « Corps migrant détecté dans un échangeur RRI-SEC du train 2 »

Vos représentants ont présenté leur analyse relative à la découverte d'un corps migrant dans l'échangeur 3RRI2310EX. La fiche de traitement d'écart référencée DPFA3-FTE-17-1703 fait notamment état des constatations des intervenants : « *[le corps migrant] n'a pas bougé depuis le premier contrôle endoscopique, alors que le circuit RRF² train 2 a fonctionné à plein débit entre les deux contrôles endoscopiques. Il n'a pas non plus été possible de faire bouger cet élément en appuyant dessus avec la tête de l'endoscope. Ceci laisse à penser que cet élément est solidaire de la structure de l'échangeur et était déjà présent lors de l'installation sur site de l'échangeur.* », propose de laisser l'élément en l'état, et justifie cette solution par « *Après plusieurs tentatives, le corps migrant n'a pu être extrait. Sa taille étant très limitée, il serait peu nocif en cas de détachement ce qui paraît très peu probable puisqu'il ne bouge pas lors des ITV³ (tentative de décrochage avec endoscope) ou même après mise en circulation du système.* ».

Le traitement des écarts de ce type doit être traité selon une procédure définie. La note EDF référencée « DI 121 – FME – Propreté des matériels et circuits – Exclusions des corps ou produits étrangers – Traitements des corps migrants » détaille l'attendu en la matière dans son chapitre 6. Lorsque le retrait sans outillage n'est pas possible, la procédure de retrait doit être documentée. Seuls l'établissement de l'impossibilité ou des difficultés de la mise en œuvre d'une telle procédure de retrait peuvent justifier de laisser un corps migrant en place, sous couvert d'une analyse de nocivité quant à l'impact de son éventuelle remise en circulation.

A.2.1 Je vous demande de réaliser l'analyse de nocivité justifiant l'acceptation de laisser le corps migrant détecté dans l'échangeur 3RRI2310EX au mois de mai 2017.

B Compléments d'information

B.1 Traitement des écarts relevés pendant les phases d'essais de démarrage

a) Paramétrage du contrôle commande concernant les mesures de débit

Vos représentants ont détaillé une difficulté rencontrée sur la mesure du débit des pompes RRI : le capteur installé sur une tuyère produit un signal affecté d'un bruit avec des variations aléatoires de l'ordre de +/-10%. Afin de pouvoir exploiter ces capteurs tels que prévu dans les procédures d'essai, les chargés d'essais ont sollicité vos services d'études à travers la fiche de liaison site-étude LSE 1559 afin de valider la possibilité d'appliquer un filtrage passe-bas caractérisé par un temps de 1s. Il s'avère que cette fiche porte sur toutes les mesures de débit sur tuyères du réacteur. La réponse de vos services d'études a indiqué que cette proposition n'était pas souhaitable compte tenu du retard de signal induit par un tel filtrage, que l'on peut considérer comme égal à 3 fois de temps caractéristique.

B.1.1 Je vous demande d'analyser l'origine du bruit des signaux de mesure de débit sur les capteurs installés sur tuyère.

B.1.2 Je vous demande de m'indiquer quelles procédures décrivent l'activité de paramétrage du contrôle-commande, tel que le filtrage des signaux analogiques en question.

² Circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) : Le circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) permet de refroidir, en fonctionnement normal comme en situation accidentelle, l'ensemble des matériels et fluides des systèmes auxiliaires et de sauvegarde du réacteur. En particulier, le RRI assure l'évacuation de la puissance résiduelle en alimentant un échangeur de chaleur et il refroidit les différentes parties mécaniques de pompes qui assurent la circulation de l'eau de refroidissement dans le circuit primaire.

³ ITV : inspection télévisuelle

b) Défaillance du système de nettoyage par boules des échangeurs RRI-SEC

Vos représentants ont présenté un écart relatif au système de nettoyage par boules des échangeurs RRI-SEC. Le 12/06/2018, lors d'une opération de nettoyage de l'échangeur du train 3, seules 136 boules sur les 200 introduites ont été récupérées. Les 64 autres boules pourraient être bloquées dans l'échangeur, notamment dans les tubes. La détection de cet écart est documentée dans la fiche référencée DPFA3-CTE-18-1015. Par ailleurs il a été indiqué qu'une « Réunion Taskforce échangeurs » permettrait de définir un plan d'actions concernant ce sujet.

