



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 10 décembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00195

Objet : CEA/Cadarache
INB n° 42 (Éole) et n° 95 (Minerve)
Dossier de démantèlement des installations

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2019-048827 du 22 novembre 2019.
[2] Décision ASN 2014-DC-0466 du 30 octobre 2014.

Par lettre citée en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite 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 juillet 2018, à l'appui de sa demande de démantèlement des installations nucléaires de base (INB) n° 42 et n° 95 du CEA/Cadarache. Ce dossier a été complété en décembre 2019 pour répondre à des demandes formulées par la Mission Sûreté Nucléaire et Radioprotection du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.

De l'évaluation de ce dossier, tenant compte des informations complémentaires transmises par le CEA durant l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

1. CONTEXTE

Les INB n° 42 « Éole » et n° 95 « Minerve », mises en service respectivement en 1965 et 1977, ont été définitivement arrêtées en décembre 2017, à la suite de l'impossibilité, pour le CEA, de respecter les prescriptions techniques [INB 42/95 – 03] et [INB 42/95 – 04] de la décision citée en référence [2] relatives au renforcement des installations à l'égard du risque sismique. Les installations Éole et Minerve abritent deux réacteurs d'expérimentation de type « maquette critique » de très faible puissance thermique (respectivement de 1 kW et 100 W au maximum), modérés à l'eau légère déminéralisée. Le combustible utilisé dans ces réacteurs était principalement composé d'éléments à plaques ou de crayons de dioxyde d'uranium (UO₂) ou d'oxyde mixte ((U, Pu)O₂) à divers taux d'enrichissement. Ces maquettes avaient pour principal objectif la réalisation d'études neutroniques en support au développement de filières électronucléaires : Éole, pour l'étude des réseaux modérés, notamment ceux des réacteurs à eau pressurisée (REP) et à eau bouillante (REB) ; Minerve, pour l'étude des réseaux thermiques pour diverses filières de réacteurs.

MEMBRE DE
ETSON

Les installations comprennent plusieurs ouvrages dont :

- le hall-réacteurs, dans lequel sont notamment implantés la piscine du réacteur Minerve, le « bloc réacteur » d'Éole et deux ponts roulants de 2 et 20 tonnes ;
- une zone extérieure d'entreposage de déchets, située au sud du hall-réacteurs.

L'évacuation du combustible présent dans les INB n° 42 et 95, qui constitue une priorité du CEA en termes de sûreté, est en phase d'achèvement. L'évacuation des autres substances radioactives encore présentes dans les installations devrait être terminée avant fin 2026.

Par ailleurs, le CEA a déposé une demande d'extension du périmètre actuel des INB, notamment pour y inclure de futures zones d'entreposage d'équipements et de déchets nécessaires au démantèlement des installations. **Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.**

2. DEMANTELEMENT DES INSTALLATIONS

Le dossier soumis à l'appui de la demande de démantèlement des INB n° 42 et n° 95 comprend notamment la description de l'état initial et de l'état final visé associés au démantèlement, une mise à jour du plan de démantèlement, une version préliminaire des rapports de sûreté des installations, ainsi que l'étude d'impact relative aux opérations de démantèlement.

2.1. ETAT INITIAL

Le CEA précise l'inventaire radiologique et les spectres associés qu'il retient pour les différents locaux et équipements des installations. L'inventaire radiologique des installations, une fois que tous les éléments combustibles et sources radioactives auront été évacués, restera très majoritairement dû aux déchets et structures à démanteler, éléments peu mobilisables en cas d'agression interne ou externe (incendie, séisme, chute de charges...).

L'IRSN relève que l'état physique initial des installations défini pour le début du démantèlement est d'ores et déjà atteint. Toutefois, aucun exutoire n'est identifié à ce jour pour les sources de démarrage utilisées dans le réacteur Minerve. **Aussi, l'IRSN estime que le CEA devrait préciser, dès que possible, la solution et l'échéance retenues pour l'évacuation de ces sources. Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 formulée en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, l'état chimique initial des installations révèle un marquage des sols aux polychlorobiphényles (PCB) à l'ouest du hall-réacteurs. Le CEA prévoit des mesures pour identifier l'origine de ce marquage et surveiller son évolution. Le cas échéant, il mettra en œuvre les actions appropriées en matière de gestion des sols. **Ce point fait l'objet de l'attente n° 1 formulée en annexe 3 au présent avis.**

