



Autorité environnementale

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/l-autorite-environnementale-r145.html>

**Avis délibéré de l’Autorité environnementale
sur le démantèlement des installations
nucléaires de base n° 42 (« EOLE ») et n° 95
(« MINERVE ») à Saint-Paul-lès-Durance (13)**

n°Ae : 2021-115

Avis délibéré n° 2021-115 adopté lors de la séance du 22 décembre 2021

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 22 décembre 2021 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le démantèlement des installations nucléaires de base n°42 (« EOLE ») et n° 95 (« MINERVE ») du CEA à Saint-Paul-lès-Durance (13).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Barbara Bour-Desprez, Marc Clément, Pascal Douard, Virginie Dumoulin, Louis Hubert, Christine Jean, Philippe Ledenvic, François Letourneux, Serge Muller, Michel Pascal, Annie Viu, Véronique Wormser.

En application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

Étaient absents : Sophie Fonquernie, Alby Schmitt.

* *
*
*

L'Ae a été saisie pour avis par la direction générale de la prévention et des risques du ministère de la transition écologique. L'ensemble des pièces constitutives du dossier ont été reçues le 5 octobre 2021.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers en date du 18 octobre 2021 :

- le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,
- le préfet des Bouches-du-Rhône,
- le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) de Provence-Alpes-Côte d'Azur, qui a transmis une contribution en date du 23 novembre 2021.

Sur le rapport de Gilles Croquette et de Michel Pascal, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'étude d'impact présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis. Une synthèse des consultations opérées est rendue publique avec la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En cas d'octroi, l'autorité décisionnaire communique à l'autorité environnementale le ou les bilans des suivis, lui permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité des prescriptions, mesures et caractéristiques (article R. 122-13 du code de l'environnement).

Conformément à l'article L. 122-1 V du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.

¹ Formation d'autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD).

Synthèse de l'avis

Le projet consiste dans le démantèlement des installations nucléaires de base (INB) n° 42 et n° 95 respectivement dénommées « EOLE » et « MINERVE ».

Ces installations sont de petits réacteurs expérimentaux, parfois maquettes de réacteurs, installés au début du programme nucléaire, destinés à tester divers procédés de production d'énergie, plusieurs types de réacteurs, et la contamination radiologique d'équipements divers. Ils ont fonctionné de la fin des années 1960 jusqu'aux années 2010.

Les deux INB sont situées au sein du site du CEA à Cadarache, dans la commune de Saint-Paul-lès-Durance (13). Une première phase du démantèlement a déjà eu lieu : enlèvement des combustibles radioactifs. La deuxième et dernière phase consiste à évacuer tous les équipements radioactifs des bâtiments accueillant les installations, de manière à les rendre réutilisables pour d'autres activités à caractère industriel.

Le fonctionnement d'EOLE et MINERVE a été arrêté car les bâtiments les accueillant ne sont pas aux nouvelles normes sismiques applicables à une INB. L'Ae recommande donc de le préciser dans le dossier, et de démontrer que les bâtiments conservés répondent aux normes sismiques en vigueur pour les usages projetés.

Pour l'Ae, les principaux enjeux environnementaux du projet sont :

- la protection radiologique des habitants et des espèces animales, du fait en particulier des émissions radioactives dans l'air,
- la production, la gestion, et le traitement des déchets.

L'Ae formule les principales recommandations suivantes :

- rappeler les opérations déjà conduites et décrire l'ensemble des incidences des opérations de démantèlement quel que soit leur degré de réalisation,
- préciser les exutoires des déchets radioactifs,
- mettre en œuvre l'ensemble des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées dans le dossier,
- prévoir des mesures d'évitement, ou à défaut de réduction, de la pollution émise par les groupes électrogènes de secours.

L'avis détaillé présente l'ensemble des observations et recommandations de l'Ae.

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1 Contexte et contenu du projet

Le projet consiste dans le démantèlement des installations nucléaires de base (INB) n° 42 et n° 95 respectivement dénommées « EOLE » et « MINERVE ».

Ce sont des réacteurs expérimentaux installés au début du programme nucléaire, destinés à tester divers procédés de production d'énergie, plusieurs types de réacteurs, et la contamination radiologique d'équipements divers.

Les deux INB sont situées au sein du site de Cadarache, qui accueille le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA ainsi que le projet ITER. Cadarache est situé entièrement sur la commune de Saint-Paul-lès-Durance², commune rurale de l'extrême nord-est des Bouches-du-Rhône.

