

Fontenay-aux-Roses, le 22 avril 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2016-00133

Objet : CEA/Marcoule
Centrale Phénix - INB n°71
Situations « noyau dur » - Évaluation du comportement de la future installation NOAH

Réf. : 1. **Lettre ASN CODEP-DRC-2015-050384 du 22 janvier 2016**
2. **Décision ASN n°2015-DC-0480 du 8 janvier 2015**

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'évaluation, transmise par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), du comportement de la future installation NOAH à l'égard des situations dites « noyau dur »¹. Pour rappel, cette installation, créée dans le cadre du démantèlement de la centrale Phénix (INB n°71), sera implantée dans le périmètre de cette INB.

L'ASN demande en particulier l'avis de l'IRSN sur :

- les risques d'« effet falaise² » associés aux situations « noyau dur », induits par l'exploitation de l'installation NOAH ;
- le cas échéant, la nécessité de compléter le noyau dur de l'INB n°71.

1. Contexte

Le réacteur de la centrale Phénix, de type « neutrons rapides refroidi au sodium », a été définitivement arrêté en 2010. Dans le cadre du démantèlement de cette centrale Phénix, le CEA prévoit de traiter par un procédé d'hydrolyse, le sodium dit « coulable » présent dans la centrale, ainsi que celui en provenance d'autres installations du CEA. Ce procédé sera implanté dans une nouvelle installation appelée NOAH, en cours de construction.

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

¹ Les situations « noyau dur », définies dans la décision citée en seconde référence, comprennent notamment des agressions externes d'origine naturelle (séisme, inondations, vents...) dont la sévérité dépasse celle retenue jusqu'à ce jour dans le référentiel de sûreté des installations nucléaires de base.

² « Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées » (J.O. du 31 mai 2012). Pour le CEA, cela correspond à des conséquences pour le public et l'environnement significativement supérieures à celles mentionnées dans le rapport de sûreté et le plan d'urgence interne.

Dans la décision citée en seconde référence, l'ASN a prescrit au CEA (prescription [CEA-INB71-ND05]) de transmettre une évaluation du comportement de l'installation NOAH à l'égard des situations « noyau dur ». Les éléments transmis par le CEA en réponse à cette prescription font l'objet du présent avis de l'IRSN.

2. Description succincte du procédé de traitement mis en œuvre dans l'installation NOAH

Dans l'installation NOAH, le sodium, une fois épuré d'une proportion importante du ¹³⁷Cs (radionucléide prépondérant) qu'il contient³, est transformé en une solution de soude aqueuse. Le procédé d'hydrolyse consiste à mettre en contact des jets de sodium et de soude faiblement concentrée. Le sodium est alors hydrolysé selon la réaction exothermique suivante :



La soude aqueuse produite est récupérée dans des cuves, tandis que l'hydrogène gazeux est dilué dans le réseau d'extraction d'air de la ventilation du procédé. La chaleur générée par la réaction d'hydrolyse est évacuée au moyen d'un système de refroidissement dédié.

3. Analyse du CEA

Le CEA évalue les risques d'effet falaise liés à la présence de sodium dans l'installation NOAH (feu de sodium, explosion d'hydrogène, réaction sodium-eau incontrôlée), tant du point de vue des conséquences radiologiques que chimiques.

S'agissant des conséquences radiologiques potentielles, le CEA considère que l'inventaire présent dans l'installation NOAH lors de son exploitation permet d'écarter tout événement susceptible d'entraîner des conséquences radiologiques supérieures à celles considérées dans le plan d'urgence interne du CEA/Marcoule. À cet égard, sur la base des scénarios accidentels étudiés dans le rapport de sûreté transmis dans le cadre de la mise à l'arrêt définitif et du démantèlement (MAD/DEM) de la centrale Phénix, le CEA estime l'ordre de grandeur des conséquences radiologiques d'un feu mobilisant la totalité de l'inventaire en sodium de l'installation NOAH inférieur à 1 mSv pour les personnes du groupe de référence (village de Codolet), 48 heures après l'accident.