2.2. ETAT FINAL VISE

L'état final visé par le CEA à l'issue des opérations de démantèlement correspond à un assainissement complet de l'installation avec un déclassement de l'ensemble des zones à déchets nucléaires en zones à déchets conventionnels et un déclassement de l'ensemble des zones réglementées pour la radioprotection en zones non réglementées. Les bâtiments, dont les structures de génie civil feront l'objet si besoin d'un assainissement, pourront être réutilisés pour une activité industrielle non nucléaire ou tertiaire. **L'IRSN considère que le choix de maintenir en place les structures dans un objectif de réutilisation industrielle éventuelle ne doit pas affranchir le CEA de viser, en premier lieu, un état final compatible avec une réutilisation « tout usage ». Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 formulée en annexe 2 au présent avis.**

2.3. SCENARIO DE DEMANTELEMENT

Le démantèlement des INB n° 42 et n° 95, qui est présenté de manière synthétique dans le plan de démantèlement, débutera à la fin de la décennie 2020, après une « phase de mise sous surveillance » pouvant durer jusqu'à cinq ans. Il devrait être achevé à l'horizon 2045, en accord avec les priorités que s'est fixées le CEA en termes de stratégie globale de démantèlement de ses installations. Le scénario est bâti selon les phases suivantes :

- aménagements de chantiers ;
- démantèlement et assainissement des deux blocs réacteurs, en série ou en parallèle ;
- démantèlement et assainissement du réseau d'effluents liquides, des locaux dédiés à la gestion des matières nucléaires, des locaux en zone contaminante et de la ventilation ;
- contrôles radiologiques finaux et repli de chantier.

Le CEA prévoit une durée de démantèlement comprise entre 8 et 18 ans (en tenant compte d'aléas) à partir de la date de parution du décret de démantèlement des installations.

Les éléments présentés par le CEA n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

2.4. OPERATIONS DE DEMANTELEMENT

Dans les versions préliminaires des rapports de sûreté de démantèlement des installations, le CEA décrit les opérations de surveillance, de maintenance, d'entretien et d'exploitation courante (« SENEX »), les opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM), les opérations de démantèlement et les opérations d'assainissement des structures et des sols. **Au vu des éléments présentés, l'IRSN n'identifie pas d'obstacle particulier à la faisabilité technique des opérations de démantèlement présentées par le CEA.**

Toutefois, l'IRSN relève que la démarche d'assainissement des structures et de certains locaux présentée par le CEA, qui est fondée sur des contrôles radiologiques réalisés *a priori* éventuellement associés à des calculs préalables d'activation des structures, n'est pas conforme à la doctrine de l'ASN. En effet, le CEA conditionne ainsi la réalisation de certaines opérations d'assainissement et la définition des dispositions de sûreté associées aux résultats des caractérisations radiologiques qui seront préalablement réalisées. **L'IRSN rappelle que la doctrine de référence en matière d'assainissement des structures est fondée sur le zonage déchets de l'installation et l'historique des locaux concernés et non sur l'atteinte d'un critère radiologique défini *a priori*. À cet égard, au cours de l'expertise, le CEA a indiqué que, outre les caractérisations radiologiques prévues, il avait entrepris des recherches afin de compléter l'historique des différents locaux de l'installation. Ce point fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis.**

En tout état de cause, 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 d'assainissement. **Ce point fait l'objet de l'attente n° 2 formulée en annexe 3 au présent avis.**

2.5. RETOUR D'EXPERIENCE

Le CEA présente le retour d'expérience d'exploitation issu des bilans dosimétriques et du traitement des événements significatifs (ES) ayant un intérêt en vue du démantèlement, ainsi que le retour d'expérience acquis dans le cadre du démantèlement d'installations similaires. **Les actions correctives mises en œuvre à la suite des ES et le résultat des bilans présenté par le CEA n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.6. IDENTIFICATION DES AIP, EIP ET ED

L'expertise réalisée par l'IRSN a mis en évidence la nécessité que le CEA révise la liste des éléments et des activités importants pour la protection des intérêts (EIP & AIP), ainsi que les exigences définies (ED) qui leur sont associées, de façon à ce que le respect de ces exigences soit plus aisément vérifiable. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 3 formulée en annexe 2 au présent avis.**