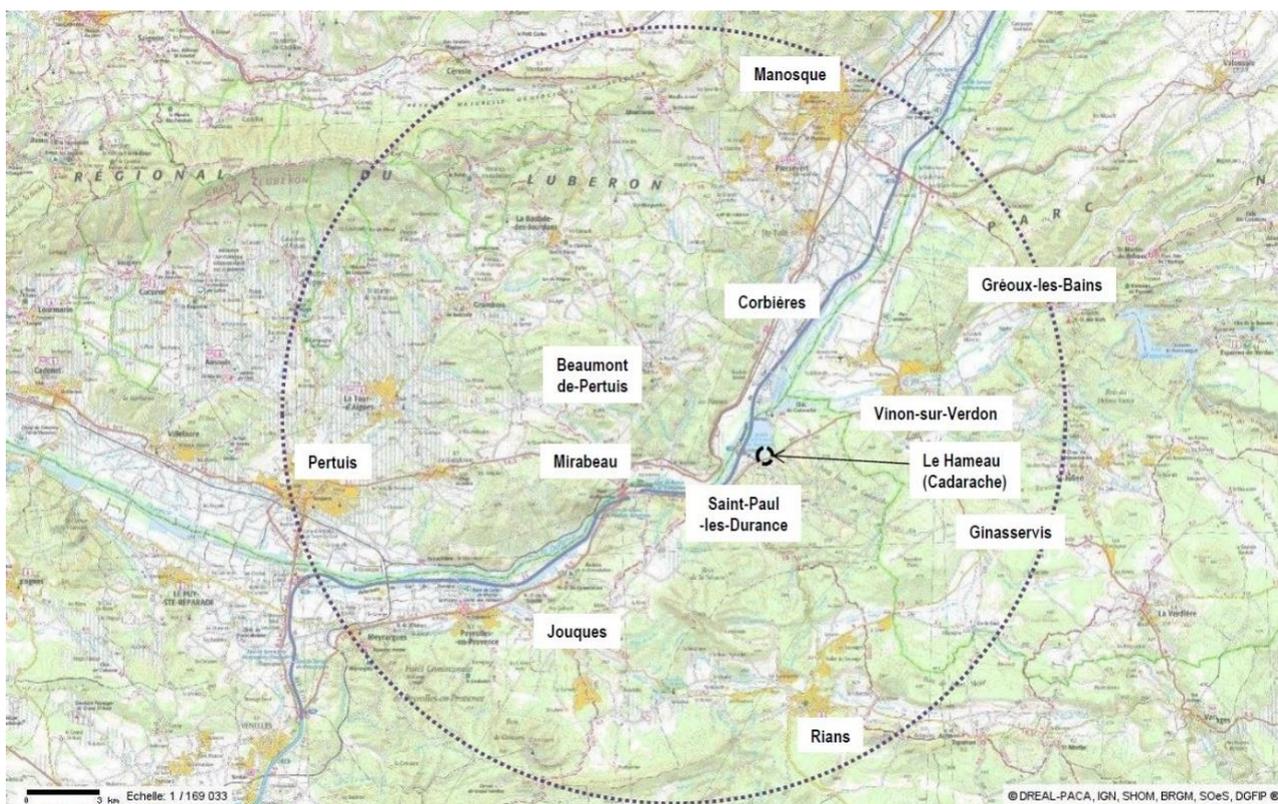


Figure 1 : Plan de situation (Source : dossier)

Sur le site de Cadarache, les installations se situent pratiquement au milieu du site (cf. figure 2).

² Parfois désigné Saint-Paul-lez-Durance.

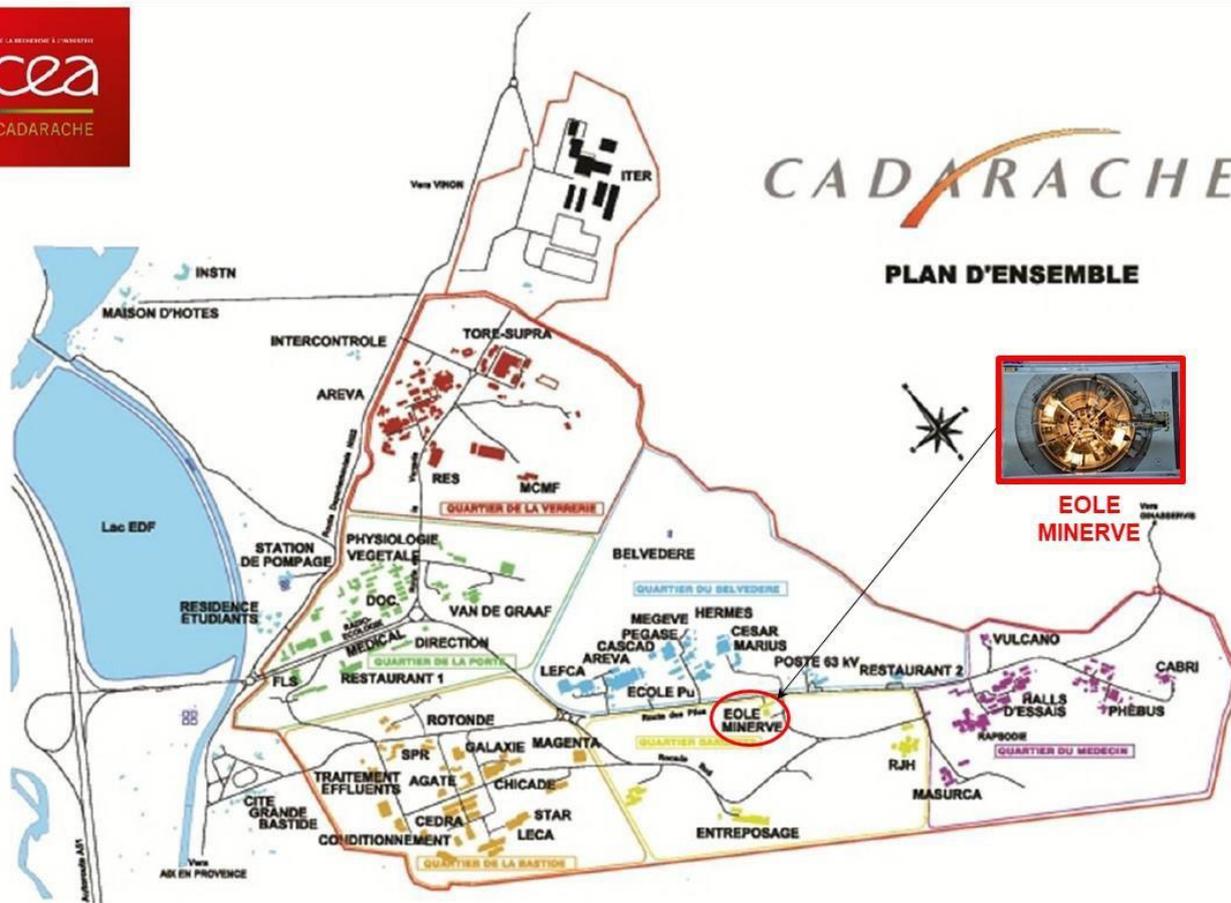


Figure 2 : Localisation des installations EOLE et MINERVE au sein du site de Cadarache (Source : dossier)

Construite dans les années soixante, l'installation EOLE était destinée à tester plusieurs types de réacteurs à eau légère ou à eau lourde. La puissance maximum autorisée était de 1 kW, ce qui est très faible. Elle permettait en particulier de tester les transferts de radioactivité sur des réacteurs à eau sous pression (REP) et à eau bouillante (REB).

Le réacteur MINERVE était un réacteur expérimental de très faible puissance pour les études neutroniques de réseaux de transfert de la chaleur. Il était destiné aux études neutroniques de différentes filières de réacteurs nucléaires, essentiellement pour l'amélioration de la connaissance des données nucléaires de base. Il a, par ailleurs, été utilisé comme support à des activités d'enseignement et de formation (formation de futurs exploitants de réacteurs, travaux pratiques pour les ingénieurs en génie atomique...).

