

Paris, le 18 février 2013

Réf. : CODEP-DCN-2013-004244

**Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX**

**Objet : Réacteurs électronucléaires – EDF – Palier 1300 MWe
Modification « Gemmes - BTGV 10 % à débit abaissé »**

Réf. : [1] Lettre EDF D4008.10.11.11/0159 du 19/04/2011
[2] Décret n°2007-1557 du 02/11/2007
[3] Lettre CODEP-DCN-2012-014117 du 14/03/2012
[4] Lettre EDF D4008.10.11.12/0232 du 12/04/2012
[5] Lettre ASN CODEP-DCN-2011-052558 du 08/12/2011
[6] Note EDF ENPRNA100372 indice C
[7] Note EDF ENFCRI060250 indice A
[8] Note AREVA PEEGFDC10141 indice B
[9] Note ENPCMC110117 indice A
[10] Lettre ASN CODEP-DCN-2012-026602 du 16/05/2012
[11] Décret n°2001-492 du 06/06/ 2001
[12] Note EDF ENPCPE 120053 du 24/02/2012
[13] Lettre CODEP-DCN-2011-013376 du 28/04/2011

Monsieur le Directeur,

Par lettre citée en référence [1] et en application de l'article 26 du décret en référence [2], vous avez déclaré à l'ASN une modification applicable aux réacteurs de 1300 MWe exploités en gestion de combustible Gemmes. Cette modification concerne le taux de bouchage admissible des tubes des générateurs de vapeur (BTGV) de type 68/19, ainsi que le débit primaire minimal dans la cuve, pour les réacteurs à l'état « VD2 ».

Le dossier en référence [1] vise à permettre le bouchage des tubes de GV des réacteurs de 1300 MWe dans les limites suivantes :

- un BTGV compris entre 0 et 10 %, avec une dissymétrie entre GV inférieure ou égale à 5 % ;
- un débit primaire minimal de 89 800 m³/h ou de 88 805 m³/h, selon le réacteur considéré ;
- un encrassement des tubes porté à 270.10⁻⁷ °C.m²/W.

La modification fait suite à la prévision d'atteinte des taux de bouchage maximum initialement prévus dans la démonstration de sûreté de la gestion de combustible Gemmes.

Par courrier en référence [3], l'ASN a indiqué que le dossier joint à la déclaration en référence [1] ne contenait pas tous les éléments de justification utiles prévus par l'article 26 du décret en référence [2] et nécessaires à l'instruction de votre dossier. Par courrier en référence [4], vous déclarez deux modifications :

- la modification générique aux réacteurs de 1300 MWe à l'état « VD2 », objet du courrier en référence [1], complétée par les éléments de justification demandés par l'ASN (ci-après appelée « BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé ») ;
- une modification spécifique au réacteur de Penly 2, à l'état « VD1 ». Cette modification a fait l'objet d'une demande de compléments par courrier en référence [10] ; le présent courrier ne traite pas de cette modification.

Les éléments de mise à jour de la démonstration de sûreté sont joints au dossier, notamment la note en référence [9], ainsi que les pages modifiées de l'édition VD2 du rapport de sûreté (RdS) et les fiches d'amendement rendues nécessaires aux chapitres III et IX des RGE applicables à ces réacteurs. Par ailleurs, l'ASN note que l'intervention consistant à boucher les tubes GV ne relève pas du présent dossier.

*

L'ASN a accusé réception de cette nouvelle déclaration par courrier en référence [10] et a lancé l'instruction technique du dossier initial et des éléments complémentaires avec l'appui de l'IRSN.

Cette instruction a mis en évidence que le dossier joint à la déclaration en référence [4] ne contenait pas tous les éléments de justification utiles prévus par l'article 26 du décret en référence [2] et nécessaires à l'instruction de votre dossier.

En effet, l'analyse menée jusqu'à présent fait apparaître que la démonstration de sûreté n'est pas complète pour les réacteurs avec un BTGV de 10% et un débit abaissé, notamment en ce qui concerne :

- certains accidents du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire ;
- la tenue d'équipements mécaniques dans certaines conditions d'exploitation (internes, plaque de partition des GV, etc.).

Ces éléments sont détaillés en annexe 1. L'ASN appelle par ailleurs votre attention sur les demandes et observations en annexes 2 et 3, découlant du dossier en référence [1], et à prendre en compte dans d'autres dossiers à venir ou en cours d'instruction.

