

Fontenay-aux-Roses, le 20 mars 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00040

Objet...	CEA/Cadarache Installation Phébus (INB n° 92) Démantèlement, réexamen périodique et évaluation complémentaire de sûreté
Réf(s) ..	1. Lettre ASN CODEP-DRC-2019-001707 du 30 avril 2019. 2. Lettre CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO177 du 5 mars 2020.
Nbre de page(s) ...	6

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le dossier transmis par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), en février 2018, à l'appui de sa demande de démantèlement de l'installation nucléaire de base (INB) n° 92 du CEA/Cadarache. Ce dossier a été complété en juillet 2019 pour répondre à des demandes formulées par la Mission Sûreté Nucléaire et Radioprotection du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.

L'ASN sollicite également l'avis de l'IRSN sur le dossier de réexamen périodique et sur l'évaluation complémentaire de sûreté de cette installation, transmis par le CEA en octobre 2017. Le dossier de réexamen périodique comprend une analyse du retour d'expérience, un examen de conformité au référentiel applicable et une réévaluation de la sûreté de l'installation tenant compte des futures opérations de démantèlement. Ce dossier a été complété une première fois en décembre 2017 afin de préciser l'impact de la présence du combustible nucléaire entreposé dans l'INB n° 92, puis en mars 2019 pour répondre à des demandes de l'ASN. De plus, le CEA a transmis un plan d'actions de mise en conformité et d'amélioration de la sûreté identifiées à l'issue du réexamen.

Le présent avis expose les principales conclusions de l'expertise par l'IRSN des dossiers précités. Il tient compte des informations complémentaires apportées durant l'expertise et des engagements pris par le CEA auprès de l'ASN à la fin de l'expertise par la lettre citée en seconde référence.

L'expertise réalisée sera prochainement présentée aux membres du groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM).

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 8 440 546 018

MEMBRE DE

ETSON

EUROPEAN
TECHNICAL SAFETY
ORGANISATIONS
NETWORK

1 CONTEXTE

L'INB n° 92, mise en service en 1979 et arrêtée en 2007, abrite le réacteur d'expérimentation Phébus. Ce réacteur, d'une puissance maximale de 38 MW, est de type piscine, refroidi et modéré à l'eau légère. Le combustible utilisé était composé d'assemblages en dioxyde d'uranium (UO₂) faiblement enrichi en uranium 235. L'objectif de cette installation était de réaliser, à échelle réduite, des expériences de dégradation de combustible dans un cœur de réacteur à eau sous pression (REP). Le premier programme expérimental a démarré en 1982, le troisième et dernier s'est achevé en 2004.

L'installation comprend plusieurs ouvrages, dont :

- le bâtiment du réacteur, dans lequel sont notamment implantés la piscine du réacteur (contenant le « bloc du réacteur », la cellule en pile recevant le combustible d'expérimentation...) et le caisson contenant les circuits de la boucle à eau sous pression ;
- le bâtiment « extension PF », qui comprend notamment le caisson expérimental comportant des circuits expérimentaux, deux cellules blindées utilisées pour analyser des prélèvements issus du caisson, la boîte à gants de transfert constituant le sas d'entrée et de sortie du caisson et la casemate du « carrousel » utilisée pour entreposer et évacuer des éléments irradiants.

Dans le cadre de l'examen du dossier relatif à la stratégie du CEA en matière de démantèlement de ses installations et de gestion de ses déchets, qui a fait l'objet d'une réunion des groupes permanents d'experts en juin 2018, l'IRSN a estimé que l'évacuation de l'ensemble des éléments combustibles irradiés et neufs constituait la priorité de l'installation en termes de sûreté, afin de réduire son inventaire radiologique. Ces opérations, qui constituent également une priorité pour le CEA, sont très avancées (les éléments combustibles irradiés sont d'ores et déjà évacués) et devraient être achevées avant le début du démantèlement de l'installation.

2 DEMANTELEMENT

Le dossier associé à la demande de démantèlement de l'INB n° 92 comprend notamment la description de l'état initial et de l'état final visé, une mise à jour du plan de démantèlement, une version préliminaire du rapport de sûreté et l'étude d'impact associée aux opérations de démantèlement.

2.1 État initial

Le CEA précise les inventaires radiologiques et les spectres associés aux différents locaux et équipements de l'installation. Il convient de noter que le bâtiment du réacteur et le bâtiment « extension PF » contiennent l'essentiel de l'inventaire radiologique.

