

Montrouge, le 29/07/2022

Référence courrier :
CODEP-DCN-2022-025981

Monsieur le Directeur
EDF – DIPNN – DP FA3
97 avenue Pierre Brossolette
92120 Montrouge

OBJET :

Réacteur EPR de Flamanville

Programme d'essais physiques du premier démarrage du réacteur et chapitre X des règles générales d'exploitation

RÉFÉRENCES : cf annexe 1

Monsieur le directeur,

Par courrier en référence [1], l'ASN vous a adressé des demandes relatives au programme d'essais physiques de premier démarrage (PPE COR) et du chapitre X des règles générales d'exploitation (RGE) du réacteur EPR de Flamanville.

Vous avez depuis apporté des évolutions au PPE COR et au chapitre X des RGE qui résultent des demandes de l'ASN et d'engagements pris au cours des échanges techniques.

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-après la position de l'ASN sur ces évolutions.

1. Pertinence des essais et des critères

1.1. Vérification des hypothèses de la démonstration de sûreté

Vérification du signe négatif du coefficient de température modérateur

Le coefficient de température modérateur (CTM) exprime la variation de réactivité induite par une variation de température du fluide modérateur. Dans le cadre de votre démonstration de sûreté, ce coefficient doit être négatif et sa valeur est vérifiée à puissance nulle en début de cycle par le biais de la mesure du coefficient de température isotherme (CTI).

A la différence du PPE COR, le critère associé à la valeur limite du CTI défini dans la règle d'essais physiques au redémarrage (REPR) à puissance nulle du chapitre X des RGE ne tenait pas compte de

l'incertitude de mesure du CTI. Dans son courrier en référence [1], l'ASN vous a donc demandé (C10-1-MES) de modifier le critère de vérification du signe négatif du CTM en y intégrant l'incertitude de mesure du CTI.

L'ASN note que la dernière version de la REPR à puissance nulle [2] intègre cette incertitude dans la définition du critère de vérification du signe négatif du CTM. **L'ASN considère donc que votre réponse à la demande C10-1-MES du courrier en référence [1] est satisfaisante.**

Vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes de surveillance et de protection du cœur

Le PPE COR demande la vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes de protection anti-dilution. La définition des critères associés à cette vérification tient compte de l'incertitude de mesure manuelle de la concentration en bore du circuit primaire par une méthode titrimétrique.

Dans son courrier en référence [1], l'ASN vous a demandé (C10-3-MES) de justifier les incertitudes de mesures manuelles de la concentration en bore considérées pour définir les critères du PPE COR, demande à laquelle vous avez répondu en référence [3]. L'ASN est susceptible de formuler des demandes complémentaires sur ce sujet.

Programme de requalification fonctionnelle en cas de remplacement de l'instrumentation nucléaire

Les programmes de requalification d'une chaîne neutronique de niveau source (CNS), d'une chaîne neutronique de niveau intermédiaire (CNI), d'une chaîne neutronique de niveau puissance (CNP) ou d'une canne de collectrons s'appuient sur la surveillance d'alarmes de discordance qui permettent de comparer la linéarité de la réponse d'un détecteur neuf par rapport aux détecteurs qui n'ont pas fait l'objet d'un remplacement.

Toutefois, ces alarmes ont été conçues pour détecter un défaut de traitement entre les différentes unités du système de protection du réacteur et pas directement pour détecter un défaut de linéarité d'un détecteur neutronique. Afin de statuer sur la conformité du détecteur neuf, votre programme de requalification d'un détecteur neutronique demande donc d'effectuer, à différents paliers de la montée en puissance et *a posteriori*, une analyse qualitative des signaux enregistrés.

Vous indiquez que la sûreté est garantie pendant toute la phase de requalification par « *la gestion des logiques de vote et du forçage d'invalidation (...) des détecteurs remplacés (...) [et que] ces dispositions permettent d'autoriser une détection des défauts de linéarité au plus tard lors de chaque validation qualitative* » [4].

L'ASN considère que cette méthode de modification des logiques de vote est satisfaisante sur le principe car elle permet de tenir compte de l'indisponibilité d'un détecteur neuf qui n'est pas encore requalifié.

