

Projet d'observations et de demandes de l'ASN relatives aux options de sûreté proposées par Orano sur la densification des piscines C, D et E des INB n^{os} 116 et 117 sur le site de La Hague

A. Maîtrise du risque de criticité

A.1. Généralités

Vous prévoyez l'utilisation de nouveaux paniers de section réduite par rapport aux paniers actuels afin de réduire le pas d'entreposage et augmenter le nombre de paniers entreposés. Pour compenser l'augmentation de la réactivité induite par ce rapprochement des combustibles et la diminution de la lame d'eau entre ceux-ci, vous optez pour le changement du matériau neutrophage présent dans chaque alvéole du panier.

Vous optez également de reconduire les modes de contrôle de la criticité actuellement retenus dans les piscines C, D et E, ainsi que dans les ateliers T0 et NPH pour les opérations mettant en œuvre les paniers, à savoir :

- la géométrie des assemblages lors de leur transfert unitaire ;
- la modération lors du déchargement des assemblages combustibles dans les cellules d'alimentation des ateliers R1 et T1 ;
- pour les autres opérations, la géométrie des assemblages et des paniers (section externe du panier hors tout, section des alvéoles, entraxe et rectitude des alvéoles, épaisseur des chemises) associée à l'empoisonnement par les chemises neutrophages.

Les milieux fissiles de référence associés aux combustibles susceptibles d'être entreposés dans les nouveaux paniers sont des réseaux de crayons d'oxyde d'uranium (UOX) ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium ((U+Pu)O₂) gainés de zirconium (de type REP 17 x 17), modérés par de l'eau.

Ces éléments n'appellent pas de remarque à ce stade.

En outre, vous avez vérifié par calcul la sous-criticité des nouveaux paniers pour une sélection de configurations, couvrant la plupart des situations de fonctionnement normales et incidentelles, en précisant que les calculs seront réalisés pour l'ensemble des configurations une fois la conception du nouveau panier consolidée.

Ces éléments n'appellent pas de remarque à ce stade.

A.2. Options associées au fonctionnement normal

Vous présentez les exigences associées au nouveau matériau neutrophage (répartition homogène du bore, densité surfacique minimale en bore dans les chemises, porosité, impuretés) ainsi qu'une stratégie de qualification de ce matériau.

Toutefois, dans la mesure où l'ensemble d'un panier constitue un dispositif de prévention des risques de criticité, les exigences techniques relatives aux paniers (section et rectitude des alvéoles, entraxe des alvéoles, section des paniers, épaisseur des chemises...) doivent également être l'objet d'un programme de qualification avant toute introduction en piscine.

[LH-DENS-D1] : Je vous demande de présenter, dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation, les dispositions permettant de vérifier que l'ensemble des caractéristiques du nouveau panier (géométrie des paniers et des chemises, compositions des matériaux) en lien avec la protection des intérêts sont conformes à l'attendu.

A.3. Options associées aux situations accidentelles

Parmi les situations incidentelles retenues dans le référentiel de sûreté actuel, figure la chute d'un panier chargé d'assemblages combustibles. Dans cette situation, les propriétés mécaniques des paniers doivent garantir, d'une part que les chemises restent en place dans le panier et ne sont pas dégradées, d'autre part que le couvercle du panier reste verrouillé afin de prévenir toute sortie d'un assemblage de son alvéole ; une sortie trop importante d'un assemblage étant susceptible d'entraîner un risque de criticité.

Vous indiquez à cet égard que le maintien fermé du couvercle en cas de chute du panier devra être garanti et que le programme de qualification du nouveau panier intégrera une vérification, par le calcul, de l'absence de déformation des chemises en cas de chute du panier. Cependant la qualification des codes de calcul pour le domaine dans lequel ils seront utilisés ainsi que les principes retenus pour justifier la représentativité des modèles numériques et des méthodes d'analyse associées ne sont pas présentés.