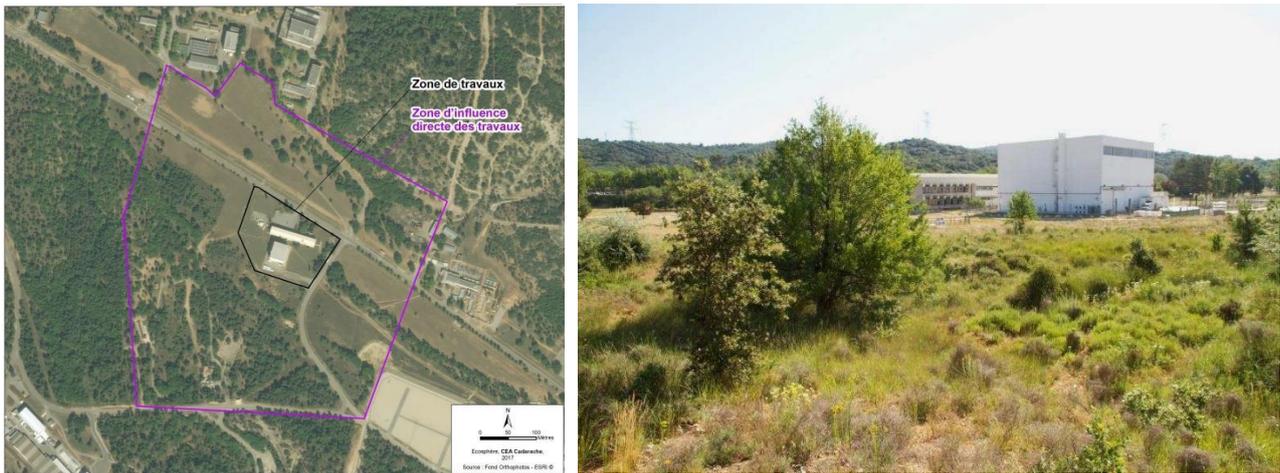


Figure 3 : Vue aérienne et vue ouest du bâtiment des installations EOLE et MINERVE (Source : dossier)

Le fonctionnement d'EOLE et MINERVE a été arrêté car les bâtiments les accueillant ne sont pas aux nouvelles normes sismiques applicables à une INB.

Les travaux de démantèlement et d'assainissement qui seront réalisés ont un double objectif :

- démonter les équipements des réacteurs,
- procéder au contrôle et, si nécessaire, à un assainissement des structures des locaux nucléaires.

Le démantèlement consiste à ôter toutes les constructions et les infrastructures contaminées par la radioactivité, en gardant les bâtiments, ainsi que les équipements lourds existants à l'intérieur (pont levant de 20 t par exemple), pour une éventuelle réutilisation ultérieure.

Le réacteur EOLE était constitué d'un équipement (bloc pile) destiné à recevoir les cuves renfermant les cœurs expérimentaux. Le modérateur utilisé était de l'eau légère qui circulait à température régulée, par l'intermédiaire d'une thermo-station, avec la possibilité d'adjonction de bore. Le cœur était contrôlé par un système de quatre barres de contrôle, le niveau de flux neutronique étant régulé par une barre de pilotage. La puissance autorisée était de 1 kW. Il a fonctionné de 1967 à 2017 principalement en soutien à des réacteurs expérimentaux, comme par exemple PHEBUS (en cours de démantèlement), ou Jules Horowitz, en cours de construction.

La puissance neutronique maximale autorisée pour le réacteur MINERVE était de 100 W. MINERVE était un réacteur refroidi par convection naturelle, le cœur étant immergé sous environ trois mètres d'eau. Ce réacteur a fonctionné de 1959 à 2017.

Pour évaluer la puissance de ces réacteurs, il est intéressant de comparer la puissance d'EOLE 1 kW, (soit 1 000 W) à la puissance d'un réacteur nucléaire moyen aujourd'hui, de l'ordre de 1 000 MW, soit un million de kW.

Il s'agit bien de petits réacteurs, réacteurs « maquette » destinés à de multiples expérimentations, des tests, des recherches de procédés, sur des combustibles, des mises au point. Ils permettent d'examiner à petite échelle ce que subissent le combustible et les matériaux d'un réacteur et d'en tirer des conclusions sur les réacteurs en vraie grandeur. Le dossier décrit succinctement les principales expérimentations qui ont eu lieu tout au long des 50 années de fonctionnement de ces réacteurs.

1.2 Présentation du projet de démantèlement

Les opérations de démantèlement se déroulent en cinq grandes étapes (cf. figure 4).

En l'attente du décret de démantèlement, des opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM) ont été ou seront réalisées dans le cadre des autorisations délivrées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il s'agit aussi de permettre de profiter au mieux des compétences et de la connaissance de l'installation par le personnel d'exploitation encore présent.

Les OPDEM incluent l'évacuation de tous les combustibles, déjà réalisée.

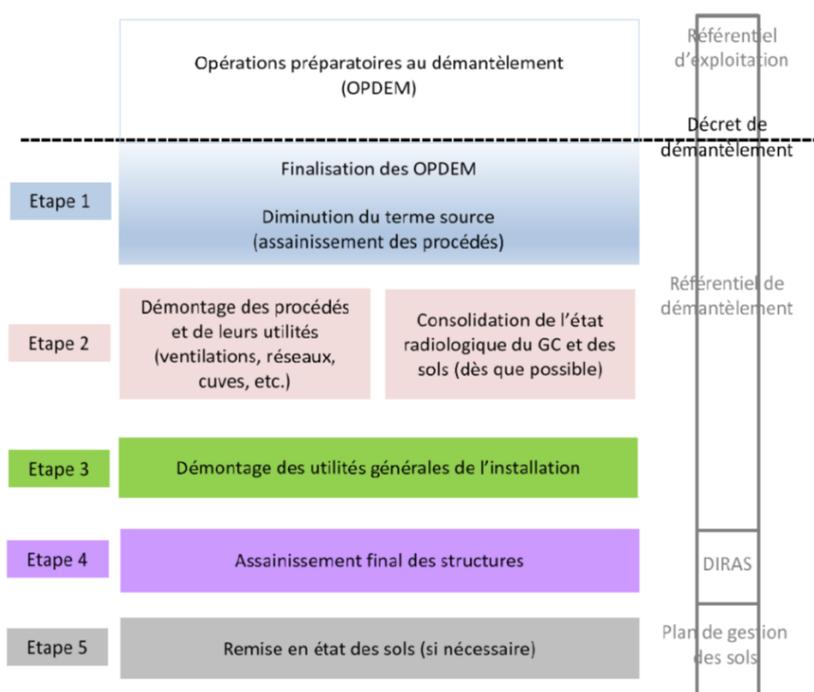


Figure 4 : Étapes du démantèlement (Source : dossier)

Elles comprennent aussi la vidange et l'évacuation des effluents liquides provenant du modérateur des deux réacteurs, l'évacuation des produits chimiques qui ne seront plus utilisés, le « désentreposage » des matières radioactives, la dépose de dispositifs expérimentaux et d'équipements.