*

* *

L'ASN considère à ce jour que votre déclaration est incomplète. Conformément à l'article 26 du décret en référence [2], l'ASN vous rappelle que vous ne pouvez pas, à ce stade, mettre en œuvre la modification.

Si vous décidez de maintenir votre projet, une nouvelle déclaration comportant l'ensemble des justifications nécessaires, le cas échéant par renvoi aux pièces déjà transmises, devra être déposée. A cette fin, le dossier devra être complété de manière à prendre en compte les observations de l'annexe 1. Conformément à l'article 2 du décret en référence [11], le délai d'instruction reprendra alors pour une nouvelle période de six mois reconductible à compter de la réception des pièces complémentaires.

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

Pour le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire,
par délégation,
Le directeur de la DCN,

Signé par : Thomas HOUDRÉ

Éléments substantiels manquants au dossier de déclaration

Compléments à apporter en vue d'une éventuelle nouvelle déclaration du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé.

A. Domaine de dimensionnement

A.1. APRP brèches intermédiaires

Les études de sûreté des accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) de type brèche intermédiaire (BI – taille de brèche entre 2,54 et 34,5 cm) déterminent les conséquences de ces brèches sur le circuit primaire. Celles-ci peuvent conduire à un dénoyage partiel des crayons de combustible, à leur échauffement, voire à la rupture de certaines gaines.

Des critères de sûreté portant notamment sur la température et l'oxydation maximales de la gaine, la quantité d'hydrogène produite et la géométrie du cœur doivent être respectés.

L'étude de l'APRP-BI réalisée par EDF en appui à son dossier, (voir note en référence [6]), utilise la méthode déterministe réaliste (MDR), alors que l'étude de la gestion Gemmes figurant dans le rapport de sûreté utilise une méthode de type « Appendice K ». En comparant les deux études, l'ASN note que l'effet de la baisse de débit primaire change selon l'instant d'arrêt des groupes motopompes primaires (GMPP) considéré ; pour un arrêt des GMPP différé de 14 mn, la baisse du débit a un effet favorable, alors que pour un arrêt différé de 16 mn, l'effet est défavorable. EDF indique que les résultats des deux études ne sont pas directement comparables.

En conséquence, l'ASN estime nécessaire qu'EDF évalue inclure l'impact de la baisse de débit primaire sur le transitoire d'APRP-BI avec la méthode utilisée pour l'étude de la gestion Gemmes.

A.2. Brèches secondaires de 4^{ème} catégorie

L'abaissement du débit thermohydraulique dans le circuit primaire résultant d'une augmentation de BTGV est susceptible de présenter des effets antagonistes sur l'étude de l'accident de rupture de tuyauterie vapeur de 4^{ème} catégorie (RTV4). Notamment, la baisse de débit en cœur entraîne une diminution de puissance, ce qui est favorable, mais pénalise le rapport de flux thermique critique (RFTC¹) minimal, ce qui est défavorable. EDF estime la pénalité associée à cet effet à 0,03 sur le RFTC minimal.

Cependant, pour justifier l'existence de marges suffisantes pour compenser l'effet pénalisant de l'abaissement de débit primaire, EDF invoque, non pas la méthode mise en œuvre dans l'étude de référence de la gestion Gemmes mais la méthode découplée améliorée (MDA) sans fournir l'étude correspondante. L'impact spécifique de la modification n'est donc pas évalué.

¹ RFTC : rapport entre le flux thermique critique (flux de chaleur entraînant, dans certaines conditions thermohydrauliques, l'apparition d'un film de vapeur continu à la surface de la gaine d'un crayon de combustible dans le cœur d'un réacteur) et le flux thermique local

En conséquence, le dossier doit inclure une évaluation de la valeur minimale du RFTC obtenue pour l'étude des brèches secondaires de 4^{ème} catégorie, pour le débit abaissé prévu dans le dossier en référence, avec la méthode de référence de la gestion Gemmes. Le cas échéant, les provisions sur les facteurs radiaux de point chaud (Fxy) devront être réévaluées.

A.3. Perte totale des alimentations électriques externes

Vis-à-vis de la consommation d'eau de la bêche d'alimentation de secours des GV (ASG), les accidents de perte d'eau alimentaire normale ou de perte totale des alimentations électriques externes (PTAEE) sont les accidents les plus pénalisants parmi ceux étudiés dans le RdS VD2. Cependant, l'étude de PTAEE fait l'objet d'une anomalie relative au non respect de la marge à la saturation au niveau du dôme de la cuve, préconisée lors de la conduite incidentelle. Cette anomalie fait l'objet d'une stratégie de traitement, en référence [7], en cours d'instruction dans le cadre des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (VD3 1300 MWe).

