



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Paris, le 8 décembre 2011

Réf. : CODEP-DCN-2011-052558

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

Objet : Réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires du 23 juin 2011
Réacteurs EDF - Retour d'expérience sur le combustible durant la période comprise
entre 2003 et 2009

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2010-028410 du 22 juin 2010 : Lettre de cadrage de l'instruction technique sur le retour d'expérience (REX) portant sur le combustible
[2] Lettre ASN CODEP-DCN-2010-019896 du 2 juillet 2010 : Saisine du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires
[3] Lettre CODEP-MEA-2011-038365 du 11 juillet 2011 : Avis et recommandations du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires du 23/06/2011
[4] Lettre EDF D4550.37-11/3369 : GP REX combustible 2003/2009 - Positions et actions d'EDF

Monsieur le Directeur,

La prise en compte effective par les exploitants du retour d'expérience, tant national qu'international, est un élément fondamental du processus d'amélioration continue de la sûreté. Compte tenu des évolutions intervenues ces dernières années dans l'utilisation du combustible dans vos réacteurs, l'ASN vous a demandé de procéder à un bilan de l'expérience d'exploitation acquise ces dernières années dans ce domaine et des enseignements tirés.

Aussi, comme annoncé dans ma lettre en référence [1], le Groupe Permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni à la demande de l'ASN [2] afin de se prononcer sur le retour d'expérience du combustible, y compris les grappes de commande, durant la période comprise en 2003 et 2009 dans les réacteurs d'EDF.

Cet examen s'est basé sur un ensemble de documents que vous avez transmis à l'ASN conformément à ma lettre en référence [1].

Le GPR a plus particulièrement examiné, sur la base d'un rapport d'expertise préparé par l'IRSN à la demande de l'ASN, les questions relatives :

- aux événements d'exploitation liés au combustible et aux grappes,
- à la démonstration de sûreté pour les cœurs mixtes, c'est-à-dire les cœurs chargés d'assemblages de types différents,
- à la réévaluation du modèle de corrosion du Zircaloy 4 et l'impact de l'épaisseur de corrosion réévaluée sur la démonstration de sûreté,
- à la démonstration de sûreté apportée pour les recharges.

Le GPR a rendu son avis en référence [3] à l'issue de la réunion du 23 juin 2011.

Position de l'ASN

L'ASN note que la période 2003-2009 a été marquée par une diversification accrue des types d'assemblages combustibles utilisés dans vos réacteurs se traduisant par une plus grande utilisation des assemblages combustibles Westinghouse en complément des assemblages combustibles Areva, par l'utilisation de nouveaux matériaux de gainage et par une forte présence de cœurs mixtes dans les réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe.

L'ASN estime que vous avez convenablement tenu compte du retour d'expérience concernant le comportement en réacteur des assemblages combustibles et des grappes au cours de la période 2003-2009. L'ASN vous fait part des demandes formulées en annexe et prend note des actions que vous vous êtes engagé à mener par la lettre en référence [4]. Parmi ces demandes, l'ASN estime notamment que la démonstration de sûreté préalable à la mise en œuvre des assemblages combustibles dans les cœurs de vos réacteurs n'est pas entièrement satisfaisante et doit être complétée, notamment pour les cœurs mixtes.

Comportement des assemblages combustibles et des grappes

Le retour d'expérience relatif au combustible a mis en évidence des faiblesses de conception et de fabrication de certains assemblages combustibles qui ont conduit, sur la période 2003-2009, à des défaillances ayant dans certains cas entraîné des pertes d'étanchéité des assemblages en réacteur. L'ASN estime que vous avez déployé des efforts importants pour identifier les causes de ces défaillances et que vous avez tiré les conséquences, dans des délais satisfaisants, de ces défaillances en déployant des évolutions de conception et de fabrication des assemblages combustibles et des dispositions d'exploitation améliorées. Cependant, si certaines actions ont déjà prouvé leur efficacité, l'ASN note qu'il reste difficile de conclure à ce jour sur l'efficacité des dernières actions prises pour remédier à certaines pertes d'étanchéité sur les assemblages combustibles en alliage M5.