Après déclassement des installations, la réutilisation de l'ensemble des locaux est envisagée sans contraintes radiologiques dans un cadre industriel ou de recherche.

Après contrôles, si les terrains sur lesquels sont implantées les installations s'avèrent pollués, chimiquement ou radiologiquement, une stratégie de réhabilitation du site sera définie en accord avec les usages futurs prévus.

Le projet nécessite de créer un espace destiné à accueillir les ouvrages et matériels, nécessaires pour le démantèlement, et conduit à élargir le périmètre de l'INB. Des aires extérieures non bâties au sud et à l'est sont intégrées : la surface de l'INB est ainsi portée de 0,08 ha à 0,6 ha. Le nouveau

périmètre permettra de réaliser des transferts de colis depuis le bâtiment principal vers les aires extérieures en restant dans le périmètre de l'INB.

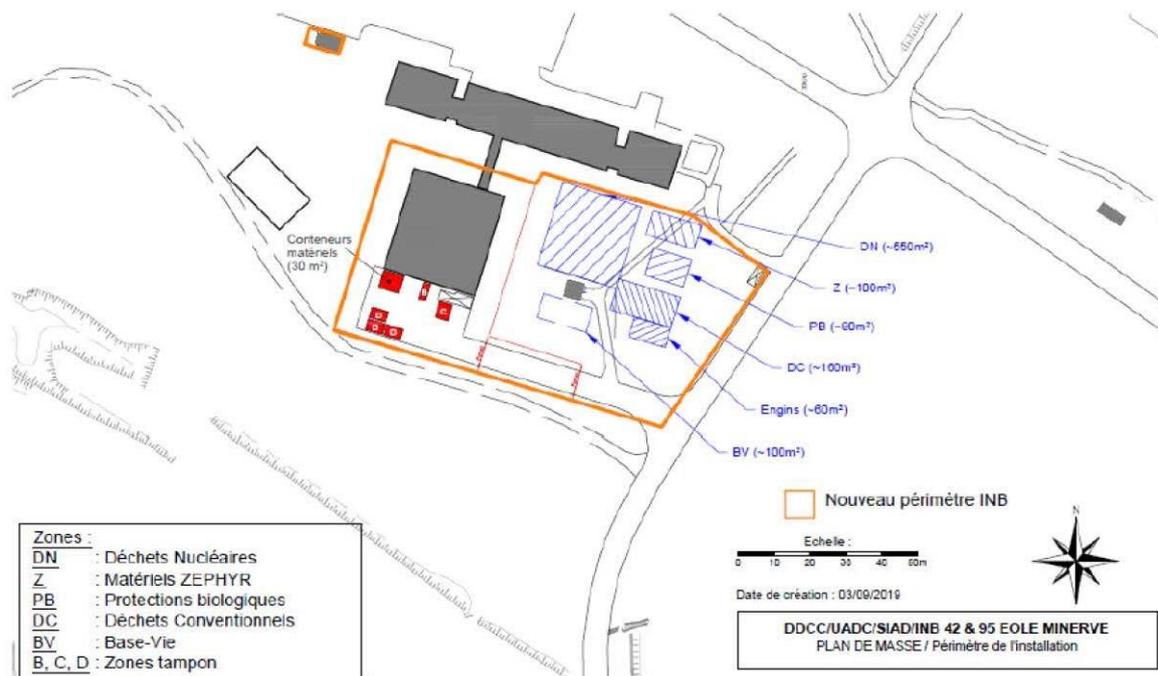


Figure 5 : Nouveau périmètre des INB (Source : dossier)

La durée prévisionnelle du démantèlement est de 17,5 années selon le dossier. Le coût du démantèlement n'est pas précisé dans le dossier.

L'Ae recommande de préciser le coût du démantèlement.

Le projet tel qu'il est défini dans le dossier ne prend pas en compte les OPDEM qui auront pu être achevées avant l'entrée en vigueur du décret de démantèlement dans le cadre d'autorisations existantes³. Il est ainsi indiqué que « *L'état initial physique des INB 42-95 dépendra de l'avancement des opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM). À ce jour, les réacteurs ont été vidés de leurs combustibles, les effluents liquides issus des modérateurs ont été évacués et l'évacuation des matières radioactives est en cours* ».

Selon la directive « projets »⁴ et le code de l'environnement, le projet devrait inclure l'ensemble des opérations conduisant au démantèlement de l'installation depuis sa mise à l'arrêt (les OPDEM en font donc partie). En effet, selon l'article L. 122-1 II 5° du code de l'environnement : « *Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité* ».

³ Dans le cadre de décisions déjà adoptées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

⁴ Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, modifiée par la directive 2014/52/UE du 16 avril 2014.

À titre d'exemple, il est écrit dans le dossier que, du fait de l'évacuation d'une bonne partie de crayons combustibles, 95 % de la radioactivité a disparu, mais le dossier est muet sur la destination de ces matières.

Pour pouvoir apprécier l'ensemble des incidences du démantèlement, l'Ae recommande d'inclure dans l'étude d'impact l'ensemble des incidences des opérations de démantèlement OPDEM quel que soit leur degré de réalisation.

Le démantèlement génèrera des déchets radioactifs et des déchets conventionnels. Les quantités de déchets radioactifs solides sont estimées à 188 t dont 185 t de déchets de très faible activité (TFA) et 3 t de déchets de faible ou moyenne activité à vie courte (FMA-VC). La masse des déchets conventionnels qui seront produits est estimée à 124 t. Le CEA envisage de réutiliser certains équipements pour une nouvelle installation (projet ZEPHYR). Il a néanmoins été indiqué oralement aux rapporteurs que cette solution n'était pas confirmée à ce stade. L'abandon de cette option conduirait à augmenter les tonnages de 11 t pour les déchets radioactifs (déchets TFA) et de 5 t pour les déchets conventionnels.

Le dossier précise le nombre de colis et de transports correspondant à l'ensemble des déchets radioactifs, ainsi que leurs exutoires. Le volume des déchets radioactifs sans filière immédiate (déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), détecteurs incendie, néons non protégés) est estimé à 3 m³.

