

Fontenay-aux-Roses, le 21 octobre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00330

Objet : Site EDF de Creys-Malville
Atelier pour l'entreposage de combustible (APEC) - INB 141
Comportement de la piscine et de son liner au séisme noyau dur (SND)

Réf.

1. **Lettre ASN CODEP-DRC-2016-000683 du 25 janvier 2016**
2. Lettre ASN CODEP-DRC-2014-029859 du 10 octobre 2014
3. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-000728 du 12 janvier 2016

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'étude du comportement de la piscine d'entreposage de l'APEC considérant le séisme noyau dur (SND), transmise par EDF le 30 juin 2015.

Ce dossier s'inscrit dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées par EDF après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi au Japon. Il vise à répondre aux demandes de l'ASN, formulées dans la lettre citée en deuxième référence, de transmettre :

- « une évaluation de la robustesse de la tenue de la piscine d'entreposage de combustible au-delà du SMS en tenant compte des agresseurs potentiels » (D-141-ECS-01) ;
- « une évaluation des marges au-delà du SMS relatives à la tenue de la peau métallique d'étanchéité dans le cas d'un scénario de séisme suivi d'une montée en température selon le scénario thermique accidentel représentatif d'une perte totale de refroidissement de la piscine » (D-141-ECS-02).

1. Contexte

L'APEC, situé sur le site de Creys-Malville, comprend un entreposage sous eau de substances situé dans un bâtiment dénommé « NN ». Ce bâtiment comporte une piscine d'entreposage ainsi que trois cellules (transfert, conditionnement, super-cellule d'entretien), un couloir de liaison (vers le bâtiment réacteur) et des locaux électriques. Il s'agit d'un bâtiment en béton armé fondé sur un radier monolithique. Sa toiture est constituée d'une dalle en béton armé coulé sur bacs collaborants posés sur des poutres métalliques. Il a été dimensionné au séisme en considérant le spectre dit NRC (Nuclear Regulatory Commission) dont l'accélération à fréquence infinie est fixée à 0,2 g.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

La piscine est constituée d'un bassin d'entreposage principal, d'un bassin auxiliaire, dans lequel sont aujourd'hui entreposés des éléments en acier, d'une fosse de chargement et d'une fosse de déchargement. Les parois de la piscine sont en béton armé recouvert d'une peau d'étanchéité en acier inoxydable, appelée liner. Ce liner est constitué de panneaux d'épaisseur comprise entre 5 et 10 mm soudés sur une ossature en acier fixée au béton de première phase. L'espace situé entre le béton de première phase, l'ossature et la peau métallique est rempli par un béton de seconde phase.

Dans le bassin principal sont entreposés des assemblages combustibles (neufs ou irradiés, fissiles ou fertiles), des assemblages fictifs et des étuis remplis de déchets de structures provenant du démantèlement d'assemblages absorbants. Un pont-perche permet de manutentionner ces éléments dans les bassins et les fosses. Le hall piscine est également équipé d'un pont roulant d'entretien supporté par les poutres métalliques de toiture. Ce pont est utilisé, de façon exceptionnelle, pour des opérations de maintenance (changement des joints d'étanchéité des batardeaux tous les 3 ans) ou de réparation de matériel. En exploitation, les ponts sont en position de garage à l'extrémité sud du hall.

La puissance thermique totale des assemblages combustibles actuellement entreposés sous eau est de 173 kW, soit 8 % de la puissance pour laquelle la piscine a été dimensionnée. Aussi, dans les ECS, la perte de refroidissement n'est pas identifiée comme une situation redoutée, du fait qu'elle n'entraîne pas l'ébullition de l'eau de la piscine.

Aussi, seule une perte d'étanchéité de la piscine est susceptible d'entraîner une variation, à court ou moyen terme, de l'inventaire en eau de la piscine, pouvant conduire à une augmentation importante du débit de dose au niveau de l'installation et du site. Aussi, les demandes de l'ASN précitées visent à étudier les comportements de la piscine et de son liner en situation extrême.