Du point de vue des conséquences chimiques potentielles, le CEA considère qu'une réaction entre le sodium et de l'air, se traduisant par le développement d'un feu « en nappe », ne conduirait pas à un effet falaise. À cet égard, il exclut les feux de type « pulvérisés », compte tenu des faibles pressions dans les réservoirs de sodium de NOAH.

En revanche, selon le CEA, une réaction entre le sodium présent dans l'installation NOAH et de l'eau serait susceptible de conduire à un effet falaise. Aussi, il a identifié les structures et équipements, qu'il qualifie d'« essentiels », dont la perte en cas de situation « noyau dur » pourrait conduire à un tel effet. Il retient les parois des locaux dits « eau », ainsi que certaines parois et structures des locaux dits « sodium ». Pour rappel, l'installation NOAH est conçue en visant à ce que les équipements contenant de l'eau et les équipements contenant du sodium soient situés dans des locaux distincts. Ensuite, le CEA analyse le comportement de ces structures et équipements dans le cas d'un séisme

³ Le sodium issu du circuit primaire et du barillet d'entreposage des combustibles sera épuré du ¹³⁷Cs par un procédé de piégeage sur charbons actifs dans un futur atelier appelé SHADE.

extrême, de conditions météorologiques extrêmes (vent, tornade) ou d'une inondation extrême. Les cas de perte des alimentations électriques et des moyens de refroidissement sont également étudiés.

À cet égard, la perte de l'alimentation électrique générale entraîne l'arrêt immédiat des transferts de sodium. Les chaînes de protection du contrôle-commande de l'installation NOAH étant câblées en logique négative, et les contacts des circuits de relayage étant câblés en série, une perte d'alimentation électrique conduirait de manière passive à la mise en position de repli du procédé.

Par ailleurs, étant donné que la perte du système de refroidissement du procédé d'hydrolyse entraîne la mise en position de repli du procédé au moyen des chaînes de protection précitées, le CEA estime que cela serait sans conséquence pour la sûreté.

Le CEA estime que les structures du bâtiment NOAH resteraient stables et les équipements « essentiels » conserveraient leur intégrité jusqu'à un niveau de séisme évalué à 3 fois le niveau du séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) retenu pour la conception de cette installation. Le CEA considère le niveau de séisme ainsi évalué supérieur au niveau du séisme « noyau dur » (SND) qu'il a défini pour le site de Marcoule.

Pour ce qui concerne les conditions météorologiques extrêmes, le CEA précise que les chargements induits par la neige et les vents pris en compte pour le dimensionnement de l'installation NOAH sont supérieurs ou égaux à ceux qu'il a retenus pour les situations « noyau dur ». En outre, selon le CEA, une tornade d'intensité EF3 sur l'échelle de Fujita serait sans conséquences pour les ferraillements des voiles en béton armé, ce qui dégage des marges sur leur capacité d'absorption de l'énergie cinétique d'éventuels projectiles. **Pour ces situations extrêmes, le CEA conclut que le dimensionnement de l'installation NOAH est suffisant pour écarter tout risque d'effet falaise.**

Enfin, le CEA propose de réaliser une analyse complémentaire afin de quantifier la hauteur de lame d'eau envisageable autour de l'installation NOAH en cas d'inondation « noyau dur ». Cette étude vise à conforter la marge de 30 cm retenue entre la cote atteinte en considérant le scénario de pluie majorée étudié dans le cadre de l'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) de la centrale Phénix et le niveau le plus bas des réservoirs de sodium de l'installation NOAH. **L'échéance de transmission de cette analyse complémentaire n'a pas été précisée par le CEA.**

4. Avis de l'IRSN

La démarche retenue par le CEA s'inscrit dans la continuité de l'ECS menée en 2011 pour la centrale Phénix. **À cet égard, l'identification des configurations susceptibles de conduire à un effet falaise et la liste des structures et des équipements « essentiels » correspondante déterminée par le CEA n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Concernant l'évaluation des conséquences radiologiques potentielles, si l'ordre de grandeur déterminé par le CEA n'appelle pas de remarque, l'IRSN considère qu'il n'est pas pertinent de considérer uniquement le groupe de référence défini dans le cadre des rejets associés au fonctionnement normal. Toutefois, ceci ne change pas le fait que l'installation NOAH n'est pas de nature à être à l'origine d'un effet falaise à caractère radiologique.