Le dossier devra justifier que la stratégie précitée permet de couvrir l'évolution envisagée du point de fonctionnement pour les réacteurs de 1300 MWe dans le cadre du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé.

A.4. Mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale à 100 %Pn

EDF indique que, pour l'accident de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale à 100 %Pn, la levée d'un surconservatisme relatif aux tables de l'eau dans le logiciel Flica modifie la valeur minimale de RFTC de l'étude. Cette évolution est insuffisamment justifiée.

Le dossier devra justifier l'augmentation de la valeur de RFTC due à la levée d'un surconservatisme relatif aux tables de l'eau du logiciel Flica.

B. Domaine complémentaire

B.1. Perte totale de l'ARE et échec partiel de l'AAR

Pour l'étude initiale de l'accident de perte totale de la régulation du débit d'eau alimentaire (ARE) avec échec partiel de l'arrêt automatique du réacteur (AAR) en gestion Gemmes, un BTGV maximal (5 %) est retenu comme hypothèse pénalisante. Cependant, l'analyse d'impact des nouvelles conditions de fonctionnement du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé considère pénalisant un BTGV nul pour cette étude.

L'ASN vous demande de clarifier l'hypothèse de BTGV pénalisante à retenir pour l'étude de l'accident de perte totale de l'ARE avec échec partiel de l'AAR. Le cas échéant, le dossier devra inclure une étude de l'accident de perte totale de l'ARE avec échec partiel de l'AAR en prenant en compte l'hypothèse de BTGV la plus pénalisante.

B.2. Perte totale de l'ARE et échec total de l'AAR – Court terme

Pour la phase court terme de l'accident de perte totale de l'ARE et échec total de l'AAR, l'impact des nouvelles conditions de fonctionnement sur la perte de charge entre le point le plus chargé du circuit primaire et le pressuriseur (appelé P_{max}) doit être évalué. Dans l'étude de référence, cette valeur est de 5,7 bars ; EDF estime qu'elle n'est pas remise en cause par les nouvelles conditions de fonctionnement.

Toutefois, l'ASN note qu'EDF n'a pas évalué l'impact des nouvelles conditions de fonctionnement sur la hauteur manométrique de la pompe, et n'a pas calculé précisément leur impact sur la perte de charge dans les tubes GV. L'ASN estime que ces deux grandeurs sont susceptibles de conduire à une augmentation de P_{\max} .

Le dossier devra inclure une évaluation de la valeur du pic de pression au point le plus chargé du circuit primaire avec les nouvelles conditions de fonctionnement du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé, pour la séquence de « perte totale de l'ARE et échec total de l'AAR court terme ».

Le dossier devra inclure une évaluation de l'impact des nouvelles conditions de fonctionnement sur la proportion de cycle garantissant une contre-réaction due au modérateur supérieure ou égale à la valeur permettant de respecter le critère de pression primaire (pic de pression primaire inférieur à 225 bars abs).

C. Dimensionnement mécanique

C.1. Domaine de fonctionnement

La note en référence [8] établit des diagrammes de température moyenne du circuit primaire et de pression de saturation secondaire en fonction de la charge, définissant le domaine de fonctionnement autorisé des GV en prolongation de cycle pour un BTGV de 10 %. Le domaine ainsi défini est limité par l'instabilité vibratoire des tubes pour des charges comprises entre 89,4 et 100 %Pn.

Pour le risque d'instabilité fluide-élastique, le tube pénalisant considéré dans les études est modélisé dans son intégralité ; il est considéré appuyé au niveau des plaques entretoises et aux intersections avec les trois barres antivibratoires (BAV). Cependant, l'ASN note qu'un léger colmatage ou encrassement suffit à générer un encastrement du tube au niveau des passages foliés, ce qui est plus pénalisant vis-à-vis du domaine de fonctionnement autorisé que le simple appui considéré dans la note précitée.

Le dossier devra inclure une étude de l'impact de conditions limites d'encastrement au niveau de la dernière plaque entretoise sur les limites du domaine de fonctionnement en prolongation de cycle.