2.7. SURETE DES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT

2.7.1. Démarche générale

Selon le CEA, les principaux risques nucléaires associés au démantèlement des INB n° 42 et n° 95 sont les risques de dissémination de substances radioactives, la criticité et l'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants. La maîtrise de ces risques, aussi bien lors de la phase passée de fonctionnement des installations que pendant la phase de « mise sous surveillance », puis au cours de leur démantèlement, repose essentiellement sur :

- la conception des équipements et structures (systèmes de ventilation, conception des locaux...) 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 équipements et structures précités ;
- des dispositions de surveillance visant à détecter des situations anormales ;
- des dispositions d'exploitation adaptées tenant notamment compte des facteurs organisationnels et humains ;
- la prise en compte du retour d'expérience.

Le CEA retient que les principaux événements déclencheurs à considérer sont les chutes de charge lors des opérations de manutention, l'incendie et le séisme.

La démarche générale du CEA n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

2.7.2. Dispositions de maîtrise des risques

L'IRSN considère que les dispositions de maîtrise des risques associés aux opérations de démantèlement (dissémination, criticité, incendie notamment) sont globalement satisfaisantes, aussi bien du point de vue de la sûreté que de la radioprotection des travailleurs. Concernant la maîtrise des risques liés aux chutes de charges, l'IRSN estime que, dans le cas où les sources de démarrage Minerve ne seraient pas évacuées à court terme, le CEA devrait réaliser le remplacement de certaines pièces spécifiques du pont roulant 2 tonnes dédié à la manutention de ces sources. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4 formulée en annexe 2 au présent avis.**

En outre, le CEA a prévu de caractériser *in situ* les structures des réacteurs, tant sur le plan radiologique que physique. Les investigations et contrôles qui seront menés préalablement aux opérations de démantèlement sont de nature à identifier d'éventuelles difficultés et permettront d'anticiper, le cas échéant, la nécessité de prévoir des dispositions spécifiques en conséquence. **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, le CEA fonde sa démarche de prise en compte des facteurs organisationnel et humains (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 (manutention des charges et opérations de découpe). **Les dispositions retenues par le CEA à cet égard n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

2.7.3. Conséquences des situations accidentelles envisageables

Dans la version préliminaire du rapport de sûreté de démantèlement, le CEA présente les situations accidentelles suivantes :

- une perte du confinement du sas de chantier durant la découpe de la cuve d'Éole, situation considérée comme étant la plus pénalisante pour les travailleurs ;
- une ruine complète du hall-réacteurs qui surviendrait après un séisme, entraînant la mise en suspension d'une partie des substances radioactives présentes dans les installations au début du démantèlement, situation considérée comme étant la plus pénalisante pour le public et l'environnement ;

et conclut que les conséquences radiologiques associées à ces situations accidentelles seraient très faibles.

Ces scénarios, les hypothèses retenues et les niveaux de conséquences radiologiques en résultant n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

2.8. GESTION DES DECHETS ET DES EFFLUENTS

Dans les versions préliminaires des rapports 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 200 t) et de faible ou de moyenne activité à vie courte (environ 3 t). **Les éléments présentés par le CEA à ce sujet sont globalement satisfaisants.** Toutefois, les aires d'entreposage des déchets sans filière immédiate (DSFI) ne sont pas identifiées ; **ceci fait l'objet de l'observation n° 5 formulée en annexe 2 au présent avis.**

2.9. ETUDE D'IMPACT

L'étude d'impact des rejets d'effluents radioactifs liés aux opérations de démantèlement des installations réalisée par le CEA conclut à un impact sanitaire et environnemental très faible. **Le CEA devrait toutefois conforter sa méthodologie par la prise en compte des observations n° 6 à n° 9 formulées en annexe 2 au présent avis. En tout état de cause, les dispositions retenues par le CEA pour assurer la surveillance de l'environnement sont satisfaisantes et les limites de transfert d'effluents industriels demandées n'appellent pas de remarque particulière.**

3. CONCLUSION

À l'issue de l'expertise réalisée, l'IRSN considère que les dispositions retenues par le CEA pour la mise en œuvre du démantèlement des INB n° 42 et n° 95, dans les conditions prévues dans le dossier de démantèlement, sont globalement satisfaisantes, sous réserve de la prise en compte la recommandation relative à la méthode d'assainissement des structures rappelée en annexe 1 au présent avis. Le CEA devrait par ailleurs tenir compte des observations formulées en annexe 2 au présent avis afin d'améliorer ou de conforter la démonstration de la sûreté des opérations de démantèlement. Des attentes à différents stade du démantèlement sont également formulées en annexe 3 au présent avis. 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 autorités compétentes.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2020-00195 DU 10 DECEMBRE 2020