L'ASN considère par ailleurs que la vérification finale du bon comportement d'un détecteur neuf n'est acquise qu'après avoir mis en œuvre l'intégralité des contrôles demandés par le programme de requalification associé, c'est-à-dire lorsque la puissance du réacteur atteint 25 %Pn pour les CNI et 100 %Pn pour les CNP et les cannes de collectrons.

Les modifications de logiques de vote que vous mettez en œuvre ne concernent que les chaînes de protection et les permissifs élaborés à partir des signaux des CNP et sont par ailleurs mis en œuvre uniquement lors des essais physiques à puissance nulle.

Demande n° 1 – L'ASN vous demande de justifier, avant le démarrage du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, le caractère suffisant des dispositions prises pour garantir la sûreté pendant la phase de requalification d'un détecteur neutronique neuf (CNI, CNP et canne de collectrons). Vous justifierez en particulier l'absence de modification en puissance des logiques de vote des chaînes de surveillance et de protection ainsi que des permissifs élaborés à partir des signaux des CNI, des CNP ou des collectrons.

Le programme de requalification d'une canne de collectrons prescrit la réalisation d'inter-comparaisons du rapport entre le signal expérimental et le signal calculé uniquement pour les collectrons remplacés. Vous indiquez que les collectrons remplacés n'ont pas la même sensibilité que ceux déjà mis en place à cause de la diminution progressive de la composante du courant collectrons liée à la capture neutronique du cobalt 59. L'ASN note que vous n'avez transmis aucun élément justifiant la dépendance du rapport entre le signal expérimental et le signal calculé au nombre d'atomes de cobalt 59 contenus dans un collectron. Par ailleurs, l'ASN note que les signaux des collectrons sont valorisés dans certaines chaînes de surveillance et de protection du réacteur et considère qu'en cas de remplacement d'une canne de collectrons, le programme de requalification actuellement prescrit ne permettrait pas de détecter une défaillance de mode commun sur les différents détecteurs neutroniques qui composent l'équipement neuf.

Demande n° 2 – L'ASN vous demande de justifier, avant le démarrage du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, que le rapport entre le signal expérimental et le signal calculé d'un collectron dépend de la sensibilité des collectrons à la disparition du cobalt 59 et que les collectrons remplacés ne sont ainsi comparables qu'entre eux. A défaut, l'ASN vous demande de tenir compte du risque de défaillance de mode commun sur les différents détecteurs neutroniques qui composent l'équipement neuf dans le programme de requalification d'une canne de collectrons.

1.2. Vérification du conservatisme des hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté

Vérification du critère sur le coefficient de température isotherme

La REPR à puissance nulle demande de vérifier que l'écart entre le CTI calculé et le CTI mesuré est inférieur à l'incertitude de calcul du CTM, égale à 3,6 pcm/°C. L'ASN note que cette vérification est associée à un critère classé C, ce qui vous permet, en cas de non-respect du critère, de poursuivre la montée en puissance jusqu'au palier de puissance à 25 %Pn. L'ASN note que le respect de ce critère consiste à vérifier une hypothèse d'étude du rapport de sûreté et considère qu'il n'est pas acceptable, en cas de non-respect d'une telle hypothèse, de poursuivre la montée en puissance sans analyse préalable. A ce titre, et conformément à votre doctrine de conception des essais physiques [5], ce critère devrait être classé S afin d'associer à son non-respect une conduite à tenir adaptée à son statut dans la démonstration de sûreté.

Demande n° 3 – L'ASN vous demande, dans la REPR à puissance nulle et avant le démarrage du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, de classer S le critère associé à la vérification de l'incertitude de calcul de 3,6 pcm/°C sur le coefficient de température modérateur.

Vérification du critère sur l'efficacité intégrale de chaque groupe de grappes

La REPR à puissance nulle demande de vérifier que l'écart relatif entre le poids neutronique calculé et mesuré pour chaque groupe de grappes est inférieur à 10 %. S'agissant d'une hypothèse d'étude du rapport de sûreté, l'ASN vous a demandé, dans son courrier en référence [2] (C10-4-MES), de classer S ce critère initialement classé C.