Ceci étant, une dégradation des parois et des structures assurant le confinement du sodium et des solutions aqueuses de l'installation NOAH pourrait conduire à l'émission, dans l'atmosphère, d'un

mélange d'aérosols de soude et de carbonates de sodium. En outre, en cas de réaction « massive » entre du sodium et de l'eau, les actions de mitigation de cette situation accidentelle pourraient, d'une part être difficiles à mettre en œuvre, d'autre part constituer une situation aggravée pour le déploiement des mesures de gestion de crise des autres installations du site de Marcoule.

Si ce risque d'effet falaise à caractère chimique a bien été identifié par le CEA, l'IRSN considère que, sur la base des éléments présentés à ce stade, l'analyse du CEA du comportement des systèmes « essentiels » de l'installation NOAH au SND n'est pas assez détaillée et qu'une étude plus approfondie est nécessaire. En conséquence, l'IRSN recommande que le CEA présente une évaluation de leur comportement à ce niveau de séisme selon des méthodes d'analyse conventionnelles cohérentes avec la prescription [CEA-INB71-ND03] de la décision citée en seconde référence. Le cas échéant, le CEA devra définir les dispositions de conception ou d'organisation à mettre en place. *Ceci fait l'objet de la recommandation formulée en annexe au présent avis.*

Par ailleurs, dans le cas où des conséquences à caractère toxique significatives seraient identifiées, l'IRSN considère que les dispositions de limitation des conséquences et de gestion de crise prévues dans les PUI des installations de Marcoule devront être réexaminées. *Ceci fait l'objet de l'observation formulée en annexe au présent avis.*

Pour ce qui concerne les situations « noyau dur » autres que le séisme, à ce jour, les aléas relatifs à une tornade, à l'inondation ou à la neige du site de Marcoule ne sont pas encore validés. En conséquence, l'évaluation du comportement de l'installation NOAH à l'égard de ces agressions devra être examinée ultérieurement.

Enfin, les conclusions du CEA sur l'absence de risque d'effet falaise en cas de perte des alimentations électriques ou du système de refroidissement du procédé mis en œuvre dans l'installation NOAH n'appellent pas de remarque.

Conclusion

En conclusion, l'IRSN estime satisfaisante la démarche du CEA d'identification des effets falaises associés à la future installation NOAH de la centrale Phénix en voie de démantèlement et la définition des structures et des équipements « essentiels » correspondants. Toutefois, l'IRSN considère que l'absence d'effet falaise de nature chimique en cas d'« agression noyau dur » n'est à ce stade pas acquise et qu'il convient que le CEA approfondisse l'analyse de cette question. La recommandation et l'observation formulées en ce sens par l'IRSN sont reprises en annexes au présent avis.

Pour le Directeur général, par ordre,

Igor Le Bars

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Recommandation

L'IRSN recommande que le CEA présente une évaluation du comportement au séisme « noyau dur » des éléments « essentiels » de l'installation NOAH selon des méthodes d'analyse conventionnelles, en cohérence avec la prescription [CEA-INB71-ND03]. Dans le cas où l'évaluation mettrait en évidence un risque d'effet falaise, le CEA devra définir les dispositions de conception ou d'organisation à mettre en place.

Observation

Dans le cas où des conséquences à caractère toxique significatives seraient identifiées, l'IRSN considère que les dispositions de limitation des conséquences et de gestion de crise prévues dans les PUI des installations de Marcoule devront être réexaminées.