Le dossier indique que le projet est compatible avec le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) 2016–2018 qui classifie les déchets selon leur dangerosité et leur durée de vie et définit des filières et conditionnements par filière. Le futur PNGMDR 2021–2025 a fait l'objet d'un [avis de l'Ae le 18 novembre 2021](#). Il comporte des nouveautés dans la gestion des déchets radioactifs, notamment les déchets à très faible activité en ouvrant la possibilité de leur « libération ». Ceux-ci seraient alors considérés comme non radioactifs, et recyclables dans l'industrie conventionnelle. Le dossier devrait préciser les conséquences potentielles résultant de l'adoption de ce plan.

L'Ae recommande de préciser les exutoires des déchets radioactifs ainsi que les conséquences éventuelles de l'adoption du projet de PNGMDR 2021–2025 en cours d'élaboration.

Le démantèlement d'EOLE et de MINERVE génère également des effluents liquides. Le volume des effluents industriels est estimé à 5 m³ par an pendant les activités de fonctionnement (période précédant le démantèlement) et à 18 m³ pour l'ensemble des opérations de démantèlement. Les opérations de démantèlement et d'assainissement ne produiront *a priori* pas d'effluents actifs. Si cela était le cas, ces effluents seraient transférés en fonction de leurs caractéristiques vers la station « Agate » de Cadarache, dédiée au traitement de ce type d'effluents, ou vers la station de traitement des effluents liquides (STEL) du centre CEA de Marcoule.

Le dossier mentionne également que des effluents liquides ont d'ores et déjà été évacués lors d'OPDEM déjà réalisées, sans fournir de précisions sur la nature et les volumes ni les exutoires concernés.

1.3 Procédures relatives au projet

Les installations nucléaires de base (INB), à l'issue de leur période de fonctionnement, font l'objet d'opérations de démantèlement qui sont un préalable à une éventuelle libération du site sur lequel elles sont implantées ou à une réutilisation de celui-ci pour une autre activité.

Le dossier vise à obtenir l'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MADDEM) des INB n° 42 et n° 95. L'article L. 593-25 du code de l'environnement prévoit en effet que la MADDEM d'une installation nucléaire de base est subordonnée à une autorisation préalable délivrée par décret, après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Le processus se terminera par une autorisation de déclasserement des INB prise par l'ASN et homologuée par les ministres concernés.

La demande d'autorisation de démantèlement est présentée conformément au décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007, relatif aux INB et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives et au décret n° 2016-0846 du 28 juin 2016 le modifiant, relatif à la modification, à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'à la sous-traitance.

Cette demande fera l'objet d'une enquête publique. S'agissant d'un projet porté par un établissement public placé sous la tutelle de la ministre chargée de l'environnement, l'Ae est compétente en application de l'article R. 122-6 du code de l'environnement pour rendre le présent avis.

1.4 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Pour l'Ae, les principaux enjeux environnementaux du projet sont :

- la protection radiologique des habitants et des espèces animales, du fait en particulier des émissions radioactives dans l'air,
- la production, la gestion, et le traitement des déchets.

2. Analyse de l'étude d'impact

Le dossier est didactique et bien présenté. Il comporte un fascicule spécifique rassemblant un glossaire et un dictionnaire permettant au lecteur non spécialiste de comprendre plus facilement les aspects techniques. L'étude d'impact pourrait être encore améliorée en présentant une brève synthèse à la fin de chaque thématique traitée.

S'agissant des zones d'étude, l'Ae relève que les informations fournies dans le dossier ne sont pas cohérentes. Il est indiqué en introduction que deux zones d'étude sont prises en considération : la zone rapprochée d'une surface de 1,9 ha et la zone éloignée qui s'étend sur une vingtaine de kilomètres autour de l'installation. Pour l'étude des milieux naturels, une troisième zone est pourtant mentionnée, d'une surface de 27 ha.

L'Ae recommande de mettre à jour la description des zones d'étude afin de présenter l'ensemble de celles utilisées pour l'analyse des thématiques environnementales.

2.1 État initial

Les données disponibles sur la qualité radiologique de l'air et les mesures d'exposition externe ne mettent pas en évidence d'anomalie significative. En particulier, la dose ajoutée reste, dans tous les cas, inférieure à la limite de 1 mSv/an⁵ pour le public, y compris en clôture du centre de Cadarache.

L'analyse des sols autour des INB n° 42 et n° 95 montre un niveau d'activité comparable à ce qui est mesuré hors Cadarache. Des traces de polychlorobiphényle (PCB) ont été retrouvées dans les échantillons prélevés à l'ouest du bâtiment principal. Les prélèvements effectués dans des fruits, légumes, lait de chèvre et thym dans les environs de Cadarache ne montrent pas d'anomalie.

L'air est généralement de bonne qualité, mais des dépassements de la valeur cible pour la protection de la santé sont constatés plus de 25 jours par an pour l'ozone, majoritairement en période estivale. Ce phénomène est attribué, selon le dossier, à des déplacements d'air pollué issu de régions situées au sud de Cadarache. L'hiver, le chauffage et les brûlages (à l'extérieur du site du CEA) sont à l'origine d'émissions de particules fines qui dégradent la qualité de l'air. Des risques de dépassement pour les oxydes d'azote existent aussi. Concernant les documents de référence, le dossier devrait être mis à jour pour tenir compte du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet), adopté le 26 juin 2019, qui a notamment remplacé le schéma régional climat air énergie (Srcae) mentionné dans le dossier. Le dossier devrait comporter une analyse de la cohérence du projet de démantèlement avec ce schéma.

La qualité chimique et radiologique des eaux souterraines est bonne, tout comme la qualité physico-chimique, radiologique et biologique des eaux et milieux associés à la Durance.