Cette demande a bien été prise en compte dans la dernière version de la REPR à puissance nulle [3]. **L'ASN considère donc que votre réponse à la demande C10-4-MES du courrier en référence [2] est satisfaisante.**

Vérification du déséquilibre azimutal de puissance

La démonstration de sûreté nucléaire prend en compte la présence éventuelle d'un déséquilibre azimutal de puissance par quadrant, dénommé *tilt*. Au cours de l'instruction, vous avez indiqué que l'écart entre le *tilt* réel, inaccessible, et le *tilt* mesuré par carte de flux provient de plusieurs biais et incertitudes qui conduisent à surestimer le *tilt* mesuré par rapport au *tilt* réel. Vous avez conclu que la valeur mesurée brute du *tilt*, c'est-à-dire sans prise en compte des incertitudes, peut être comparée directement à la valeur limite retenue dans les études.

L'ASN a indiqué dans son courrier en référence [2] que le biais lié au processus de reconstruction de la distribution de puissance par carte de flux et le biais lié à la répartition dissymétrique des positions instrumentées dans le cœur n'avaient pas été précisément quantifiés et que les évaluations, notamment

celles relatives à l'incertitude sur la mesure du *tilt*, réalisées à partir du retour d'expérience des réacteurs en exploitation, étaient applicables, *a priori*, au réacteur EPR de Flamanville.

Dans ces conditions, l'ASN vous a demandé (C10-5) :

- avant la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, d'évaluer pour les réacteurs en exploitation les biais sur la mesure du *tilt* liés au processus de reconstruction de la distribution de puissance par carte de flux et à l'implantation dissymétrique des positions instrumentées dans le cœur ;
- à l'échéance du dossier de fin de démarrage, de confirmer expérimentalement sur l'EPR les évaluations menées pour les réacteurs en exploitation afin de justifier la non-prise en compte d'incertitudes sur la mesure du *tilt*.

Vous vous êtes engagé, par les courriers en références [6] et [7], à réaliser cette évaluation et à transmettre cette justification. Vous proposez néanmoins de décaler l'échéance de transmission de l'évaluation au dépôt du dossier de fin de démarrage, qui intégrera la justification de la non-prise en compte d'incertitudes sur la mesure du *tilt*. **L'ASN considère que vos engagements pour répondre à la demande C-10-5 du courrier en référence [2] sont acceptables. Les éléments que vous transmettez seront examinés dans le cadre de l'instruction du dossier de fin de démarrage afin de conclure sur l'acceptabilité de votre réponse à la demande C-10-5.**

Par ailleurs, la REPR en puissance prescrit de vérifier que le *tilt* mesuré par carte de flux à 25 %Pn est inférieur ou égal à 4 %. S'agissant d'une hypothèse d'étude du rapport de sûreté, l'ASN vous a demandé dans son courrier en référence [2] (C10-6-MES) de classer S ce critère initialement classé C.

L'ASN note que cette demande a bien été prise en compte dans la dernière version de la REPR en puissance [8]. **L'ASN considère donc que votre réponse à la demande C10-6-MES du courrier en référence [2] est satisfaisante.**

1.3. Conditions d'essais

La démonstration de sûreté pour les essais prescrits par le PPE COR repose soit sur une approche probabiliste, soit sur une approche déterministe lorsque le scénario accidentel étudié présente une fréquence d'occurrence suffisamment élevée. La reprise d'un essai couvert par une démonstration probabiliste de sûreté accroît le temps passé dans la configuration de l'essai et augmente donc la fréquence d'occurrence du scénario accidentel étudié. Pour cette raison, le PPE COR indique qu'une analyse de sûreté doit être effectuée en amont de la reprise de certains essais, en particulier vis-à-vis de l'accident d'éjection de grappe.

Conduite à tenir du PPE COR en cas de non-respect du critère sur la concentration en bore critique dans certaines configurations de grappes

Les essais de mesure de la concentration en bore critique associés aux configurations de grappes P1 à P4 insérés et P1 à P5 insérés sont couverts par une démonstration probabiliste de sûreté selon la note justificative en référence [9]. Pour autant, et à la différence d'autres essais également couverts par une démonstration probabiliste de sûreté, le PPE COR ne demande pas la réalisation d'une analyse de sûreté en amont de la reprise éventuelle de ces essais.

Demande n° 4 – L'ASN vous demande de réaliser une analyse de sûreté en cas de reprise des essais de mesure de la concentration en bore critique associés aux configurations de grappes P1 à P4 insérés et P1 à P5 insérés prescrits par le PPE COR.