B.1.3 Je vous demande de me transmettre tout élément relatif au traitement de cet écart, et notamment le plan d'actions éventuellement défini. Puisque le risque d'obstruction de tubes de l'échangeur ne peut pas être écarté, vous apporterez la démonstration qu'une telle configuration est sans impact sur la représentativité des essais réalisés pour lesquels le train 4 de refroidissement était requis, et que ces essais dans cette configuration n'a pas eu pour conséquence la dégradation d'équipements importants pour la sûreté. Enfin puisque le risque de perte des boules de nettoyage au-delà du récupérateur 3RRI3320FIN ne peut pas être écarté, vous voudrez bien m'indiquer si celles-ci auraient pu migrer dans l'environnement.

B.2 Qualité de renseignement des rapports d'essai du système SEC

Les inspecteurs se sont intéressés aux exigences relatives au système élémentaire SEC et plus particulièrement à la fonction de sûreté d'alimentation en eau brute de l'échangeur RRI-SEC, libellée « SEC-Fs-01 - Mise en service d'une file SEC » dans la documentation des essais de démarrage.

La dernière version du rapport de sûreté en référence [4], au chapitre 9.2.1, précise :

- le débit minimal considéré est de 950 kg/s par train afin d'assurer le refroidissement du RRI via les échangeurs SEC/RRI pour le niveau des Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES) de dimensionnement et l'encrassement maximal considéré pour le dimensionnement de la source froide, sur toute la plage de température de dimensionnement de la source froide ;
- le temps d'accomplissement du refroidissement des échangeurs RRI/SEC doit être compatible avec le bon fonctionnement des systèmes refroidis par RRI, et en particulier avec le temps d'atteinte du plein débit d'injection de sécurité en 15 secondes (chapitre 6.3 du rapport de sûreté).

En ce qui concerne le premier point, les inspecteurs ont examiné les relevés d'essais du système SEC permettant de démontrer :

- que les pompes SEC et le circuit SEC ont les caractéristiques attendues en terme de hauteur manométrique totale (HMT) en fonction du débit, notamment que les pompes assurent un débit minimal de 950kg/s avec une HMT de 46mCE à ce débit (voir chapitre 9.2.1 du rapport de sûreté en référence [4]) ;
- que les résultats produits peuvent être transposés aux conditions pénalisantes afin de conclure sur le respect de l'exigence de débit minimal.

a) Résultats d'essai concernant les caractéristiques des pompes

Il ressort du relevé d'essai référencé YRREESEC100FA3 indice A, relatifs aux essais réalisés à partir du 13/07/2017 sur le train 4 que :

- S'agissant des conditions d'essai : la tension d'alimentation du moteur de la pompe 3SEC4110PO est toujours supérieure à 10200 volts et atteint les 10400 volts ;
- S'agissant des résultats à la 9^{ème} heure d'essai (folios 92, 98 et 99) :
 - o Le débit mesuré par le capteur 3SEC4130MD est 4281 m³/h ;
 - o Le niveau de la mer est de -2.45m NGF ;
 - o Les pressions mesurées sur les capteurs sont :
 - sur le capteur 3SEC4124MPY en aval de la pompe : 3,82700 bar relatif

- sur le capteur 3SEC4109MPY en amont de la pompe : 1,81500 bar absolu
- Les calculs de la HMT considèrent :
 - Une pression de refoulement de 4,40858 bar relatif, incluant donc la perte de charge entre le refoulement et la position du capteur de 0,08751 bar relatif ainsi qu'une hauteur de colonne d'eau inexplicite manifestement de 4,91 mCE
 - Une pression d'aspiration de 0,77000 bar relatif
 - Une composante dynamique équivalente à 0,4 mCE
 - Une correction d'altimétrie de 0,65 mCE
 La HMT ainsi calculée est de 37,25mCE
- La transposition dans les conditions pénalisantes se résume à calculer le débit et la HMT à un niveau de rotation de la pompe correspondant à une fréquence d'alimentation de 49,5Hz

B.2.1 Etant donné que les groupes électrogènes sont dimensionnés pour délivrer, une fois stabilisés, une tension de 10000V avec une incertitude de 5% et une fréquence de 50Hz avec une incertitude de +/-0,5Hz d'après le chapitre 8.3 du rapport de sûreté en référence [4], je vous demande de m'indiquer l'impact des conditions de l'essai référencé YRREESEC100FA3 indice A atteignant les 10400 volts sur la représentativité de cet essai quant aux performances des pompes 3SECi110PO en termes de HMT en fonction du débit. Vous veillerez à effectuer la transposition des résultats obtenus dans des conditions cohérentes avec la spécification des groupes électrogènes, c'est-à-dire à 9500V et 49,5Hz ou 50,5Hz compte tenu des caractéristiques de ces moteurs.