L'ASN estime que vous devez enrichir de façon continue le retour d'expérience :

- en renforçant les examens de combustible irradié en vue d'une meilleure compréhension des phénomènes physiques (en particulier les examens prévus par votre courrier en référence [4]),
- en maintenant une veille sur le retour d'expérience international du combustible transposable aux REP français afin de pouvoir s'appuyer sur cette expérience internationale lors des prochains examens du retour d'expérience sur le combustible.

L'ASN estime que vous devez également poursuivre vos efforts en matière de surveillance des cœurs et de conception des structures des assemblages combustibles et de R&D associée afin de maîtriser les déformations des assemblages, en particulier pour faire face aux déformations latérales importantes qui ont été constatées en 2010 sur le réacteur de Chooz B2 et qui ont conduit à des non-respect des critères de temps de chute des grappes de commande.

En ce qui concerne la fabrication du combustible, l'ASN estime que la surveillance que vous exercez sur vos fournisseurs de combustible est satisfaisante et doit se poursuivre au même niveau afin de maintenir la qualité attendue de ces éléments importants pour la sûreté.

Par ailleurs, l'ASN estime que les dispositions d'exploitation que vous avez prises pour prévenir les accrochages des assemblages combustibles aux internes supérieurs (incidents de Tricastin 2 en 2008 et 2009 et de Gravelines 1 en 2009), y compris celle visant à disposer prochainement d'une mesure des positions absolues des têtes d'assemblages dans les cœurs, permettent de diminuer les risques d'accrochages d'assemblages.

Enfin, le retour d'expérience relatif aux grappes de commande ayant fait apparaître des usures liées au gonflement, l'ASN note que vous avez fait évoluer à partir de 2008 vos stratégies de maintenance en appliquant des critères de mise au rebut plus sévères.

Démonstration de sûreté des cœurs

Une forte présence de cœurs mixtes dans les réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe a été constatée pendant la période 2003-2009. L'ASN estime que la démarche que vous avez développée en vue de démontrer le respect des critères de sûreté pour les cœurs mixtes n'est pas entièrement satisfaisante et note que vous vous êtes engagé à la réviser.

L'ASN note que vous utilisez désormais un nouveau modèle de corrosion pour évaluer les épaisseurs maximales de corrosion prises en compte dans les gestions de combustible, compte tenu de la mise en évidence de la sous-estimation des épaisseurs de corrosion évaluées par l'ancien modèle. Pour les assemblages à gainage en Zircaloy 4, ce nouveau modèle de corrosion met en cause le respect de certaines hypothèses et de certains critères retenus aujourd'hui dans la démonstration de sûreté. L'ASN estime que vous devez préciser les conséquences de l'augmentation des épaisseurs de corrosion évaluées avec ce nouveau modèle sur les études des situations accidentelles, notamment les transitoires d'insertion de réactivité (RIA : reactivity insertion accident) ; pour ces transitoires, l'ASN formulera prochainement des demandes particulières concernant le domaine de découplage visant à garantir la non-rupture de la gaine en cas de RIA.

Les rapports de sûreté présentent les éléments de démonstration associés au combustible de référence de chaque gestion de combustible ; la démonstration est complétée par une démarche spécifique présentée dans les dossiers généraux d'évaluation de sûreté des recharges et leurs « addendum combustible ». Or, le retour d'expérience de l'élaboration des démonstrations de sûreté des recharges montre que certaines caractéristiques des recharges peuvent s'éloigner significativement des hypothèses retenues dans les rapports de sûreté. L'ASN estime qu'il est essentiel, au-delà de l'engagement que vous avez pris par votre lettre en référence [4] d'identifier et de justifier ces différences dans les dossiers de sûreté des recharges, que vous conduisiez à son terme le programme de travail défini en 2011, à l'issue de votre revue technique, pour renforcer la robustesse des démonstrations de sûreté des recharges.

Demandes

Vous trouverez en annexe les demandes particulières de l'ASN concernant :

- la démonstration de sûreté des cœurs mixtes,
- la corrosion des gaines et l'impact sur la démonstration de sûreté.

Observation

Parmi les engagements que vous avez pris par votre lettre en référence [4] en réponse à certains points soulevés au cours de l'instruction, l'ASN considère que les évolutions proposées des spécifications techniques d'exploitation des réacteurs concernant les mesures à prendre pour détecter les assemblages inétanches sont nécessaires au respect de l'objectif de non rechargement d'assemblages inétanches dans vos réacteurs. Toutefois, la notion de "défaut de gainage avéré" (utilisée dans 2 engagements que vous avez pris) nécessite d'être précisément définie, voire remplacée par l' "atteinte des critères de présomption de défaut durant le cycle en cours".