Conduite à tenir du PPE COR en cas de non-respect du critère sur l'efficacité intégrale du groupe P4

Le PPE COR prescrit la réalisation d'une analyse de sûreté avant de reprendre l'essai de mesure de l'efficacité intégrale du groupe P4 avec les groupes P1+P2+P3 insérés, si le critère associé à cette mesure venait à être dépassé. Afin d'éviter une reprise de l'essai, vous prévoyez la possibilité [10] d'utiliser l'enchaînement des configurations de grappes explorées pour évaluer cette efficacité intégrale à partir d'autres mesures. Vous indiquez ainsi que l'efficacité intégrale du groupe P4 avec les groupes P1+P2+P3 insérés est égale à l'efficacité intégrale des groupes P1 à P4 en recouvrement, minorée des efficacités intégrales de P3 avec P1+P2 insérés, de P2 avec P1 inséré et de P1.

L'ASN estime que ces deux vérifications ne sont pas équivalentes. En effet, une analyse effectuée à partir des données théoriques nécessaires à l'interprétation des essais COR [11] montre un écart de l'ordre de 3 % entre les deux termes, ce qui est non négligeable par rapport au critère de 10 % sur l'efficacité intégrale de chaque groupe.

Demande n° 5 – L'ASN vous demande de justifier la conduite à tenir du PPE COR en cas de non-respect du critère sur l'efficacité intégrale du groupe P4. Vous justifierez en particulier l'évaluation de cette grandeur à partir de la mesure des efficacités intégrales des groupes P1 à P4 en recouvrement, du groupe P3 avec P1+P2 insérés, du groupe P2 avec P1 inséré et du groupe P1.

2. Exhaustivité des essais et des vérifications

2.1. Vérification du dimensionnement des seuils et du comportement de l'instrumentation

Vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes de surveillance et de protection du cœur

Afin d'étendre le domaine de vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes de surveillance et de protection utilisant les collectrons et les CNP au-delà du PPE COR, l'ASN vous a demandé, dans son courrier en référence [2] (C10-8-DFD), de vérifier périodiquement, par la réalisation d'essais d'oscillations axiales de puissance, le bon dimensionnement de ces seuils au titre de la règle d'essais physiques en cours et prolongation de cycle (REPC).

Pour répondre à cette demande, vous avez ajouté à la REPC [12] un essai optionnel d'oscillation axiale de puissance, qui sera réalisé lors des cinq premiers cycles de fonctionnement (jusqu'à l'atteinte du cycle d'équilibre) et en fonction des contraintes d'exploitation et des marges disponibles.

La vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes de surveillance et de protection utilisant les collectrons et les CNP est un objectif majeur du programme d'essais physiques. L'ASN considère que cette vérification doit être réalisée à chaque cycle et de manière à couvrir la plus large plage de configurations de cœur possibles, tout en tenant compte des contraintes relatives aux marges inhérentes à la réalisation des essais. **A ce titre, l'ASN considère que votre réponse à la demande C10-8-DFD du courrier en référence [2] est à compléter.**

Demande n° 6 – L'ASN vous demande :

- **à chaque cycle, d'analyser l'ensemble des cartes de flux prescrites par la REPR en puissance et la REPC afin de vérifier le bon dimensionnement des seuils des chaînes de surveillance et de protection du cœur utilisant les collectrons et les CNP ;**
- **de maintenir dans la REPC l'exigence de réalisation d'un essai d'oscillation axiale de puissance au-delà des cinq premiers cycles de fonctionnement, sous réserve de la suffisance des marges relatives à la puissance linéique, au rapport de flux thermique critique et à la surveillance de l'*axial offset*.**

Dimensionnement des seuils des chaînes anti-dilution

Vous avez introduit dans la REPR à puissance nulle [3] un critère S permettant de vérifier le bon dimensionnement des seuils de la chaîne de protection anti-dilution. Cette vérification nécessiterait de pouvoir mesurer la concentration en bore dans un état où le cœur est critique avec toutes les grappes insérées (TGI). Néanmoins, pour des raisons de sûreté du réacteur, cet état n'est pas autorisé lors des essais de redémarrage à puissance nulle. Ainsi, vous prévoyez de mesurer la concentration en bore dans un état où le cœur est critique avec toutes les grappes extraites, et d'ajouter un terme de transposition permettant de reconstituer des conditions représentatives de l'état TGI.