Le bâtiment du réacteur comprend notamment le « bloc du réacteur » (environ 9 TBq), dont les équipements et notamment les réflecteurs en graphite ont été activés par le flux neutronique, une cuve d'effluents actifs et des circuits contaminés par les radionucléides produits lors des expérimentations (environ 70 MBq).

Le bâtiment « extension PF » (environ 180 GBq) contient des cuves d'effluents radioactifs liquides ou gazeux et des équipements contaminés, notamment le caisson expérimental, les deux cellules blindées, la boîte à gants de transfert et la casemate du carrousel.

L'IRSN relève que l'inventaire radiologique de l'installation est très majoritairement dû aux éléments activés du « bloc du réacteur » ; cet inventaire est très peu mobilisable en cas d'agression interne ou externe (incendie, séisme, chute de charges...).

Concernant l'état initial de l'installation au début du démantèlement, l'IRSN estime que les éléments présentés par le CEA sont globalement satisfaisants. Toutefois, aucun exutoire n'étant identifié à ce jour pour la source de démarrage du réacteur, le CEA n'est pas en mesure de l'évacuer avant le début du démantèlement de l'installation. Aussi, l'IRSN estime que le CEA devrait justifier les dispositions de sûreté retenues pour l'entreposage de cette source, dans l'installation Phébus ou dans une autre installation, dans l'attente de son évacuation définitive.

2.2 État final visé

L'état final visé à l'issue des opérations de démantèlement correspond, selon le CEA, à un assainissement complet de l'installation avec un déclassement de toutes les zones à déchets nucléaires en zones à déchets conventionnels, ainsi que des zones réglementées pour la radioprotection en zones non réglementées. Les bâtiments pourront être réutilisés pour une activité industrielle non nucléaire ou tertiaire. À cet égard, l'expertise réalisée a mis en exergue, pour les équipements et tuyauteries « noyés » dans les bétons qui seront obturés et laissés en place, la nécessité de les caractériser et d'assurer la traçabilité des opérations d'assainissement réalisées dans le cadre du démantèlement. Le CEA a pris des engagements en ce sens, ce qui est satisfaisant.

La méthodologie d'assainissement final des structures et des sols fera l'objet d'un dossier ultérieur de la part du CEA, conformément aux préconisations des guides de l'ASN en matière de démantèlement et assainissement.

2.3 Scénario de démantèlement

Le démantèlement de l'INB n° 92 débutera à la fin de la décennie 2020, après une « phase de mise sous surveillance » d'environ cinq ans, et devrait être achevé à l'horizon 2050 ; cet échéancier tient compte des priorités que s'est fixées le CEA en termes de stratégie globale de démantèlement de ses installations. Le démantèlement de l'INB n° 92 se déroulera suivant quatre étapes :

- étape n° 1 : les opérations préparatoires au démantèlement, telles que la découpe et l'évacuation d'une partie des cuves, de tuyauteries et des deux cellules blindées, actuellement en cours, qui ne seraient pas terminées lors de l'entrée en vigueur du décret de démantèlement. Ces opérations, qui ont fait l'objet d'un dossier transmis à l'ASN en 2014, ont pour but de réduire au plus vite l'inventaire radiologique présent dans l'installation ;
- à l'issue de la phase de mise sous surveillance, étape n° 2 : le démantèlement du bâtiment « extension PF », d'une durée d'environ sept ans, qui sera effectué par niveau à partir du 3^e sous-sol, en remontant vers le 1^{er} niveau compte tenu de l'implantation aux niveaux supérieurs de certains équipements nécessaires ;
- étape n° 3 : le démantèlement du bâtiment du réacteur, d'une durée d'environ huit ans, qui sera effectué par niveau à partir du rez-de-chaussée, en descendant vers le 3^e sous-sol pour tenir compte d'une logique gravitaire dans le démantèlement des circuits d'eau ;
- étape n° 4 : le démantèlement des bâtiments auxiliaires (environ deux ans).

Pour le bâtiment du réacteur et le bâtiment « extension PF », la stratégie consiste à débiter le démantèlement par les équipements les moins contaminés en progressant vers les plus contaminés.

Le scénario de démantèlement retenu et l'échéancier associé n'appellent pas de remarque.