Le site de Cadarache est caractérisé par une biodiversité riche. Il est entouré par le Parc naturel régional du Verdon et par celui du Luberon. Une analyse des enjeux écologiques a été réalisée pour la zone EOLE et MINERVE en prenant en considération une surface totale de 27 ha. Les pelouses sèches représentent un enjeu moyen. Les inventaires floristiques ont mis en évidence la présence de 142 espèces d'espèces végétales dont une espèce protégée au niveau national, la Nonnée brune. Les inventaires réalisés sur la faune ont permis de recenser :

- 21 espèces d'insectes dont une, l'Arcyptère provençale, qualifiée de remarquable,
- deux espèces d'amphibiens, toutes deux protégées (le Crapaud calamite et le Pélodyte ponctué),
- trois espèces de reptiles, dont deux présentées comme ayant un niveau d'enjeu de conservation notable (le Léopard ocellé, avec un enjeu « fort », et le Psammodrome d'Edwards, avec un enjeu « assez fort »),
- 29 espèces d'oiseaux dont 25 protégées et quatre auxquelles est attribué un niveau d'enjeu de conservation « moyen » (la Bondrée apivore, l'Alouette lulu, le Hibou petit-duc et l'Hirondelle des rochers),
- quatre espèces de chauves-souris, avec un niveau d'activité très faible à moyen au niveau des bâtiments existants et à proximité directe, notamment la Pipistrelle pygmée dont l'enjeu de conservation est qualifié de « moyen »,

⁵ L'effet biologique de la radioactivité se mesure par la dose efficace. Elle s'exprime en Sievert (Sv) ou plus généralement en millisievert (mSv ou 0,001 Sv) ou en microsievert (µSv ou 0,001 mSv).

- trois espèces de mammifères (le Sanglier, le Chevreuil et le Lapin de garenne) ne présentant pas d'enjeu de conservation notable.

Le site de Cadarache est en zone de sismicité moyenne (classée au niveau 4 sur une échelle de 5).

Le dossier confond l'état initial avec le scénario de référence. Le scénario de référence devrait décrire l'évolution probable de l'environnement (à partir de l'état initial donc) en l'absence de projet. Dans le cas présent, le scénario de référence devrait décrire l'évolution de l'environnement si le démantèlement n'était pas réalisé. Il est toutefois précisé que le démantèlement est prescrit par la loi.

2.2 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu

Le dossier présente l'analyse qui a conduit au choix du scénario de démantèlement.

Pour tous les scénarios examinés avec démantèlement, le choix du démantèlement immédiat a été retenu conformément à la réglementation.

Quatre scénarios ont été envisagés en considérant des alternatives pour l'état final (conservation du bâtiment principal ou déconstruction) et pour l'organisation des opérations (réalisées successivement ou en parallèle). Les critères considérés sont l'impact sur l'environnement, la gestion des déchets, la sûreté et la sécurité des opérations, le coût de réalisation, l'impact sur les capacités financières de l'établissement et le délai de réalisation.

Les scénarios dans lesquels est prévue la conservation du bâtiment principal se révèlent plus avantageux tant du point de vue environnemental qu'économique par rapport à ceux prévoyant sa destruction avec restauration du site naturel et construction d'autres bâtiments ailleurs du coup, car on réutilise les bâtiments.

Le dossier ne démontre pas que les bâtiments conservés répondent aux normes sismiques pour l'usage projeté. Il est essentiel de crédibiliser le scénario retenu sur la question du séisme.

L'Ae recommande de démontrer que les bâtiments conservés répondent aux normes sismiques en vigueur pour les usages projetés.

2.3 Analyse des incidences du projet et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

2.3.1 Effets radiologiques

Incidences des rejets atmosphériques

Des effluents atmosphériques seront rejetés par la cheminée de l'installation, d'une hauteur de 18 m, où est envoyé l'air extrait des locaux par le système de ventilation, après passage sur des filtres à très haute efficacité (THE). Le débit d'extraction de la cheminée est d'environ 5 000 m³/h. Les gaz

émis présentent une radioactivité due à la mise en suspension de particules lors des opérations d'assainissement et des opérations de découpe d'éléments activés ou contaminés.

Les rejets atmosphériques de l'installation en conditions normales d'exploitation, ainsi que pendant les opérations préparatoires au démantèlement, qui pourraient perdurer après l'obtention du décret, et la période de surveillance, seront couverts par les limites annuelles de rejets en vigueur pour EOLE et MINERVE.

Pour les opérations de démantèlement, l'activité⁶ des rejets atmosphériques est très faible, elle est estimée à environ $5,0 \cdot 10^6$ Bq pour le tritium, de l'ordre de 300 Bq en émetteurs bêta-gamma (hors tritium) et d'une dizaine de Bq en émetteurs alpha.

Selon ces estimations, le rejet de tritium représenterait 28 % de la limite annuelle autorisée de l'installation EOLE-MINERVE et 160 % de la limite mensuelle autorisée dont 124 % pour la seule opération de découpe du plancher d'EOLE dont la durée devrait être de quelques semaines. Un dépassement est néanmoins considéré comme très peu probable compte tenu des hypothèses conservatrices utilisées. Il n'est donc pas demandé de modification des limites actuelles de rejet. L'Ae fait toutefois remarquer que dans ce cas l'installation ne peut en aucun cas dépasser le plafond, même pour une période limitée.

Les incidences sur la santé humaine sont évaluées en prenant en considération des émissions égales aux limites de rejet autorisées (hypothèse majorante) auxquelles sont ajoutés les rejets de tritium estimés pour l'opération de démantèlement. Les doses calculées sont au moins plusieurs centaines de milliers de fois inférieures à la dose de 0,01 mSv jugée non préoccupante au titre de la radioprotection⁷. L'impact sanitaire des rejets atmosphériques radioactifs du démantèlement d'EOLE et de MINERVE est non préoccupant et les incidences sur l'environnement sont qualifiées de négligeables.

Incidences des rejets liquides

L'activité volumique des effluents industriels produits pendant le fonctionnement de l'installation (5 m^3 par an) est prise égale au maximum de l'activité volumique mesurée sur ce type d'effluents entre 2012 et 2016. L'activité est estimée à $9,5 \cdot 10^3$ Bq/an pour les émetteurs bêta-gamma autres que le tritium et à $2,35 \cdot 10^1$ Bq/an pour les émetteurs alpha.

Pour les opérations de démantèlement, l'activité associée aux effluents de douches de décontamination (13 m^3) et aux effluents générés lors de la découpe des bétons (5 m^3) est évaluée à $2,71 \cdot 10^5$ Bq pour le tritium, $2,4 \cdot 10^5$ Bq pour les autres émetteurs bêta-gamma et à $9,82 \cdot 10^2$ Bq pour les émetteurs alpha.

⁶ La radioactivité est un phénomène physique propre à certains produits naturels ou artificiels, qui émettent des électrons (radioactivité bêta) et/ou des photons (radioactivité gamma), des neutrons, des noyaux d'hélium (radioactivité alpha). Elle se mesure en becquerel (Bq) : un Bq correspond à la désintégration d'un noyau radioactif par seconde. On parle aussi de MBq (millions de becquerels) ou de GBq (milliards de becquerels).