Ce nouveau critère ne prend pas en compte l'incertitude de mesure manuelle de la concentration en bore. L'ASN note par ailleurs que la REPR à puissance nulle ne demande la vérification d'aucun autre

critère en lien avec la vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes anti-dilution et considère à ce titre que l'absence de prise en compte de l'incertitude de mesure manuelle de la concentration en bore doit être justifiée.

Demande n° 7 – L'ASN vous demande, dans la REPR à puissance nulle et avant le démarrage du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, de justifier l'absence de prise en compte de l'incertitude de mesure manuelle du bore dans la définition du critère S relatif à la vérification du bon dimensionnement des seuils des chaînes anti-dilution.

Vérification du bon comportement des CNP

Afin d'évaluer expérimentalement la pertinence de la modélisation cinétique de la réponse des CNP réalisée dans les études du rapport de sûreté, des essais de temps de chute de grappes en puissance ont été réalisés sur les réacteurs tête de série de 900, 1300 et 1450 MWe d'EDF.

Vous avez indiqué que les essais prévus au titre du programme d'essais physiques de premier démarrage sont suffisants pour valider cette démonstration pour le réacteur EPR et que la réalisation d'essais de temps de chute de grappes spécifiques n'est à ce titre pas nécessaire. Afin d'étayer cette position, l'ASN vous a demandé dans son courrier en référence [2] (C10-7-DFD) :

- de démontrer que la dynamique des transitoires d'essais de « partial trip », d'ilotage et d'arrêt manuel du réacteur est au moins équivalente à celle d'une chute de grappe ;
- de réaliser une analyse comparative, entre les réacteurs en fonctionnement et l'EPR, des écarts entre calcul et mesure de la réponse des CNP lors des essais d'ilotage, d'arrêt manuel du réacteur et d'oscillation azimutale de puissance.

Vous vous êtes engagé [13] à transmettre ces éléments à échéance du dépôt du dossier de fin de démarrage. **L'ASN considère que votre engagement pour répondre à la demande C10-7-DFD du courrier en référence [2] est satisfaisant.**

2.2. Vérification du conservatisme des hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté

Vérification de l'incertitude associée à la modélisation de l'effet Doppler

La démonstration de sûreté prend en compte une incertitude de calcul de 20 % sur les coefficients représentatifs de l'effet Doppler. Vous indiquez [10] que le seul moyen de vérifier expérimentalement cette incertitude consiste à réaliser un essai physique par variation de puissance du réacteur, dit essai « DP – DT », qui a en général été réalisé au premier démarrage des réacteurs d'EDF actuellement en exploitation.

L'ASN note que le retour d'expérience de ces essais est valorisé dans le dossier de validation de la chaîne de calcul SCIENCE V2 afin de valider l'incertitude de calcul de 20 % sur les coefficients représentatifs de l'effet Doppler calculés utilisés dans la démonstration de sûreté. Vous vous êtes par ailleurs engagé à réaliser, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, un programme d'essais physiques spécifique dans l'objectif de conforter la validation des chaînes de calculs des cœurs et qui prévoit la réalisation d'essais « DP-DT » à différents niveaux de puissance. L'ASN estime nécessaire, en cohérence avec le programme spécifique prévu pour les réacteurs de 900 MWe et au titre de la vérification expérimentale des incertitudes considérées dans la démonstration de sûreté, d'effectuer des essais similaires sur le réacteur EPR de Flamanville.

Demande n° 8 – L'ASN vous demande, lors du premier démarrage du réacteur EPR de Flamanville, de réaliser des mesures des coefficients de réactivité représentatifs de l'effet Doppler en puissance afin de consolider l'incertitude de ce paramètre considéré dans la démonstration de sûreté.

Vérification des incertitudes associées aux efficacités différentielles du bore et du groupe étalon

L'ASN vous a demandé, dans son courrier en référence [2] (C10-9-MES), de vérifier, dans la REPR à puissance nulle, les incertitudes du rapport de sûreté associées aux efficacités différentielles du bore et du groupe étalon.