2. Méthodologie d'étude d'EDF

Le spectre du SND retenu par l'exploitant correspond à 1,5 fois le séisme majoré de sécurité (SMS), défini selon la RFS 2001-01. Le spectre vertical est égal au 2/3 du spectre horizontal. Le présent avis de l'IRSN ne traite pas de la définition du spectre du SND, notamment le fait que sa période de retour doit être supérieure à 20 000 ans. Par ailleurs, il est à noter que le spectre de dimensionnement du bâtiment NN (spectre NRC) est enveloppe du spectre SMS. Ce spectre est proche du spectre SND, voir plus pénalisant pour les basses fréquences.

Pour vérifier la stabilité du bâtiment NN au SND, l'exploitant analyse le comportement de l'ouvrage suivant la méthode modale spectrale, à partir d'un modèle tridimensionnel aux éléments finis, pour trois hypothèses de raideur du sol. Les réponses modales sont combinées selon la méthode de combinaison quadratique complète (CQC). En outre, les efforts sismiques par direction de séisme sont combinés selon la méthode de Newmark. Le poids propre et les charges d'exploitation sont combinés aux efforts sismiques ainsi calculés. Le calcul d'ensemble de la toiture du bâtiment NN est réalisé au moyen d'un modèle tridimensionnel simplifié de cette dernière, en considérant les accélérations verticales maximales CQC obtenues à partir du modèle global.

Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN. **Toutefois, l'exploitant n'a pas justifié la stabilité de la fondation du bâtiment NN et la capacité portante du sol en cas de SND. Aussi, le dossier transmis par d'EDF n'apporte pas l'ensemble des éléments attendus en réponse de la demande D-141-ECS-01 précitée. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe au présent avis.**

3. Stabilité de la piscine

Une fois les efforts internes enveloppes calculés, l'exploitant détermine les densités de ferrailage minimales nécessaires et les compare à celles des cartes de ferrailages. Il ressort de cette analyse que la résistance de quelques éléments de la piscine n'est pas justifiée selon cette approche avec les ferrailages en place. L'exploitant réalise alors des analyses locales pour justifier le comportement de ces éléments en considérant un coefficient de ductilité forfaitaire. **L'IRSN considère que l'exploitant devrait sur le principe justifier de dispositions constructives pour l'utilisation d'un coefficient de ductilité. Pour autant, les parois en béton assurant le supportage du liner sont justifiées sans tenir compte de la ductilité. Ceci permet de vérifier que l'exigence d'étanchéité de la piscine n'est pas mise en cause par le comportement des structures de génie civil.**

4. Étanchéité du liner

Le liner étant constitué d'un ensemble de panneaux métalliques soudés sur leur périmètre, la méthode de vérification au SND retenue par l'exploitant consiste à vérifier le comportement des soudures soumises aux déformations imposées par le béton. L'étude réalisée par EDF met en évidence des marges significatives. **Ceci est satisfaisant.**

Nonobstant, le risque de corrosion sous contrainte du liner n'a pas été évalué par l'exploitant, alors que ce phénomène peut en réduire la résistance. À cet égard, dans le cadre du réexamen de sûreté de l'APEC, l'exploitant s'est engagé à contrôler visuellement le liner, en particulier au niveau des soudures. Toutefois, ces contrôles visuels pourraient ne pas être suffisants pour garantir la conformité du liner sur l'ensemble de sa surface, compte tenu de difficultés d'accessibilité, de l'ampleur des contrôles à effectuer et des performances de ce type de contrôle. **Aussi, au-delà de l'évaluation du comportement de la piscine au SND, objet des demandes de l'ASN précitées, l'IRSN estime qu'une démarche considérant de manière forfaitaire une perte d'étanchéité de la piscine doit être adoptée, de manière à apporter des marges de robustesse aux dispositions retenues.** Pour rappel, l'ASN a demandé à EDF, dans la lettre citée en deuxième référence, d'assurer la possibilité de mettre en œuvre des moyens de diagnostic du niveau d'eau et de réalimentation en eau de la piscine en cas de séisme extrême afin de renforcer la prévention d'un dénoyage des éléments combustibles (D-141-ECS-03). EDF a répondu que ces moyens peuvent être mis en place en s'appuyant sur l'organisation locale de crise et les moyens de la FARN. L'ASN a demandé, par lettre citée en troisième référence, à EDF de transmettre les procédures relatives à la mise en œuvre de ces moyens.