⁷ La dose efficace maximale du fait des rejets dans l'air pour les populations vivant à proximité est estimée au maximum à $1,4 \cdot 10^{-8}$ mSv/an dans le cas de rejets correspondant aux limites annuelles autorisées et à $1,1 \cdot 10^{-9}$ mS pour le rejet ponctuel de tritium généré par la découpe du plancher.

Au vu de ces estimations, des modifications des limites annuelles de transfert à la station d'épuration des effluents industriels⁸ sont proposées :

- définition d'une limite de transfert pour le tritium de $3,0 \cdot 10^5$ Bq/an,
- réduction de la limite de transfert pour les émetteurs alpha à $6,0 \cdot 10^3$ Bq/an, soit 5 % de la limite actuelle.

L'Ae souligne l'intérêt de cette démarche, qui tient compte des recommandations qu'elle a pu émettre sur d'autres projets de démantèlement pour lesquels les valeurs limites étaient des valeurs enveloppes très largement surestimées en dehors de toute démarche « éviter, réduire, compenser ».

L'activité rejetée en Durance sur la durée totale du démantèlement est très faible, elle est estimée sur la base des limites annuelles de rejet proposées à $1,06 \cdot 10^7$ Bq, ce qui est une démarche majorante. Les doses annuelles maximales calculées pour la population sont très faibles, dix mille fois moins que la dose de 0,01 mSv jugée non préoccupante pour la radioprotection⁹. L'impact dosimétrique des rejets d'effluents industriels est non préoccupant et les incidences sur l'environnement sont qualifiées de négligeables.

2.3.2 Incidences des rejets liquides chimiques

Les incidences sont évaluées en prenant en compte un volume d'effluents sanitaires de 135 m³/an et des hypothèses conservatrices pour les effluents industriels.

Les flux annuels maximaux de rejets en Durance générés par le démantèlement d'EOLE et MINERVE sont comparés aux rejets d'effluents liquides présentés dans l'étude d'impact du Centre de Cadarache, tenant compte des autorisations de rejets actuellement en vigueur. Les flux générés par le projet représentent au maximum 0,02 % du flux maximal autorisé pour le centre de Cadarache pour les éléments faisant l'objet d'une autorisation. Le dossier présente également des résultats pour des éléments chimiques complémentaires non couverts par l'autorisation. Ceci fait apparaître des résultats élevés pour le démantèlement d'EOLE et de MINERVE pour le cadmium (28 % des rejets maximum du centre de Cadarache) et le mercure (12 %). Il serait utile de commenter ces résultats.

Les incidences résiduelles des rejets sur la santé humaine et sur l'environnement sont évaluées. Le risque sanitaire est non préoccupant et l'impact sur l'environnement et sur la qualité des eaux de la Durance est qualifié de très faible. Ces résultats n'appellent pas d'observation de la part de l'Ae.

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin « Rhône-Méditerranée » fixe des objectifs de réduction de rejets de nombreuses substances chimiques. Le dossier est pourtant muet sur la part que va prendre le projet dans ces objectifs de réduction.

L'Ae recommande de préciser en quoi le projet contribue à l'atteinte des objectifs de réduction de rejets du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin « Rhône-Méditerranée ».

⁸ Les limites annuelles d'activité des effluents industriels liquides transférables à la station d'épuration des effluents industriels en vigueur pour EOLE et MINERVE sont fixées par la décision n° 2017-DC-0597 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017.

⁹ La dose annuelle maximale pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance est de $9,7 \cdot 10^{-7}$ mSv/an.

2.3.3 Milieu naturel

Les incidences potentielles les plus significatives concernent le Lézard ocellé dont certains habitats de chasse seront détruits, avec également un risque d'écrasement d'individus et un dérangement notable en phase chantier. Il est envisagé une limitation des emprises du chantier ainsi que la création de gîtes (pierres).

Il est également prévu d'adapter le calendrier de projet pour réduire le risque de destruction de la faune et l'éviter dans le cas des passereaux nicheurs et en particulier de l'Alouette lulu.

Une mesure d'accompagnement pour les chiroptères est prévue. Il s'agit du suivi du maintien de la continuité et de la fonctionnalité écologiques du cordon boisé du Ravin de la Bête après les travaux.

Les mesures sont indiquées comme étant « proposées » ou « suggérées » par le bureau d'études ayant réalisé l'étude écologique. Il convient de confirmer l'engagement du maître d'ouvrage sur leur réalisation.

L'Ae recommande de mettre en œuvre les mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées dans le dossier.

2.3.4 Émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre

Les émissions de polluants atmosphériques sont estimées en prenant en compte le fonctionnement des véhicules et du groupe électrogène fixe (groupe de secours qui fonctionne quelques heures par an). Les rejets atmosphériques totaux annuels sont estimés au maximum à 199 kg pour les oxydes d'azote (NO_x) et à 4,6 kg pour les particules fines (PM). Les concentrations ajoutées dans l'air sont calculées en considérant le maximum horaire pouvant être atteint.

La concentration maximale horaire est calculée, ce qui conduit dans le cas des oxydes d'azote (NO_x) à des valeurs très élevées avec par exemple 822 µg/m³ à une distance de 300 m (ce qui correspond à l'installation la plus proche). Cette valeur est plus de huit fois supérieure à la valeur toxicologique de référence¹⁰. Le dossier conclut que l'impact sanitaire est non préoccupant compte tenu des hypothèses majorantes utilisées pour le fonctionnement des véhicules notamment. Cette conclusion n'est pas satisfaisante dans la mesure où l'essentiel de la contribution (85 % environ) est lié au fonctionnement du groupe électrogène de secours pour des conditions de vent qualifiées de « pénalisantes » mais également considérées comme représentatives des conditions observables sur le site.

Compte tenu des résultats obtenus, des mesures d'évitement, ou à défaut de réduction de ces pollutions devraient être proposées.

L'Ae recommande de prévoir des mesures d'évitement, ou à défaut de réduction, de la pollution émise par les groupes électrogènes de secours.

¹⁰ Et plus de quatre fois supérieure à la valeur limite réglementaire de 200 µg/m³ qui ne doit pas être dépassée plus de 18 heures par an.

S'agissant des PM_{2,5}, qui sont les particules fines les plus dangereuses puisque ce sont elles qui entrent le plus facilement dans les poumons, le dossier mentionne qu'il n'existe pas de limite réglementaire plus sévère que celle s'appliquant aux particules PM₁₀, ce qui est exact. Il est cependant muet sur le respect d'objectifs sanitaires sur les rejets.