L'ASN note que la dernière version de la REPR à puissance nulle [3] introduit deux nouveaux critères permettant de vérifier ces incertitudes. Ces critères sont classés C alors qu'ils portent sur la vérification d'hypothèses de la démonstration de sûreté. Conformément à votre doctrine de conception des essais physiques [5], ces critères doivent être classés S. **L'ASN considère donc que votre réponse à la demande C10-9-MES n'est pas satisfaisante.**

Demande n° 9 – L'ASN vous demande, dans la REPR à puissance nulle et avant le démarrage du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, de classer S les critères portant sur la vérification des incertitudes associées aux efficacités différentielles du bore et du groupe étalon.

2.3. Vérification d'indicateurs de bon fonctionnement du cœur

Essai de carte de flux à 10 %Pn

A la différence de la REPR en puissance, le programme d'essais physiques de premier démarrage prescrit la réalisation d'une carte de flux à une puissance de 10 %Pn afin de détecter un *tilt* amplifié au premier cycle. Si les analyses effectuées jusqu'à présent pour le réacteur EPR de Flamanville tendent à montrer une réduction du *tilt* pour les cycles ultérieurs au premier cycle, l'ASN note qu'une analyse des cartes de flux en puissance est nécessaire pour confirmer les résultats de cette analyse théorique.

De plus, l'ASN note que, pour les cycles ultérieurs au premier cycle, aucune vérification de la conformité de la distribution de puissance n'est prescrite par les REPR avant l'atteinte du niveau de puissance de 25 %Pn lors de la première montée en puissance après rechargement. Or, les résultats de la démonstration de sûreté spécifique à cette phase de fonctionnement sont fortement dépendants des évaluations théoriques de la distribution de puissance. Dans ces conditions, la démonstration de sûreté lors de la première montée en puissance après rechargement entre 0 %Pn et 25 %Pn n'est pas formellement vérifiée.

L'ASN considère que la réalisation d'une carte de flux à 10 %Pn dans le cadre de la REPR en puissance permettrait de détecter au plus tôt une erreur de chargement des assemblages dans le cœur, pouvant remettre en cause la conformité du cœur chargé par rapport au cœur théorique considéré dans la démonstration de sûreté.

Demande n° 10 – L'ASN vous demande d'effectuer, dans le cadre de la REPR en puissance et à partir du deuxième cycle d'irradiation du réacteur EPR de Flamanville, un essai de carte de flux à 10 %Pn. Une analyse de la distribution de puissance du réacteur devra être réalisée à ce niveau de puissance afin de dédouaner une éventuelle erreur de chargement, de vérifier qualitativement la conformité de la distribution de puissance et de confirmer les analyses théoriques effectuées sur l'évolution du *tilt*.

3. Démonstration de sûreté lors des essais

Réglage des seuils de protection des chaînes utilisant l'instrumentation nucléaire *excore*

Les signaux des CNP sont utilisés dans la chaîne de protection « puissance nucléaire élevée » qui est valorisée dans la démonstration de sûreté en cas de transitoire avec perte de l'arrêt automatique du réacteur (ATWS) combiné à une augmentation excessive du débit vapeur.

Les seuils de cette chaîne de protection implantés sur site ont été déterminés en considérant un calibrage des CNP à 100 %Pn et en tenant compte de l'incertitude du calibrage, qui dépend, pour certains postes, du niveau de puissance.

Lors des essais physiques, les CNP sont calibrées à puissance nulle en arrêt à chaud puis lors de la montée en puissance à 10, 25, 60 et 80 %Pn. Des réglages graduels de seuils sont effectués afin de garantir la sûreté lors de la montée en puissance jusqu'au prochain calibrage. Vous indiquez que les seuils de la chaîne « puissance nucléaire élevée » implantés pendant la montée en puissance aux différents niveaux de calibrage sont ceux de la chaîne « haute puissance thermique élevée » [10].

L'ASN note qu'aucune évaluation de l'incertitude du calibrage des CNP aux différents niveaux de puissance intermédiaires n'a été effectuée. A ce titre, l'ASN considère que le conservatisme des seuils de la chaîne « haute puissance thermique élevée » utilisés pour la chaîne de protection « puissance nucléaire élevée » n'est pas démontré.