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 général,



Jean Christophe NIEL

LISTE DE DIFFUSION

Copies externes :

- Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires/M. le Président
- IRSN/DSR
- IRSN/DSR/ST3C
- IRSN/DSR/SEREP
- IRSN/DSDP : le directeur de la stratégie, du développement et des partenariats
- EDF/DCN : le directeur de la Division du combustible nucléaire
- EDF/DPN/UNIE/GECC

Copies internes :

- DG : Jean-Christophe NIEL, Sophie MOURLON
- DCN : Pascal TERRASSON, Jacques DEVOS, Thomas HOUDRÉ
- MEA : Secrétariat des GPE
- Toutes les divisions territoriales en charge du contrôle de la sûreté nucléaire des REP

A. Cœurs mixtes

L'ASN note qu'en 2011, environ 80% des cœurs des réacteurs de 900 MWe du palier CPY et 75 % des cœurs des réacteurs de 1300 MWe sont composés de cœurs mixtes. Un cœur mixte est généralement composé d'assemblages ayant des coefficients de perte de charge différents. Cette composition particulière conduit à des redistributions de débit entre les assemblages combustibles dont il faut tenir compte pour les études des situations accidentelles dans les rapports de sûreté.

A.1. Marges en RFTC (Rapport de flux thermique critique)¹

La démarche que vous avez mise en œuvre dans les études de sûreté des recharges pour évaluer l'impact d'un cœur mixte s'appuie sur un bilan de marges en RFTC. Cette démarche ne couvre pas de manière exhaustive les conditions de fonctionnement pour lesquelles elle s'applique et ne garantit pas, compte tenu des hypothèses retenues, le caractère enveloppe du bilan de marges en RFTC.

L'ASN vous demande de réviser, sous 18 mois, la démarche d'élaboration du bilan de marges en recharge pour le respect du critère en RFTC, en prenant en compte l'intégralité des conditions de fonctionnement de dimensionnement et en retenant des hypothèses garantissant le caractère conservatif de chacun des éléments intervenant dans ce bilan.

A.2. Démonstration en conditions de fonctionnement de catégories 3 et 4

La démarche que vous suivez actuellement pour les cœurs mixtes n'inclut pas la vérification des critères de découplage² dans les conditions de fonctionnement des catégories 3 et 4.

L'ASN vous demande d'élaborer, sous deux ans, une démarche permettant de démontrer le respect des critères de découplage pour des cœurs mixtes, pour les conditions de fonctionnement de catégories 3 et 4 dans lesquelles une limite en nombre de crayons entrant en crise d'ébullition doit être respectée.

En tout état de cause, l'ASN estime nécessaire que vous établissiez cette démarche en préalable au chargement de cœurs mixtes sur les réacteurs des paliers CP0 et N4.

¹ RFTC : marge à la crise d'ébullition de l'eau traversant le cœur du réacteur

² Critères de découplage : valeurs limites physiques dont le respect doit être vérifié dans les études d'accident pour garantir le respect des exigences de sûreté définies pour les différentes catégories de fonctionnement

A.3. Hypothèses à considérer dans les démonstrations de sûreté

La démonstration de sûreté présentée dans les rapports de sûreté doit refléter les conditions d'exploitation représentatives du combustible susceptible d'être chargé dans les réacteurs. A ce jour, les rapports de sûreté présentent les éléments de démonstration associés au combustible de référence de chaque gestion de combustible ; la démonstration est complétée par une démarche spécifique présentée dans les « addendum combustible » aux dossiers généraux d'évaluation de sûreté des recharges pour les assemblages autres que celui de référence.

L'ASN vous demande de prendre en compte, lors des prochaines études génériques de sûreté, par exemple pour les dossiers « souplesse » ou « augmentation de puissance », et à l'occasion des révisions de Rapports de Sûreté, des hypothèses relatives aux caractéristiques des assemblages combustibles cohérentes avec la composition des cœurs susceptibles d'être chargés.