[LH-DENS-D2] : Je vous demande de justifier, dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation, pour la vérification par calcul de l'absence de déformation des chemises et du maintien fermé du couvercle en cas de chute du panier :

- **la qualification des codes utilisés pour le domaine dans lequel les codes seront utilisés ;**
- **la représentativité des modèles numériques et des méthodes d'analyse associées utilisés.**

Vous présenterez les incertitudes associées aux résultats des simulations.

B. Maîtrise des risques liés aux dégagements thermiques

Pour chacune des piscines, un système de refroidissement permet l'évacuation de la puissance thermique des assemblages combustibles entreposés sous eau. Ce système comprend des échangeurs thermiques immergés (ETI) motorisés et alimentés en eau par une centrale de refroidissement, elle-même composée notamment d'aéroréfrigérants.

Afin de compenser l'augmentation de la puissance thermique due à la densification des piscines C, D et E, vous indiquez la nécessité de compléter les dispositifs de refroidissement existants par l'ajout de nouveaux ETI et aéroréfrigérants. Ces nouveaux équipements et leur alimentation électrique seront des Éléments Importants pour la Protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (EIP), à l'instar de ceux qui existent déjà.

Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade.

Vous avez réalisé une étude thermique préliminaire à partir d'un modèle, déjà utilisé pour des études antérieures, considérant les piscines C, D et E comme un unique ensemble thermodynamique compte tenu des canaux liant ces piscines. Vous avez identifié les emplacements disponibles permettant d'accueillir de nouveau ETI dans les piscines et considéré, dans votre étude, l'ajout d'ETI dans tous ces emplacements. En lien avec ces nouveaux ETI, vous avez déterminé le nombre d'aéroréfrigérants nécessaires pour assurer le refroidissement de l'eau des piscines. Vous avez ainsi prévu d'implanter des ETI supplémentaires ainsi que des nouveaux aéroréfrigérants répartis sur les boucles externes de refroidissement des trois piscines.

Dans cette étude, les conditions climatiques et situations de fonctionnement (normal, exceptionnel, secours et sauvegarde) sont les mêmes que celles utilisées dans l'étude thermique des piscines non densifiées, auxquelles a été ajoutée une situation de fonctionnement incluant des conditions climatiques pénalisantes (conditions climatiques estivales décennales correspondant à la température de l'air ambiant prise égale à la température maximale décennale moyennée sur 5 jours).

Ce cas de fonctionnement supplémentaire plus pénalisant permet de conforter les démonstrations, ce qui est satisfaisant.

Vous concluez que les critères de températures maximales sont respectés pour toutes les conditions de fonctionnement, à l'exception du cas de fonctionnement normal supplémentaire étudié : dans ce cas, la limite de 45°C fixée dans les règles générales d'exploitation (RGE) des piscines serait dépassée (47,2°C). Sur ce point, vous avez récemment déposé une demande d'autorisation de modification visant à porter à 50°C la limite de température fixée dans les RGE (actuellement à 45°C). Cette demande est en cours d'instruction.

Pour justifier le refroidissement de l'eau des piscines dans le cas d'une température de l'air ambiant égale à la température maximale centennale, vous proposez de valoriser le système de brumisation permettant de diminuer la température de l'air ambiant circulant dans les aéroréfrigérants. Ce système de brumisation a été implanté à la suite d'épisodes de canicule, sans toutefois être justifié.

[LH-DENS-D3] : Je vous demande de définir, dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation, les exigences associées au système de brumisation, si celui-ci est requis. Vous justifierez son dimensionnement et présenterez des éléments de qualification, notamment en cas d'aléa « grands chauds ».

Vous n'avez pas réalisé d'étude de sensibilité de l'efficacité du système de refroidissement prenant en compte la densification des piscines mais vous avez précisé lors de l'instruction que vous mettrez en œuvre les actions nécessaires afin de garantir l'efficacité des ETI au démarrage des opérations de densification.