Demande n° 11 – En préalable à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, l'ASN vous demande de justifier les valeurs de réglage du seuil de la chaîne de protection « puissance nucléaire élevée » au cours du premier démarrage et pour chaque première montée en puissance après rechargement.

Réglage des seuils de surveillance et de protection des chaînes utilisant la puissance thermique

Le réacteur EPR de Flamanville comporte quatre capteurs de température sur chacune de ses branches chaudes. Les signaux de ces capteurs sont valorisés dans la démonstration de sûreté et interviennent dans la chaîne de protection « puissance thermique élevée » et dans la chaîne de surveillance « puissance thermique élevée ».

Pour tenir compte de l'hétérogénéité de température au sein de chaque branche chaude, une pénalité notée KPEN a été définie en cas de perte d'une ou plusieurs sondes de températures. Cette pénalité permet notamment de conserver une image de la mesure des sondes perdues sur la détermination de la température moyenne de la branche chaude considérée.

Vous avez précisé dans la REPR en puissance et dans la REPC que l'actualisation du calibrage de la puissance thermique avec une ou plusieurs sondes de température d'une branche chaude indisponibles doit conduire à inhiber manuellement ces sondes. Par ailleurs, pour le cas où une sonde de température indisponible redeviendrait disponible au cours de la montée en puissance ou au cours du cycle, vous prévoyez de ne remettre en fonctionnement la sonde qu'après le prochain calibrage de la puissance thermique. L'ASN estime cette conduite à tenir satisfaisante mais note qu'elle ne s'applique pas lors des actualisations de calibrage de la puissance thermique prescrites par le PPE COR.

Demande n° 12 – En préalable à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, l'ASN vous demande de définir une conduite à tenir pour actualiser le calibrage de la puissance thermique lors des essais COR en cas d'indisponibilité d'une ou de plusieurs sondes de température d'une branche chaude.

Vous indiquez par ailleurs [14] que la pénalité KPEN introduite en cas de sonde indisponible concerne uniquement la chaîne de protection « puissance thermique élevée » et non la chaîne de surveillance. La chaîne de surveillance « puissance thermique élevée » a pour rôle de garantir le respect de la puissance thermique maximale considérée pour les situations initiales des études d'accident. L'ASN considère à

ce titre qu'il est nécessaire d'étudier l'impact de l'indisponibilité d'une ou plusieurs sondes sur la pertinence de cette surveillance.

Demande n° 13 – En préalable à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, l'ASN vous demande de justifier l'absence de pénalisation de la température moyenne en branche chaude utilisée par la chaîne de surveillance de la puissance thermique en cas d'indisponibilité d'une ou plusieurs sondes de température en branche chaude.

Impact du non-respect des STE pour la phase moyen terme de la rupture de tuyauterie vapeur (RTV) à puissance nulle avec arrêt automatique des GMPP

Dans le cadre de l'instruction des études d'accident du réacteur EPR de Flamanville, il a été montré que la phase « moyen terme » de l'accident de rupture guillotine de tuyauterie vapeur doublement débattue (RTV-2A) avec arrêt automatique des groupes motopompes primaires (GMPP) peut être plus pénalisante que la phase « court terme » de l'accident. L'aggravant retenu pour l'étude de ce transitoire est le blocage de la grappe la plus antiréactive en haut du cœur.

Certaines configurations de grappes rencontrées lors des essais COR étant particulièrement pénalisantes vis-à-vis de la marge d'arrêt du réacteur, l'ASN vous a demandé, dans son courrier en référence [2] (C10-11-MES), de compléter, pour les conditions d'essais COR, la démonstration de sûreté pour la phase « moyen terme » de l'accident de RTV-2A avec arrêt automatique des GMPP.

Vous avez transmis une évaluation de la marge en RFTC [15] et valorisé un ensemble de conservatismes dans l'étude permettant un gain de marge [16]. Par ailleurs, la démonstration de sûreté lors des essais COR [9] prévoit plusieurs préconisations d'exploitation visant à renforcer la sûreté du réacteur lors des essais en préalable à l'atteinte des configurations de grappes pénalisantes de la démonstration de sûreté. En particulier, il est prévu de réaliser un essai de temps de chute des grappes et un essai d'arrêt du réacteur, déclenché manuellement lors de la phase d'approche sous-critique. L'ASN estime que ces préconisations permettent considérer que le risque de blocage d'une grappe en cas d'arrêt automatique du réacteur durant la durée limitée des essais COR est faible et que la prise en compte de la grappe la plus antiréactive bloquée en haut du cœur constitue un conservatisme notable de l'étude. **A ce titre, l'ASN considère que votre réponse à la demande C10-11-MES du courrier en référence [2] est acceptable.**