C.2. Efforts hydrauliques en régime permanent

La modification du point de fonctionnement du circuit primaire affecte les efforts hydrauliques en régime permanent et les bilans de maintien des internes de la cuve et des assemblages de combustible. EDF a estimé l'impact de la modification du point de fonctionnement à 100 %Pn, mais n'aborde pas les efforts en régime permanent dans d'autres situations telles que l'arrêt à froid, la survitesse de pompes et la configuration cœur non chargé (notamment lors des essais réalisés dans cette configuration).

Le dossier devra inclure une évaluation des efforts sur le combustible et les internes de cuve, ainsi que les bilans de maintien pour l'ensemble des conditions de fonctionnement en régime permanent.

C.3. Efforts hydrauliques sur le faisceau tubulaire des GV

En transitoire d'APRP, le faisceau tubulaire des GV est soumis à un effort hydraulique latéral dû à la propagation d'ondes dans les tubes GV. L'effet de l'abaissement de la température du circuit primaire est défavorable sur cet effort, sans que cela fasse l'objet d'une évaluation de la part d'EDF.

Le dossier devra inclure une justification de l'acceptabilité de l'effet de l'abaissement de température du fluide primaire sur le faisceau des tubes GV en APRP.

L'ASN note que l'accident de RTV est également de nature à solliciter le faisceau tubulaire. **Ainsi, le dossier devra inclure une évaluation de l'impact de la rupture de tuyauterie vapeur sur le faisceau tubulaire des GV.**

C.4. Tenue de la plaque de partition des GV

L'ASN note qu'EDF évalue « en différentiel » les efforts sur la plaque de partition des GV résultant de l'augmentation du BTGV par rapport à un effort d'origine. L'analyse initiale n'a pas été fournie en support à l'instruction, ce qui ne permet pas à l'ASN de se prononcer sur la tenue de la plaque de partition des GV en APRP.

Le dossier devra inclure les éléments de démonstration de la tenue de la plaque de partition des GV en APRP.

D. Mises à jour documentaires

La note en référence [9] présente les pages modifiées du rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe, dans le cadre du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé. **L'ASN vous demande d'effectuer les modifications du RdS suivantes :**

- préciser le type de GV autorisé à un taux de BTGV de 10 % (type 68/19 avec des tubes en alliage 600 ou 690) doit être précisé ;
- indiquer les limites d'encrassement et de dissymétrie entre GV doivent être précisées ;
- indiquer, pour les accidents de réactivité des catégories 3 et 4, que les nouvelles conditions de fonctionnement n'ont pas d'impact sur le respect des critères de sûreté relatifs aux pastilles de combustible et au gainage des crayons ;
- mentionner explicitement, dans la section 3 du chapitre 4 du volume III du RdS, que les vérifications des critères de découplage autres que ceux relatifs à la crise d'ébullition ne sont pas affectées par l'augmentation du BTGV et l'abaissement du débit primaire.

Le taux de BTGV et la dissymétrie maximale mentionnés dans les spécifications techniques d'exploitation devront être mis à jour dans le dossier.

*

Demandes de l'ASN

Impact du dossier BTGV 10% Gemmes sur d'autres instructions en cours ou à venir

E. Mise à jour du DGES

La dégradation de l'échange thermique entre le circuit primaire et le circuit secondaire résultant d'une augmentation de BTGV a des conséquences défavorables sur certains accidents de référence. Afin d'assurer, en recharge, la démonstration de sûreté pour ces accidents, EDF prévoit de modifier certains éléments du dossier général d'évaluation de la sûreté des recharges (DGES) de la gestion Gemmes.

L'ASN vous demande de prévoir les mises à jour du DGES de la gestion Gemmes pour prendre en compte les modifications dues au dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé, dont notamment :

- le taux de BTGV admissible et les débits thermohydrauliques associés ;
- l'augmentation systématique de 0,5 % du paramètre $\Delta RFTC_{\text{thermo}}$ à prendre en compte dans les calculs de variation de RFTC pour l'accident de mauvais positionnement ou chute de grappes ou de groupes de grappes ;
- la démarche retenue pour l'étude de l'accident de retrait incontrôlé d'une grappe de régulation en puissance, avec notamment la prise en compte d'un coefficient de densité modérateur non nul en début de vie (DDV) à 100 %Pn, toutes grappes extraites.

Ces mises à jour devront être intégrées avant la mise en œuvre de la modification.

F. Mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale à 0 %Pn :

Pour l'accident de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale à 0 %Pn, le transfert thermique primaire-secondaire dépend du BTGV. L'ASN note que l'augmentation du BTGV entraîne un refroidissement moins important du circuit primaire, ce qui est favorable vis-à-vis de l'augmentation de la réactivité du cœur du réacteur. Cela conduit l'ASN à s'interroger sur la validité de l'hypothèse de BTGV considérée jusqu'à présent (5 %) pour cet accident en gestion Gemmes.

L'ASN vous demande de réexaminer, dans le cadre des études reprises pour le réexamen VD3 1300, l'hypothèse de BTGV à retenir dans l'étude du transitoire de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale à puissance nulle, afin d'assurer un résultat conservatif.

G. Qualification des mesures de température des by-pass des boucles primaires

La protection par puissance thermique élevée est supposée active dans les études de l'accident de brèche vapeur en puissance (RTV100). Or, la chaîne assurant cette protection ne peut pas être prise en compte, car elle n'est pas qualifiée à l'ambiance dégradée dans l'enceinte du réacteur lors de cet accident. Ce point fait l'objet d'un écart de conformité, en cours de caractérisation. **L'ASN vous demande de prendre en compte l'évolution liée au présent projet de modification, dès lors que celui-ci serait maintenu, dans le cadre de la caractérisation et du traitement de cet écart. Les mesures compensatoires nécessaires devront par ailleurs être prises dans l'attente du traitement de cette anomalie.**

Observations

Critères de sûreté en APRP

Par courrier en référence [5], l'ASN vous a demandé de réexaminer le respect des critères de sûreté en APRP compte tenu des évolutions d'hypothèses relatives, notamment, au BTGV des réacteurs. Cet examen doit prendre en compte les hypothèses du dossier BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé.

Prise en compte des anomalies d'étude

L'ASN note que l'augmentation du BTGV de 5 % à 10 % entraîne une diminution du volume d'eau primaire pouvant atteindre 1,7 %. Deux anomalies d'études ont été déclarées, l'une portant sur le non conservatisme des valeurs de volumes considérées dans les études de dilution, l'autre sur les situations d'arrêt normal dans lesquelles l'alarme flux élevé à l'arrêt est valorisée. Une troisième anomalie porte sur le respect de la marge à la saturation au niveau du dôme de la cuve en conduite accidentelle en cas de perte totale des alimentations électriques externes.

Si vous décidez de maintenir votre projet de modification BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé, l'ASN considère que le traitement des anomalies susceptibles d'affecter les études de dilution et la démonstration associée à l'analyse des phases C des accidents doit prendre en compte les évolutions associées.

Efforts hydrauliques en APRP

L'ASN note que, pour ce qui est des efforts hydrauliques en APRP sur les internes de cuve, les assemblages de combustible et la cuve, les conditions de fonctionnement telles que l'attente à chaud ou la prolongation de cycle peuvent conduire à des températures primaires plus basses et donc à des efforts hydrauliques plus élevés que ceux pris en compte dans les études du référentiel actuel.

Conformément à la demande D2 en annexe 1 du courrier en référence [13], le référentiel APRP révisé qui sera transmis pour examen au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) devra tenir compte des conditions de fonctionnement les plus pénalisantes vis-à-vis des efforts hydrauliques en APRP. Si vous décidez de maintenir votre projet de modification BTGV 10 % Gemmes à débit abaissé, l'application aux réacteurs de 1300 MWe de ce référentiel révisé devra également prendre en compte l'impact de l'augmentation du bouchage des tubes GV et de la diminution du débit primaire sur les efforts hydrauliques en APRP. L'ASN appelle votre attention sur le fait que les incertitudes de mesure et les bandes mortes de régulation devront être prises en compte dans les calculs. Par ailleurs, l'effet des variations des efforts sur la sollicitation des composants et les marges disponibles sur leur tenue devront être précisés.

En fonction des conclusions de l'instruction du référentiel révisé, l'ASN pourra être amené à demander son application pour les réacteurs de 1300 MWe en référentiel VD3.

Engagements

Au cours de l'instruction, l'ASN note que vous avez pris, par note en référence [12], les engagements suivants :

- compléter le programme de mise à jour du RdS des réacteurs de 1300 MWe dans le cadre de leur VD3, en reprenant l'étude de l'accident de retrait incontrôlé de grappes en puissance pour tenir compte du phénomène d'ouverture-fermeture des soupapes du pressuriseur.
- réexaminer, dans le cadre des reprises d'études pour la VD3 1300 MWe, l'hypothèse de débit primaire à retenir pour l'étude d'accident de brèche vapeur en puissance (RTV 100).

*