

Fontenay-aux-Roses, le 31 août 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N° 2016-00283**

**Objet :** CEA/Marcoule  
Centrale Phénix - INB n°71  
ECS - Risques d'inondation de l'installation en cas de pluie extrême

**Réf. :** 1. Saisine ASN CODEP-DRC-2015-038181 du 26 janvier 2016  
2. Décision ASN n°2012-DC-0293 du 26 juin 2012

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'IRSN sur les simulations numériques réalisées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), exploitant de la centrale Phénix (INB n°71), relatives à l'étude du risque d'inondation en cas de pluie extrême définie au sens des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées pour tenir compte de l'accident de Fukushima-Daïichi. L'ASN demande également à l'IRSN d'évaluer la pertinence et les conditions de mise en œuvre des dispositions prévues par le CEA pour protéger l'installation lors d'une telle situation.

### Contexte

La centrale Phénix abrite un réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium définitivement arrêté en 2010 et dont le démantèlement a été prescrit au CEA par le décret n° 2016-739 du 2 juin 2016. A la suite de l'ECS menée pour cette installation, l'ASN a formulé au CEA, par décision citée en seconde référence, des demandes d'études complémentaires précisées dans la prescription technique [CEA-INB71-ECS 04] relative au risque d'inondation de l'installation Phénix en cas de pluie extrême.

De l'évaluation du dossier transmis par le CEA, complété par les informations recueillies au cours de l'instruction, l'IRSN retient les points suivants.

#### **1. Scénario de pluie et hypothèses retenues pour l'étude numérique**

Le scénario de « pluie ECS » retenu par l'exploitant est défini sur la base d'une pluie de type Keiffer, d'une durée totale de 24 heures, correspondant à un cumul de pluies centennales de différentes durées caractéristiques (15 minutes, 30 minutes, 1 heure, etc.), majorées chacune en intensité de 20 % par rapport aux intensités de référence. L'exploitant indique qu'un scénario d'une durée de 24 heures permet de maximiser le volume d'eau pris en compte et d'assurer la cohérence avec l'indisponibilité totale du réseau d'évacuation d'eau pluvial supposée dans l'étude, conformément à la prescription de l'ASN.

**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

L'IRSN considère que la pluie de type Keiffer retenue par le CEA est caractérisée par un hyétoGRAMME pénalisant au regard des connaissances actuelles<sup>1</sup> car il cumule plusieurs intensités de pluies de différentes durées et de même période de retour. L'IRSN relève néanmoins que le scénario retenu par l'exploitant n'est pas enveloppe de l'événement de pluie historique régional observé le 20 septembre 1982 à Montélimar pour ce qui concerne les durées courtes (15 et 30 minutes) de pluie intense. Toutefois, compte tenu de l'hypothèse conservatrice d'indisponibilité totale du réseau d'évacuation d'eau pluvial retenue par le CEA, l'IRSN estime que les caractéristiques du scénario de pluie ECS définies par l'exploitant sont acceptables.

Sur la base de ce scénario, l'exploitant a modélisé, au moyen d'un logiciel de calcul dédié, les écoulements d'eau sur une surface englobant la totalité du réseau pluvial de la centrale Phénix et une partie du site de Marcoule. L'IRSN considère que l'emprise considérée dans le modèle du CEA permet de prendre en compte l'ensemble du bassin versant de Phénix, ce qui est satisfaisant dans l'objectif d'une modélisation des écoulements sur le site de l'installation.

Les autres hypothèses retenues par le CEA pour la modélisation numérique (i.e. données topographiques, prise en compte des pentes de toiture des bâtiments, caractéristiques du maillage, coefficients de ruissellement et de rugosité) n'appellent pas de remarque. En particulier, l'IRSN estime satisfaisante la modélisation des écoulements réalisée en tenant compte d'une topographie fine du site qui permet une quantification précise des hauteurs d'eau au droit des bâtiments de l'installation.