Impact du non-respect des STE sur l'étude révisée de dilution homogène

Dans son courrier en référence [17], l'ASN vous a demandé de retenir une exigence d'absence de retour en criticité après arrêt automatique du réacteur pour les transitoires de deuxième catégorie (PCC-2). Afin de répondre à cette demande, vous avez mis à jour plusieurs études du rapport de sûreté.

L'étude de dilution homogène avec un aggravant portant sur l'une des quatre vannes réglantes du système VDA fait partie des études révisées dans ce contexte. Elle montre qu'un retour critique ne peut être évité pour cet accident s'il survient durant les essais COR, du fait des conditions pénalisantes de ces essais. Pour ce scénario de dilution, l'ASN note que la puissance atteinte à la suite du retour critique est significative et de longue durée par rapport à une dilution survenant en dehors des essais COR. L'ASN estime à ce titre nécessaire de définir et de mettre en œuvre des préconisations particulières supplémentaires pour renforcer la démonstration de sûreté lors des essais COR.

Demande n° 14 – En préalable à la mise en service de l'EPR de Flamanville 3, l'ASN vous demande de définir et de mettre en œuvre des préconisations particulières pour limiter, lors des essais COR, le risque de survenue d'une dilution homogène avec absence de fermeture de l'une des quatre vannes réglantes du système VDA ou ses conséquences.

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

Signé par le directeur de la DCN,

Rémy CATTEAU

Références

- [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2018-002008 du 6 juillet 2018
- [2] Règle des essais physiques à puissance nulle au redémarrage après rechargement de l'EPR – D455014004059 indice 1^E
- [3] Lettre EDF D458522027676 du 22 juin 2022 : « EPR – Règles générales d'exploitation »
- [4] Lettre EDF D458519005648 du 28 mars 2019 : « EPR FA3 – 2^{ème} lot des positions et actions EDF relatives à l'instruction du PPE COR et du chapitre X »
- [5] Doctrine de conception des essais physiques EPR – ENPCFM080187 indice D
- [6] Fiche de synthèse EDF D305919000998 du 25 janvier 2019.
- [7] Fiche de synthèse EDF D455018008794 indice 1 du 21 décembre 2018
- [8] Règle des essais physiques en puissance au redémarrage après rechargement de l'EPR – D455014004063 indice 1E
- [9] Note Framatome D02-ARV-01-066-850 indice E du 15 décembre 2020 : « EPR FA3 – Justification de la sûreté pendant les essais de premier démarrage conduisant à une modification temporaire des STE »
- [10] Lettre EDF D458519026739 indice B du 6 mai 2020 : « EPR FA3 – 3^e lot des positions et actions EDF relatives à l'instruction du PPE COR et du chapitre X »
- [11] Note Framatome D02-ARV-01-140-674 indice B du 21 juin 2019 : « EPR FA3 – Données neutroniques avec modèle fitté pour les essais physiques de premier démarrage »
- [12] Note Framatome NEPC-F DC 360 indice K du 29 octobre 2021 : « EPR FA3 – Règles d'essais physiques en cours et prolongation de cycle »
- [13] Fiche de synthèse EDF D305918017293 du 24 janvier 2019
- [14] Lettre EDF D458519005562 du 22 février 2019 : « EPR FA3 – 1^{er} lot des positions et actions EDF relatives à l'instruction du PPE COR et du chapitre X »
- [15] Note Framatome D02-ARV-01-121-733 indice A du 26 avril 2018 : « EPR FA3 – Essais de premier démarrage COR 0 %Pn conduisant à une modification temporaire des STE – Justification de la sûreté pendant la phase moyen terme de la RTV avec AA-GMPP »
- [16] Fiche de synthèse EDF D305921020745 du 2 décembre 2021
- [17] Lettre ASN CODEP-DCN-2014-057234 du 18 décembre 2014 : « Flamanville 3 – Règles d'études d'accident hors piscine de désactivation »