B. Corrosion des gaines et impact sur la démonstration de sûreté

A la demande l'ASN, vous avez construit un nouveau modèle d'évaluation de la corrosion des gaines. L'ASN constate que la réévaluation des épaisseurs maximales de corrosion pour les gestions de combustible comportant des assemblages à gainage en Zircaloy 4 met en cause le respect de certaines hypothèses et de certains critères retenus aujourd'hui dans la démonstration de sûreté et, notamment, que l'épaisseur d'oxyde de 100 μm fixée dans les rapports de sûreté peut être dépassée pour les assemblages dont le taux de combustion moyen dépasse 47 GW_j/t .

B.1. Corrosion du Zircaloy 4

Le retour d'expérience acquis dans vos réacteurs aux environs de la limite réglementaire du taux de combustion fixée à 52 GW_j/t n'est pas suffisant, compte tenu du nombre réduit de points de mesures, pour conclure à l'absence de risque de desquamation nocive des gaines en Zircaloy 4 bas étain utilisées dans certaines gestions de combustible.

L'ASN vous demande de compléter la base expérimentale des crayons Zircaloy 4 bas étain pour des épaisseurs de corrosion comprises entre 100 et 120 μm en veillant à couvrir la limite réglementaire de 52 GW_j/t en taux de combustion assemblage. De plus, l'ASN vous demande de caractériser, sur l'ensemble de la base, le type d'écaillage observé (écaillage d'extraction ou desquamation en fonctionnement normal).

L'ASN a pris note du fait que les premières mesures de corrosion complémentaires destinées à répondre à cette demande seront réalisées sous 1 an, selon les engagements pris par votre lettre en référence [4].

L'ASN a également pris note du fait que vous complétez sous 18 mois le retour d'expérience de la corrosion du Zircaloy 4 en chimie modifiée bore-lithium sur le réacteur de Cattenom 2 avant son éventuelle généralisation au palier 1300 MWe, selon les engagements pris par votre lettre en référence [4].

L'ASN vous demande de lui transmettre les résultats de l'ensemble de ces mesures et les conclusions que vous en tirez au fur et à mesure de leur acquisition.

B.2. Limites de conception en fonctionnement normal

Des critères sont définis pour la conception thermomécanique des crayons, pour le fonctionnement normal et en transitoires incidentels. Ces critères sont présentés dans les rapports de sûreté. Ils portent soit sur la température maximale de gaine à l'interface métal/oxyde, soit sur l'épaisseur maximale de zircone. Il a été mis en évidence, avec le nouveau modèle de corrosion, des dépassements de la limite en épaisseur de corrosion pour les gestions actuelles à gainage Zircaloy 4.

L'ASN vous demande de procéder à un examen de la pertinence des limites de conception retenues dans les bases de conception à l'égard de la corrosion et de la dégradation associée de la ductilité de la gaine. L'ASN vous demande de faire porter cet examen non seulement sur les valeurs limites retenues, mais aussi sur la pertinence de la grandeur physique sur laquelle porte le critère, en prenant en compte l'effet de la corrosion sur la ductilité de la gaine.

L'ASN vous demande de lui transmettre les conclusions tirées de ces examens sous 6 mois.

B.3. Respect des exigences de sûreté en APRP (Accident de perte de réfrigérant primaire)

Pour les gestions de combustible actuelles, le respect des exigences de sûreté en APRP est notamment assuré par deux critères de découplage, à savoir une température de gaine inférieure à 1204 °C et un taux d'oxydation nommé ECR (Equivalent cladding reacted) inférieur à 17 % de l'épaisseur après transitoire.

L'ASN note que, pour certaines gestions de combustible (Gemmes, Cyclades), les épaisseurs de corrosion initiales avant transitoire sont supérieures à celles retenues dans les études APRP. Cependant, vous estimez que des marges sont de nature à compenser ces sous-estimations. L'ASN estime qu'il convient également de tenir compte des évolutions intervenues, depuis l'élaboration de ces gestions de combustible, dans les conditions d'exploitation des réacteurs (débits RIS, sur-remplissage des accumulateurs, RGV, BTGV, ...) qui sont susceptibles de consommer les marges en ECR des études génériques.

L'ASN vous demande de réexaminer le respect des critères de sûreté en APRP compte tenu des évolutions d'hypothèses relatives au combustible (épaisseur de corrosion initiale) et au réacteur (débits RIS, sur-remplissage des accumulateurs, RGV, BTGV ...).

L'ASN vous demande de lui transmettre vos conclusions sous 6 mois.