A cet égard, l'IRSN considère qu'une augmentation de débit de dose au niveau de la piscine d'entreposage, liée à une baisse de son niveau d'eau, peut rendre complexe les interventions autour de cette dernière, et donc la mise en place de moyens mobiles de surveillance et d'introduction d'eau (tuyauteries...). Aussi, il conviendrait *a minima* qu'EDF mette en place des moyens prépositionnés pour réalimenter en eau la piscine. Par ailleurs, EDF devrait étudier la possibilité pour l'exploitant de réaliser cette opération avant l'arrivée de la FARN. Aussi, **l'IRSN estime que l'exploitant devrait compléter sa réponse pour tenir compte de ces points.**

Pour les études des risques d'agression de la piscine et du liner, l'exploitant prend en compte le pont roulant et le pont perche. En effet, comme indiqué précédemment, il vérifie la tenue de la toiture au SND et montre que celle-ci ne constitue pas un agresseur de la piscine. Aussi, l'exploitant étudie le comportement des ponts sous SND. Toutefois, cette étude considère que les poutres des ponts ne subissent pas de déformation et que les déplacements différentiels des voiles sous séisme sont négligeables. **L'IRSN considère que ces deux hypothèses ne sont pas recevables sans justification particulière. Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant complète l'étude de comportement du pont perche et du pont roulant d'entretien au SND en considérant le cas échéant les déformations des poutres et les déplacements différentiels des voiles.** Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe au présent avis.

L'exploitant ne prend pas en compte le risque d'agression du liner par les râteliers d'entreposage et leurs éléments de support (bracons). **L'IRSN recommande que l'exploitant complète son analyse sur ce point.** Ceci fait l'objet de la recommandation n°3 en annexe au présent avis.

L'exploitant analyse le comportement du liner lors d'une montée en température. Il compare les chargements thermiques pour les configurations de l'APEC et des piscines BK du parc. Pour l'APEC, la montée en température est lente (température asymptotique de 71,4 °C atteinte au bout de 90 jours). Selon les études réalisées pour les piscines BK, le chargement thermique est le plus pénalisant lors des transitoires thermiques. L'exploitant indique que ces transitoires pour l'APEC n'engendrent pas de risque de déchirement du liner. **Les arguments de l'exploitant restent toutefois qualitatifs. À cet égard, le risque principal en cas de flambement est la concentration des efforts dans les soudures, alors sollicitées à la fois en flexion et en compression.** L'IRSN note que les vérifications des soudures au SND ont mis en évidence des marges significatives.

5. Conclusion

EDF conclut à l'absence de perte d'étanchéité de la piscine de l'APEC en cas de SND. **L'IRSN considère que les éléments présentés doivent être complétés sur un certain nombre de points, objets des recommandations formulées en annexe 1 au présent d'avis.**

En tout état de cause, du fait notamment que le contrôle complet de l'état du liner pourrait être délicat et de manière à renforcer les dispositions prévues, **l'IRSN considère important que l'exploitant puisse, en cas de situation extrême, mettre en œuvre des moyens de diagnostic du niveau d'eau et de réalimentation en eau de la piscine d'entreposage, comme visée par la demande D-141-ECS-03 de la lettre citée en deuxième référence.** A cet égard, vous avez demandé à EDF de compléter les éléments transmis en réponse à cette demande. Dans ce cadre, **l'IRSN estime qu'EDF devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe 1 au présent avis.**

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Recommandations

A l'égard de l'étude du comportement de la piscine et de son liner au séisme noyau dur, l'IRSN recommande que l'exploitant :

- 1 justifie la stabilité de la fondation du bâtiment NN et la capacité portante du sol ;
- 2 complète l'étude de comportement du pont perche et du pont d'entretien, en considérant le cas échéant les déformations des poutres et les déplacements différentiels des voiles ;
- 3 complète son analyse du risque d'agression du liner en prenant en compte les râteliers d'entreposage et leurs éléments de support (bracons).

Observation

A l'égard des moyens prévus pour, en situation extrême, réaliser un diagnostic du niveau d'eau de la piscine d'entreposage et, le cas échéant, la réalimenter en eau, l'IRSN estime qu'EDF devrait :

- pré-positionner des moyens au regard notamment des débits de doses potentielles en cas de baisse du niveau d'eau ;
- étudier la possibilité pour l'exploitant de réaliser cette opération avant l'arrivée de la FARN.