[LH-DENS-D4] : Je vous demande de définir, dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation, une efficacité minimale des systèmes de refroidissement permettant de respecter les critères de température de l'eau des piscines. Je vous demande de présenter les dispositions opérationnelles garantissant le respect de cette efficacité minimale.

A cet égard, vous avez observé, dans le cadre du réexamen périodique de l'INB n°117, un phénomène de développement de micro-organismes dans les piscines engendrant une bio-corrosion à l'origine de mécanismes de vieillissement des ETI ainsi qu'un encrassement de l'intérieur des ETI du fait de la formation de biofilms. Ces phénomènes peuvent influencer sur l'efficacité des ETI. **Vous tiendrez compte de ce phénomène dans le cadre de la réponse à la demande précédente.**

C. Autres demandes

C.1. Devenir des anciens paniers

Vous précisez qu'une fois vidés de leurs assemblages combustibles, les paniers qui n'ont plus vocation à être utilisés compte tenu de la densification seront évacués vers la piscine de l'atelier HAO/Nord de l'INB n°80, par l'intermédiaire du canal de liaison avec la piscine de l'atelier NPH.

Or, le nombre annuel de paniers à évacuer en raison de la densification est 2,5 fois plus important que la capacité d'entreposage tampon de la piscine HAO/Nord, et l'atelier de mise sur lorry (AML) de NPH, qui permet la réduction en volume et le conditionnement en conteneurs de déchets des paniers usagés

n'est actuellement pas en capacité de traiter un tel flux de paniers. Afin d'éviter l'engorgement de la piscine de l'atelier HAO/Nord, vous envisagez de mettre en œuvre un procédé de réduction de volume assurant une cadence adaptée au besoin de la densification. Vous avez précisé que l'implantation de ce nouveau procédé sera définie dans les études détaillées qui seront transmises à l'appui de la demande d'autorisation.

[LH-DENS-D5] : Je vous demande de présenter, dans le dossier qui sera transmis en appui de votre demande d'autorisation, la cinématique de gestion des paniers à évacuer des piscines C, D et E et de justifier la capacité du procédé retenu pour traiter ces paniers.

C.2. Incidence sur la situation redoutée

Dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi survenu en mars 2011 au Japon, vous avez retenu comme situation redoutée pour les piscines de La Hague la perte totale et durable des moyens de refroidissement des piscines résultant d'un aléa extrême. L'eau des piscines s'échaufferait jusqu'à ébullition, puis la hauteur d'eau au-dessus des combustibles baisserait progressivement, ce qui diminuerait la protection radiologique qu'elle constitue. La remédiation consiste à déployer des moyens mobiles de pompage de l'eau du bassin d'orage ouest du site jusque dans les piscines afin qu'elle compense la vaporisation.

Dans votre dossier, vous avez réévalué les délais d'atteinte de l'ébullition et d'atteinte d'un débit d'équivalent de dose de 2 mSv.h^{-1} en bord de bassin, qui correspond au critère associé à l'effet falaise. Vous précisez que, bien que la densification réduise les délais de quelques heures, ces délais conservent toujours une marge importante par rapport aux délais de déploiement des moyens de remédiation précités. Par ailleurs, le projet de densification entraîne également une augmentation des débits d'eau nécessaires pour compenser la vaporisation. Toutefois, vous avez précisé que l'apport supplémentaire d'eau de remédiation, nécessaire pour maintenir l'inventaire en eau dans les piscines, est faible (une dizaine de $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$) et toujours compatible avec les capacités de réalimentation déjà disponibles. Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade.

Cependant, certaines hypothèses que vous avez retenues afin d'évaluer les délais avant ébullition et d'atteinte de l'effet falaise ne sont pas conservatives. Vous avez notamment considéré la température moyenne d'équilibre de l'eau des piscines en exploitation et non celle maximale autorisée en fonctionnement normal. En outre, vous avez considéré les volumes actuels d'eau dans les piscines alors que la densification induit un volume moins important.