B.2.2 Compte tenu du fait que le dossier du système élémentaire concernant les groupes électrogènes spécifie une fréquence de 50Hz avec une incertitude de +/-1Hz, je vous demande de m'indiquer quelles procédures d'essai permettent de vérifier l'exigence d'une incertitude de +/-0,5Hz sur leurs fréquences en configurations découplées du réseau à charge maximale. Vous me transmettez les résultats d'essais correspondant.

B.2.3 Enfin je vous demande d'explicitier dans les procédures d'essais les conditions d'alimentation des actionneurs afin de respecter entièrement la prescription [INB167-2-3] de la décision en référence [2]

De plus il ressort du même relevé d'essai pour le même train :

- Entre les folios 92 et 98, alors que la pression atmosphérique reste globalement constante pendant l'essai à 1,022 bar, les pressions indiquées pour le capteur 3SEC4109MPY à l'aspiration diffèrent d'un décalage variant de 0,9 à 1,17 bar entre les deux folios sans explication.
- Dans le folio 98 la pression de refoulement calculée à partir de la mesure du capteur 3SEC4124MPY est corrigée d'une hauteur de colonne d'eau qui aurait dû être explicitée dans le relevé d'essai. S'il s'agit d'une différence d'altimétries des capteurs de pression entre eux, ils doivent être cohérents avec l'essai YRREESEC101FA3 (dont l'indice A est actuellement en version préliminaire), relatifs aux essais réalisés à partir du 24/11/2017 sur le train 4. Or à débit nul (pompe à l'arrêt) les pressions relevées sont (folio 31):
 - sur le capteur 3SEC4124MPY en aval de la pompe : 1,97 bar relatif
 - sur le capteur 3SEC4109MPY en amont de la pompe : 2,13 bar absolu, soit 1,12 bar relatif.

Il devrait en être déduit que le capteur 3SEC4124MPY est 8,45m sous le capteur 3SEC4109MPY, ce qui est incohérent avec les valeurs appliquées pour les calculs de HMT qui elles considèrent que le capteur SEC4124MPY est 4,91m au-dessus du capteur 3SEC4109MPY.

B.2.4 Je vous demande d'explicitier la méthode de calcul de HMT appliquée et d'amender les annexes « calcul des caractéristiques des pompes 3SECi110PO » des différentes procédures d'essai.

b) Résultats et écarts d'essai concernant les caractéristiques du circuit hydraulique

Le relevé d'essai référencé YRREESEC100FA3 indice A indique en réserve qu'il n'a pas été possible de superposer les mesures sur les courbes du constructeur fournies en annexe de ce relevé parce que celles-ci sont trop imprécises. Cette opération est importante pour vérifier le point de fonctionnement du système SEC, notamment les caractéristiques du circuit hydraulique. Les inspecteurs ont relevé qu'une fiche de liaison site-étude référencée LSE 2790 documente la demande du chargé d'essais à ses services d'études et la réponse de ces services proposant d'utiliser la note référencée A-5999558 listée dans le chapitre 2 du relevé d'essai.

D'autre part les inspecteurs ont interrogé vos représentants sur le non-respect d'une exigence relative à la perte de charge entre l'amont et l'aval des échangeurs RRI-SEC relevées dans ce même rapport d'essai référencé YRREESEC100FA3 indice A. Il a été mesuré des pertes de charge de 12,8 mCE sur l'échangeur 3RRI1310EX pour un débit de 4576m³/h alors que l'exigence était de ne pas dépasser 10 mCE. Les services d'études ont été saisis par votre chargé d'essais et la fiche de liaison site-étude référencée LSE 1720 justifie cet écart en précisant que l'exigence est de ne pas dépasser 10 mCE au débit minimal requis, et démontre que par transposition l'exigence est en réalité respectée. Or une telle transposition est particulièrement favorable (condition de débit minimal, échangeur non encrassé) et son conservatisme doit être justifié.

B.2.5 Je vous demande d'exploiter les résultats des essais du système SEC tels que décrits dans leurs procédures, et notamment de vérifier le point de fonctionnement du système en superposant les mesures sur les courbes du constructeur qui devront donc être transposées dans des conditions explicitées.

B.2.6 Compte tenu de l'écart relevé lors des premières mesures sur la perte de charge aux bornes des échangeurs, je vous demande de justifier l'exigence associée en précisant les conditions de fonctionnement associées : débit et encrassement.

c) Synthèse des résultats d'essais

Les inspecteurs ont examiné les synthèses des résultats d'essais annexées aux relevés des essais YRREESEC100FA3 indice A (en version définitive) et YRREESEC101FA3 indice A (en version préliminaire). Alors qu'il est attendu le report de valeurs mesurées, ces synthèses n'en comportent généralement pas. Vos représentants ont expliqué que la qualité des synthèses a été améliorée depuis cette année.