## **2. Résultats de l'étude numérique**

Dans son étude, le CEA a quantifié les hauteurs d'eau maximales obtenues sur le site de la centrale pour le scénario de pluie ECS retenu, ainsi que les vitesses maximales d'écoulement associées. Il a également réalisé une étude dynamique de l'évolution de l'inondation. Des accumulations d'eau ont ainsi été déterminées au droit de certaines entrées des bâtiments de la centrale Phénix correspondant à des hauteurs maximales d'eau comprises entre quelques centimètres et une trentaine de centimètres. En particulier, l'exploitant a identifié une zone sensible à proximité du bâtiment des générateurs de vapeur de l'installation pour lequel plusieurs entrées, proches les unes des autres, seraient inondées de plus de 20 cm pendant au moins deux heures.

L'IRSN estime que la quantification des hauteurs d'eau obtenue est pertinente et permet une définition satisfaisante des zones à protéger.

## **3. Bâtiments à protéger**

Dans son analyse des zones à protéger de l'inondation, l'exploitant a identifié trois bâtiments « sensibles » au regard d'un possible risque d'effet falaise. Il s'agit du bâtiment « Réacteur », du bâtiment « Manutentions » et du bâtiment « des générateurs de vapeur » dans lesquels sont implantés des capacités de sodium. En effet, pour ces bâtiments, un effet falaise, caractérisé par une réaction entre le sodium contenu dans les capacités et les eaux de pluie, pourrait être provoqué à la suite du soulèvement, puis de la perte d'étanchéité, des capacités de sodium, par action de la poussée

---

<sup>1</sup> Cf. Guide n°13 de l'ASN relatif à la « protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes ».

d'Archimède due à la pression de l'eau. Le CEA a estimé que les volumes d'eau pour lesquels un effet falaise serait susceptible d'apparaître sont compris entre 2 000 et 3 000 m<sup>3</sup>. L'estimation de ces volumes n'appelle pas de remarque. Sur la base des hypothèses retenues dans l'étude effectuée, il ressort que de tels volumes d'eau sont très supérieurs à ceux estimés comme étant susceptibles de pénétrer dans les bâtiments en cas de pluie extrême.

L'IRSN relève toutefois que l'exploitant ne considère comme « sensible » ni le nouveau bâtiment NOAH<sup>2</sup>, ni le futur bâtiment ELA<sup>3</sup>. Or, un effet falaise pourrait être susceptible de se produire dans ces bâtiments si le niveau d'eau atteint en cas d'inondation dépassait le niveau d'implantation des capacités contenant du sodium. Ceci étant, *a contrario* des trois bâtiments sensibles précités, les bâtiments NOAH et ELA ne seront pas enterrés et les niveaux d'eau estimés dans les zones d'emprise de ces bâtiments apparaissent inférieurs aux niveaux d'implantation des capacités de sodium tels que connus à ce stade. L'IRSN estime que l'exploitant devrait toutefois s'assurer, au plus tard lors de la levée des points d'arrêt correspondant à la mise en service des bâtiments NOAH et ELA tels que prescrits par l'article 4 du décret n° 2016-739 du 2 juin 2016, que les niveaux d'eau qui seraient atteints en cas de pluie extrême au droit de ces installations ne conduiraient pas à un risque d'effet falaise lié à la présence de sodium dans les bâtiments. *Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 formulée en annexe 2 au présent avis.*

Par ailleurs, l'IRSN relève qu'à l'exception d'une galerie technique, seuls les accès « piétons » ou « véhicules » des bâtiments industriels de l'installation, ainsi qu'une galerie souterraine du bâtiment « Annexes », ont été considérés dans l'étude. L'exploitant n'a pas examiné si les autres points d'entrée d'eau dans les bâtiments (tels que des trémies, des caniveaux, etc.) pouvaient conduire à des infiltrations d'eau significatives dans ces bâtiments. Aussi, l'IRSN estime nécessaire que le CEA s'assure que la prise en compte de l'ensemble des entrées d'eau possibles (incluant celles de petites dimensions telles que des trémies ou des caniveaux) dans les bâtiments pour lesquels un risque d'effet falaise est à considérer n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude effectuée du risque d'inondation dans ces bâtiments en cas de pluie extrême. Si nécessaire, le CEA devra définir les dispositions de protection contre l'inondation à mettre en œuvre en complément de celles qu'il a d'ores et déjà prévues. *Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 formulée en annexe 1 au présent avis.*