2.4 Sûreté des opérations de démantèlement

2.4.1 Démarche générale

Selon le CEA, les principaux risques d'origine nucléaire associés au démantèlement de l'INB n° 92 sont les risques de dissémination de substances radioactives et l'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants. La maîtrise de ces risques, aussi bien en « fonctionnement » que pendant la phase de « mise sous surveillance » puis au cours du démantèlement, repose essentiellement sur :

- la conception des équipements et structures (systèmes de ventilation, structures des bâtiments, capacités contenant des substances dangereuses...) et la vérification de leur comportement lorsqu'ils sont soumis à certains événements déclencheurs (agressions d'origines interne et externe, défaillance d'équipements) ;
- les dispositions permettant d'assurer la conformité et la gestion du vieillissement desdits équipements et structures ;
- des dispositions de surveillance visant à détecter des situations anormales ;
- des dispositions d'exploitation adaptées ;
- la prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans la conception des nouveaux équipements et dans les dispositions d'exploitation retenues ;
- la prise en compte du retour d'expérience.

Dans le cadre du démantèlement de l'INB n° 92, les principaux événements déclencheurs à considérer, compte tenu des enjeux de sûreté de l'installation, sont les chutes de charge lors des opérations de manutention, l'incendie et le séisme. **Ces éléments n'appellent pas de remarque.**

2.4.2 Dispositions de maîtrise des risques

L'IRSN considère que l'étude des risques associés aux opérations de démantèlement présentée par le CEA est globalement satisfaisante, aussi bien du point de vue de la sûreté que de la radioprotection. La description des opérations de démantèlement (découpe de cuves, retraits des réflecteurs en graphite...) bénéficie d'un niveau de détail adapté et **les dispositions de maîtrise des risques retenues sont acceptables compte tenu des engagements pris par le CEA à l'issue de l'expertise et transmis par la lettre citée en seconde référence.**

Notamment, sur la base du retour d'expérience d'installations similaires et d'installations en démantèlement, le CEA a prévu la mise à jour des procédures et consignes relatives à la gestion des déchets, à la manutention des charges lourdes et à la réalisation de découpe par points chauds.

De plus, le CEA s'est engagé à compléter la procédure de conduite de la ventilation en situation d'incendie. La réalisation de cet engagement revêt une importance particulière dans la mesure où une telle consigne est déjà nécessaire pour les activités actuellement réalisées dans l'installation.

Concernant la maîtrise des risques de chute de charges lourdes lors des manutentions, le CEA s'est engagé à transmettre les exigences attribuées à la poutre roulante de 100 kN qui sera mise en œuvre dans le bâtiment « extension PF » dans le cadre des opérations de démantèlement.

S'agissant de la radioprotection des travailleurs, **les dispositions retenues par le CEA sont également globalement satisfaisantes.** Toutefois, l'IRSN considère qu'une étude d'optimisation détaillée sera indispensable dans le cas d'une

éventuelle intervention d'un plongeur dans la piscine du réacteur lors du démantèlement. Le CEA a pris un engagement en ce sens.

Enfin, le CEA fonde sa démarche relative aux facteurs organisationnel et humaines (FOH) sur l'analyse macroscopique des dispositions d'organisation générale de l'INB (gestion de la coactivité, gestion des compétences...) et sur l'analyse microscopique des activités humaines jugées « sensibles » pour la sûreté, qui sont au nombre de trois (la manutention des charges, les opérations de découpe et la reprise des effluents actifs). **Les dispositions retenues par le CEA, tant au niveau macroscopique (réunion hebdomadaire dédiée à la gestion de la coactivité et à la planification, présence de personnels ayant connu la période de fonctionnement de l'INB...) que microscopique (erreurs humaines postulées dans la réalisation des activités « sensibles » (non-réalisation d'une tâche, réalisation incorrecte d'une tâche...)) sont globalement satisfaisantes.**

2.4.3 Conséquences des situations accidentelles envisageables

La situation accidentelle considérée par le CEA comme étant la plus pénalisante pour les travailleurs est la chute, dans le bâtiment « extension PF », d'un conteneur rempli de déchets solides radioactifs issus du démantèlement. Les conséquences radiologiques sont estimées à moins de 100 µSv.

La situation accidentelle considérée par le CEA comme étant la plus pénalisante pour l'environnement est la ruine totale du sas matériel du bâtiment du réacteur, après un séisme, avec la mise en cause d'au maximum six fûts de déchets conditionnés. Les conséquences radiologiques à court terme seraient inférieures au microSievert au niveau de la commune de Saint-Paul-lez-Durance et de l'ordre de 100 µSv en limite du site du CEA/Cadarache. **Le CEA conclut que les conséquences radiologiques associées à ces deux situations accidentelles sont faibles. Les scénarios retenus, leurs hypothèses et niveaux de conséquences n'appellent pas de remarque particulière de l'IRSN.**