S'agissant plus particulièrement du critère relatif au débit minimal, le relevé d'essai indique « conforme » alors qu'il s'agit d'une exigence nécessitant une transposition qui n'a pas été réalisée et qui fait notamment l'objet d'une demande du chargé d'essais à travers la fiche LSE 2789 restée sans réponse.

B.2.7 Compte tenu des demandes précédentes et des observations, je vous demande de m'indiquer si les résultats de ces essais permettent de démontrer le respect l'exigence de débit minimal du rapport de sûreté en référence [4] : 950 kg/s par train dans les conditions pénalisantes (niveau des Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES), encrassement maximal, distribution électrique pénalisante, températures de source froide pénalisante, etc.)

B.2.8 Par ailleurs, compte tenu du dimensionnement des groupes électrogènes, je vous demande de m'indiquer le temps d'accomplissement du refroidissement des échangeurs RRI/SEC. Vous m'indiquerez s'il est compatible avec le temps d'atteinte du plein débit d'injection de sécurité au maximum de 15 secondes (chapitre 6.3 du rapport de sûreté).

B.3 Conditions de l'essai PTR300

Les inspecteurs ont extrait les données thermohydrauliques concernant le fonctionnement de l'échangeur RRI-SEC du train 1 durant l'essai PTR300 relatif à la vérification des performances de l'échangeur RRI-PTR réalisé le 29/10/2018 entre 18h10 et 18h35.

Les valeurs suivantes ont été extraites des postes opérateurs de la salle de commande à 18h20 :

- côté SEC :
 - o débit : 4291 m³/h
 - o température d'entrée de l'échangeur : 14,60°C
 - o température de sortie de l'échangeur : 19,97°C
- côté RRI :
 - o débit : 2594 m³/h
 - o température d'entrée de l'échangeur : 30,60°C
 - o température de sortie de l'échangeur (capteur 3RRI1314MT) : 21,17°C
 - o température en aval du système échangeur-bypass (signal 3RRI1302KM) : 20,71°C

Bien que l'analyse de ces données n'était pas l'objet de la procédure d'essai PTR300, elle soulève deux points singuliers qui nécessitent des éclaircissements quant aux conditions de réalisation de cet essai :

- Il ne semble pas normal que le fluide en sortie de l'échangeur ait une température supérieure au fluide en aval du système échangeur-bypass ;
- Les puissances thermiques échangées côté SEC et côté RRI seraient inégales et différeraient d'environ 7%. Un tel déséquilibre peut s'expliquer par la non atteinte de l'équilibre thermique de l'échangeur RRI-SEC à 18h20.

B.3.1 Je vous demande d'analyser ces données afin d'expliquer d'une part pourquoi le capteur 3RRI1314MT indiquait une température du fluide RRI en sortie de l'échangeur supérieure à la température en aval du système échangeur-bypass mesurée par le signal 3RRI1302KM et d'autre part l'éventuel déséquilibre de puissance échangée entre le système SEC et RRI. Si le déséquilibre de puissance était avéré, vous m'indiquerez son impact sur la représentativité de l'essai PTR300.

B.3.2 Compte tenu du fait que la documentation d'essai indique que ce coefficient doit être supérieur à 3605 kW/°C, que le chapitre 9.2.2 du rapport de sûreté en référence [4] indique que la situation pénalisante requiert un coefficient de de 3642 kW/°C, et que les mesures indiqueraient un coefficient inférieur à 3300 kW/°C, je vous demande de m'indiquer le coefficient d'échange réel (éventuellement avec prise en compte des incertitudes et transposé dans les conditions pénalisantes) et l'exigence de sûreté associée. Vous vous assurez que cette exigence est bien respectée.

Enfin ces inspecteurs ont demandé lors de l'inspection les données relatives à l'échangeur PTR enregistrées lors de l'essai. Vos représentants ont indiqué qu'ils les fourniraient. Toutefois cette demande, réitérée par courrier électronique, n'a pas été réalisée.

B.3.3 Je vous demande de me transmettre ces données.

C Observations

Sans observation.

Vous voudrez bien me faire part de vos observations et réponses concernant ces points dans un délai qui n'excèdera pas un mois. Pour les engagements que vous seriez amené à prendre, je vous demande de bien vouloir les identifier clairement et d'en préciser, pour chacun, l'échéance de réalisation.

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 Directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

L'adjoint au chef de division,

Signé

Éric ZELNIO