#### **4. Dispositions de protection retenues et mise en œuvre de celles-ci**

Dans le dossier transmis, le CEA a proposé de mettre en place des dispositifs de protection pour éviter les entrées d'eau dans son installation en cas de pluie extrême, même si le risque d'effet falaise est très faible. Les dispositifs de protection retenus par le CEA à l'égard des risques d'entrée d'eau dans les bâtiments sensibles sont des dispositifs amovibles. Il s'agit de sacs constitués d'une membrane semi-perméable contenant un réactif qui transforme l'eau en gel au contact de celle-ci. L'eau gélifiée reste ainsi piégée à l'intérieur des sacs gonflés qui forment alors une protection contre l'inondation. Ces dispositifs sont spécialement conçus pour protéger des pas de portes en épousant les angles et les

---

<sup>2</sup> NOAH est un bâtiment, en cours de construction, dédié à un procédé de traitement du sodium de Phénix par hydrolyse.

<sup>3</sup> ELA est un futur bâtiment qui sera dédié au traitement de déchets contenant du sodium.

imperfections de planéité du sol. L'IRSN n'a pas de remarque sur l'adéquation des dispositifs envisagés par le CEA au regard de l'objectif de protection contre l'inondation en cas de pluie extrême.

Toutefois, l'IRSN estime que les modalités d'acheminement des dispositifs amovibles de protections en cas de prévision de pluie importante ou d'entrée d'eau avérée dans les bâtiments ne sont pas définies de manière suffisamment précise dans la consigne générale « inondation » pour être pleinement opérationnelles.

Par conséquent, l'IRSN estime nécessaire que l'exploitant complète la consigne générale d'exploitation « inondation » par les modalités opérationnelles d'acheminement et de mise en place des protections amovibles, définies en cas de pluie extrême. *Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe 1 au présent avis.*

### Conclusion

L'IRSN considère que les éléments transmis par le CEA en réponse à la prescription ASN [CEA-INB71-ECS 04] sont globalement satisfaisants, notamment pour ce qui concerne la définition du scénario de pluie extrême retenu, la démarche générale de modélisation numérique et les hypothèses de calcul associées.

Sur la base de cette étude, il ressort qu'une pluie extrême ne devrait pas conduire à un effet falaise. L'IRSN formule néanmoins une recommandation visant à ce que le CEA s'assure que la prise en compte des entrées d'eau, non considérées dans son étude, n'est pas de nature à remettre en cause cette conclusion. En outre, une observation est formulée par l'IRSN visant à ce que le CEA complète son étude pour ce qui concerne les futurs bâtiments NOAH et ELA prévus pour les besoins du démantèlement de l'installation.

Enfin, pour ce qui concerne les modalités de mise en œuvre des protection amovibles en cas de risque d'entrée d'eau de pluie dans les bâtiments identifiés comme sensibles au regard d'un risque d'effet falaise, l'IRSN formule une recommandation portant sur les modalités opérationnelles de mise en œuvre des dispositions de protection contre l'inondation.

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

**Recommandations**

1. L'IRSN recommande que le CEA s'assure que la prise en compte de l'ensemble des entrées d'eau possibles (incluant celles de petites dimensions telles que des trémies ou des caniveaux non considérées dans l'étude effectuée) dans les bâtiments pour lesquels un risque d'effet falaise est à considérer n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude effectuée du risque d'inondation dans ces bâtiments en cas de pluie extrême. Si nécessaire, le CEA devra définir les dispositions de protection contre l'inondation à mettre en œuvre en complément de celles qu'il a d'ores et déjà prévues.
2. L'IRSN recommande que l'exploitant complète la consigne générale d'exploitation « inondation » par les modalités opérationnelles d'acheminement et de mise en place des protections amovibles, définies en cas de pluie extrême.

**Observation**

L'IRSN estime que l'exploitant devrait s'assurer, au plus tard lors de la levée des points d'arrêt associés à la mise en service de NOAH et ELA tels que prescrits par l'article 4 du décret n° 2016-739, que les niveaux d'eau qui seraient atteints au droit de ces bâtiments en cas de pluie extrême ne conduiraient pas à un risque d'effet falaise lié à la présence de sodium dans les bâtiments.