[LH-DENS-D6] : Je vous demande de réévaluer, dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation, les délais d'atteinte de l'ébullition et de l'effet falaise en considérant une température initiale correspondant à la température maximale de l'eau des piscines en fonctionnement normal, le volume d'eau des piscines après densification (en considérant le volume occupé par les paniers), et la puissance thermique totale à l'issue de la densification.

D. Éléments à prendre en compte dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation

D.1. Risques liés à la chute d'aéronefs

Conformément à la règle fondamentale de sûreté (RFS) I.1.a., le risque de chute d'aéronefs est actuellement considéré hors dimensionnement pour les piscines C, D et E compte tenu du fait que la probabilité d'une chute d'un avion est inférieure à 10^{-7} par an pour chaque famille d'aviation. Vous indiquez que l'extension limitée de la surface occupée par les nouveaux aérorefrigérants ne devrait pas modifier cette conclusion.

Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade. La réévaluation de l'analyse des risques liés à la chute d'avion au regard de l'implantation des nouveaux équipements devra être prise en compte dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation.

D.2. Risques liés aux activités industrielles et voies de communication

Vous indiquez dans votre dossier que les risques liés aux activités industrielles et voies de communication seront réévalués prenant en compte l'implantation des nouveaux aérorefrigérants. Vous envisagez notamment de vérifier l'incidence des scénarios étudiés dans le cadre du réexamen périodique de l'INB n°116 sur les installations de refroidissement modifiées et de mettre en œuvre, si nécessaire, des dispositions spécifiques.

Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade. La réévaluation de ces risques, notamment au regard des défaillances de mode commun, devra être prise en compte dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation.

D.3. Cas d'erreur sur le type de panier à déplacer

Vous avez identifié à ce stade une seule nouvelle configuration qui correspond à une erreur sur le type de panier à déplacer conduisant à un non-respect de la cartographie d'entreposage. **Les dispositions pour prévenir les risques de criticité associées à cette nouvelle configuration devront être précisées dans le dossier qui sera transmis en appui de votre demande d'autorisation.**

D.4. Cas d'isolement des canaux inter-piscines

Les piscines C, D et E peuvent être isolées par la mise en place de batardeaux obturant les canaux inter-piscines., en fonctionnement normal, lors d'opérations de manutention (maintenance d'équipements) ou, en situation incidentelle, notamment dans le cas d'une baisse anormale du niveau des piscines.

L'évolution de la température de l'eau de chaque piscine isolée pourrait être très différente de celle obtenue en considérant les piscines C, D et E comme un unique ensemble thermodynamique, hypothèse du modèle retenu. **Le caractère suffisant du refroidissement apporté par les nouveaux ETI et aéroréfrigérants en considérant la mise en place des batardeaux assurant l'isolement des canaux inter-piscines devra être vérifié dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation.**

D.5. Plan de surveillance du nouveau matériau neutrophage

Vous indiquez dans votre dossier qu'un plan de surveillance du nouveau matériau neutrophage sera élaboré et qu'il permettra de contrôler l'évolution de ses caractéristiques par la vérification périodique de sa tenue à la corrosion et à l'irradiation en piscine. **Les dispositions particulières prises en ce sens devront être précisées dans le cadre du dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation.**

D.6. Situation incidentelle d'immobilisation hors d'eau d'un panier lors de son transfert par le TIP

Considérant la situation incidentelle d'immobilisation hors d'eau d'un panier lors de son transfert par le TIP (Transfert Inter-Piscines), le rapprochement des assemblages combustibles dans les nouveaux paniers peut réduire le délai maximal de remise en eau avant l'atteinte de critères de déclenchement du plan d'urgence interne (PUI). Vous avez indiqué que ce délai sera réévalué. **Ce point devra être pris en compte dans le dossier qui sera transmis à l'appui de votre demande d'autorisation.**