Recommandation de l'IRSN

Recommandation

L'IRSN recommande que le CEA réévalue sa démarche de détermination des opérations d'assainissement des structures en s'appuyant sur le zonage déchets et l'historique des locaux, conformément à la doctrine de référence en vigueur.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2020-00195 DU 10 DECEMBRE 2020

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que le CEA devrait préciser, dès qu'ils seront déterminés, l'exutoire et l'échéance retenus pour l'évacuation des sources de démarrage de Minerve.

Observation n° 2

L'IRSN estime que le CEA devrait justifier, dans le dossier de demande de déclassement des INB n° 42 et n° 95, que l'état final retenu pour les installations est compatible avec une réutilisation « tout usage ».

Observation n° 3

L'IRSN estime que le CEA devrait approfondir la démarche d'identification des AIP et ED pour rendre plus explicites, d'une part les activités des installations devant être considérées comme AIP, d'autre part les ED associées aux AIP permettant de répondre aux objectifs visés par ces activités. L'IRSN estime en outre que le CEA devrait procéder à une mise à jour de la liste des EIP afin de leur associer les ED adaptées permettant de vérifier qu'ils assurent, avec les caractéristiques attendues, leurs fonctions dans la démonstration de sûreté. Ceci concerne tout particulièrement les EIP manquants relatifs au puits d'entreposage des sources de démarrage et au pont roulant 2 tonnes, ainsi que l'EIP relatif aux « pots à lait ».

Observation n° 4

L'IRSN estime que le CEA devrait, dans le cas où les sources de démarrage Minerve ne seraient pas évacuées à court terme, prévoir et réaliser rapidement le remplacement des pièces du pont roulant 2 tonnes qui présentent une criticité avérée à l'égard du risque d'obsolescence.

Observation n° 5

L'IRSN estime que le CEA devrait, dans le cadre de la mise à jour de l'étude déchets en vue des opérations de démantèlement, préciser les aires d'entreposage des déchets sans filière immédiate (DSFI).

Observation n° 6

L'IRSN estime que le CEA devrait réaliser une évaluation de l'impact des rejets d'effluents atmosphériques chimiques et s'assurer que les valeurs réglementaires de gestion sont respectées.

Observation n° 7

L'IRSN estime que le CEA devrait vérifier la répartition réelle physico-chimique des différentes formes d'azote dans les effluents sanitaires des installations Eole et Minerve et, le cas échéant, s'assurer que les hypothèses retenues pour les effluents industriels ne conduisent pas à sous-estimer l'impact des rejets d'azote dans les effluents sanitaires.

Observation n° 8

L'IRSN estime que le CEA devrait vérifier l'exhaustivité de la liste des substances chimiques d'intérêt retenues en se fondant sur l'ensemble des critères mentionnés dans la note d'information de la Direction générale de la santé (DGS) n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Observation n° 9

L'IRSN estime que le CEA devrait évaluer l'impact des substances chimiques sans seuil d'effet en considérant, lorsque l'exposition débute pendant l'enfance, une « reconstruction » de l'exposition tenant compte des paramètres de chaque classe d'âge entre le début et la fin de l'exposition.

ANNEXE 3 A L'AVIS IRSN N° 2020-00195 DU 10 DECEMBRE 2020

Attentes de l'IRSN

Attente n° 1

Il est attendu que le CEA prenne des dispositions pour identifier l'origine du marquage aux PCB et surveiller son évolution. Si nécessaire, le CEA mettra en œuvre les actions nécessaires en matière de gestion des sols.

Attente n° 2

Il est attendu que le CEA présente la méthode d'assainissement retenue afin de justifier de la possibilité de déclassement des ZppDN des INB n° 42 et n° 95 conformément au guide de l'ASN n° 14 du 30 août 2016 relatif à l'assainissement des structures dans les installations nucléaires de base. Il est notamment attendu dans ce cadre que le CEA présente les épaisseurs totales à retirer, l'objectif d'assainissement retenu et les critères de vérification de l'atteinte de cet objectif.