Compte tenu de ces éléments, le CEA n'identifie pas de scénario accidentel interne à l'installation Phébus dont les conséquences radiologiques seraient telles qu'elles nécessiteraient le déclenchement du plan d'urgence interne (PUI) du CEA/Cadarache. Toutefois, sans les associer à un scénario précis, certains critères sont retenus par le CEA (déclenchement du dernier seuil de surveillance radiologique à la cheminée, détection d'un séisme, dommages aux installations environnantes susceptibles d'entraîner un rejet...) pour le déclenchement du PUI. **Ces éléments n'appellent pas de remarque.**

2.5 Gestion des déchets et des effluents

Dans le rapport de sûreté de démantèlement, le CEA présente les quantités et les caractéristiques des déchets et des effluents qui seront produits, ainsi que les filières d'évacuation associées. Il prévoit de produire des déchets radioactifs de très faible activité (environ 1600 t), de faible ou de moyenne activité à vie courte (environ 350 t) et de faible ou moyenne activité à vie longue (moins de 2 t). **Les éléments présentés sont globalement satisfaisants.** Toutefois, pour ce qui concerne les déchets de graphite de faible activité à vie longue issus du démantèlement des réflecteurs de graphite du réacteur, l'IRSN estime que, en l'absence d'exutoire à ce jour pour ces déchets, le CEA devrait préciser leur gestion.

2.6 Étude d'impact

L'étude d'impact du CEA conclut à un impact sanitaire (de l'ordre du µSv/an) et environnemental très faible des rejets d'effluents radioactifs liés aux opérations de démantèlement de l'installation, ce qui n'appelle pas de commentaire. **En outre, les dispositions retenues par le CEA pour la surveillance de l'environnement sont satisfaisantes et les limites de rejet demandées sont acceptables.**

3 REEXAMEN PERIODIQUE

Il s'agit du premier réexamen périodique effectué par le CEA pour l'INB n° 92. Pour sa réalisation, il a tenu compte de l'évolution prochaine des activités de l'installation (passage en démantèlement) et a conclu à un bon niveau de sûreté global. En particulier, le dossier de réexamen présente notamment un bilan du retour d'expérience fondé sur l'analyse des événements significatifs survenus dans l'installation, ainsi qu'un bilan en matière de radioprotection. Ces bilans n'appellent pas de remarque notable.

À l'issue de l'examen de conformité et de la réévaluation de sûreté, le CEA a défini un plan d'une centaine d'actions à mener afin de maintenir ou améliorer la sûreté de l'installation jusqu'à son prochain réexamen. Un nombre important de ces actions concerne les facteurs organisationnels et humains et les risques liés à un incendie d'origine interne. Ces actions étant planifiées entre 2018 et 2021, une majeure partie a d'ores et déjà été réalisée ou est en cours de finalisation. **Ce plan d'actions n'appelle pas de remarque majeure.**

L'expertise réalisée a mis en évidence la nécessité de réviser la liste des éléments et des activités importants pour la protection des intérêts (EIP & AIP) ainsi que des exigences qui leur sont associées, de façon à ce que le respect de ces exigences soit plus aisément vérifiable. Le CEA a pris un engagement en ce sens.

Par ailleurs, l'IRSN estime que le CEA devra porter une attention particulière aux équipements de manutention utilisés lors des opérations de démantèlement. À ce sujet, le CEA a pris un engagement relatif au contrôle de l'obsolescence et au vieillissement des équipements de manutention et des accessoires de levage. **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, **le comportement des structures et des équipements de l'installation en cas d'agression externe (séisme, aléas climatiques...) est satisfaisant.** À ce sujet, le CEA a pris l'engagement de formaliser un plan de surveillance de l'état des structures de génie civil, ce qui n'appelle pas de remarque.

4 ÉVALUATION COMPLEMENTAIRE DE SURETE

Compte tenu de l'absence de situation redoutée pour l'installation conduisant à un effet falaise, le CEA ne prévoit pas de mettre en place de dispositions complémentaires dans le cadre de son évaluation complémentaire de sûreté. **Cette conclusion n'appelle pas de remarque.**

5 CONCLUSION

À l'issue de l'expertise réalisée, l'IRSN considère que les dispositions retenues par le CEA pour la poursuite de l'exploitation de l'INB n° 92 en vue de son démantèlement sont acceptables, sous réserve de la mise en œuvre du plan d'actions issu du réexamen de sûreté et du respect des engagements pris par le CEA à l'issue de l'expertise.

Il est à noter que l'IRSN n'a pas examiné les risques classiques liés à la sécurité du personnel. Ceux-ci devront, le cas échéant, être examinés par les instances compétentes.

Pour le Directeur général et par délégation,
Anne-Cécile JOUVE
Adjointe à la Directrice de l'expertise de sûreté