Cependant, le Haut comité de la santé publique (HCSP) préconise l'adoption de seuils et l'Union européenne a fixé son objectif de qualité à 20 µg/m³ en moyenne sur l'année. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande, quant à elle, une valeur de 10 µg/m³.

L'Ae recommande de compléter le dossier par une comparaison des rejets du projet avec les seuils et plafonds préconisés par l'Union européenne et par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Les émissions de gaz à effet de serre sont estimées en prenant en compte les émissions maximales générées par le fonctionnement du groupe électrogène de secours et des engins de chantier (17 tCO_{2e}/an), par les camions de transport (113 tCO_{2e}/an), le transport du personnel (79 tCO_{2e}/an) soit un total de 210 tCO_{2e}/an. Cette information devrait être complétée par la consommation énergétique et le volume total d'émissions générées sur l'ensemble de la durée du projet (de la construction au démantèlement, y compris la gestion des déchets pendant l'intégralité de leur durée de vie).

L'Ae recommande de fournir l'estimation de la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble du projet, de sa construction à son démantèlement, y compris la gestion des déchets pendant l'intégralité de leur durée de vie.

2.3.5 Effets cumulés

Les effets cumulés prennent en considération le site de Cadarache, ITER ainsi que le démantèlement des INB n° 25 et n° 52 (RAPSODIE et ATUE), trois projets de centrales photovoltaïques, un défrichage lié à la construction d'une plateforme de démonstration et d'expérimentation des technologies liées aux grandes centrales solaires (projet MEGASOL) et le projet d'alimentation en eau brute du site de Cadarache. L'analyse des effets cumulés est claire et conclut notamment à des effets cumulés des rejets radiologiques non préoccupants pour la santé humaine.

Cette analyse pourrait être utilement complétée en tenant compte d'autres démantèlements en cours ou à venir tels que ceux des INB n° 92 (PHEBUS) et du Magasin central des matières fissiles (INB n° 53 – MCMF), ainsi que d'autres projets tels que l'amélioration de la bretelle de sortie A51 de l'échangeur n° 17 de Cadarache, sur lesquels existent des avis de l'Ae. L'Ae relève également que l'analyse des effets cumulés réalisée pour le démantèlement de l'INB n° 53 prend en considération deux autres projets qui n'ont pas été examinés dans le cas d'EOLE et de MINERVE : la modification de l'INB n° 39 (MASURCA) et la création d'un barreau routier d'accès à la zone du Pas de Menc à Vinon-sur-Verdon.

La prise en compte de l'ensemble de ces projets serait nécessaire pour compléter l'analyse des effets cumulés notamment concernant la consommation énergétique, les déplacements, les émissions de gaz à effet de serre et les milieux naturels.

L'Ae recommande de compléter l'analyse pour rendre compte effectivement de l'ensemble des effets cumulés sur la consommation énergétique, les déplacements, les émissions de gaz à effet de serre et les milieux naturels.

2.4 Évaluation des incidences Natura 2000

Quatre sites Natura 2000¹¹ se trouvent à moins de dix kilomètres de la zone d'étude :

- deux zones spéciales de conservation (ZSC) : « La Durance » (identifiant n° FR9301589) et la « Montagne Sainte Victoire » (identifiant n° FR9301605),
- deux zones de protection spéciale (ZPS) : « La Durance » (identifiant n° FR9312003) et le « Massif du Petit Luberon » (identifiant n° FR9310075).

Des interactions potentielles sont identifiées pour un milieu naturel ayant justifié la désignation du site de la « Montagne Sainte Victoire » (les « pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'emboisement sur calcaires ») ainsi que deux espèces d'oiseaux ayant justifié la désignation des deux ZPS (l'Alouette lulu et la Bondrée apivore).

Après analyse de ces interactions, le dossier conclut à l'absence d'incidences du projet de démantèlement d'EOLE-MINERVE sur les sites Natura 2000. L'Ae n'a pas d'observation à formuler sur ces conclusions.

2.5 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets

Le suivi environnemental reprend le dispositif de suivi radiologique, notamment du personnel et de l'environnement, prévu à l'échelle du projet mais aussi dans le cadre du suivi du centre de Cadarache.

L'étude écologique propose, dans le cadre de la mesure visant à créer des gîtes pour le Lézard ocellé, un suivi de l'occupation de ces gîtes. Il conviendrait de confirmer la mise en œuvre de cette mesure de suivi.

Le dossier mentionne le processus de réexamen de la sûreté de l'installation et de la stratégie globale de démantèlement de l'ensemble des installations nucléaires du CEA. Compte tenu de la durée de 17,5 années prévue pour la réalisation du projet, celui-ci est susceptible d'évoluer, de même que son environnement. Le cas échéant, son évaluation environnementale pourrait devoir faire l'objet d'une actualisation.

L'Ae recommande d'actualiser l'évaluation environnementale du projet en cas d'évolution substantielle de celui-ci au cours de la période prévue pour sa réalisation.

¹¹ Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « Habitats » sont des zones spéciales de conservation, ceux qui le sont au titre de la directive « Oiseaux » sont des zones de protection spéciale.

2.6 Résumé non technique

Le résumé non technique reflète bien le contenu de l'étude d'impact. Il est bien proportionné et didactique.

L'Ae recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les conséquences des recommandations du présent avis.

3. Rapport de sûreté et étude de maîtrise des risques

Le dossier comporte, comme cela est requis pour les projets concernant une installation nucléaire, un rapport de sûreté et une étude de maîtrise des risques. Les risques liés aux actes de malveillance d'origine interne et externe font l'objet d'études spécifiques classifiées soumises à l'approbation de l'autorité compétente (haut fonctionnaire de défense et de sécurité). Pour des raisons de sécurité, ces études ne sont pas incluses dans le dossier.

Les deux documents sont largement redondants, avec de nombreux paragraphes strictement identiques, ce qui nuit à leur lecture. Le rapport de sûreté décrit les risques. L'étude de maîtrise des risques décrit aussi les risques et les actions prévues pour les réduire et les maîtriser.

Ces deux documents constituent les documents de référence pour l'instruction de l'Autorité de sûreté nucléaire. L'Ae n'a pas compétence pour formuler un avis relatif à la sûreté, aussi se limite-t-elle dans cet avis à quelques remarques d'ordre général.

Les installations EOLE et MINERVE ne sont plus concernées par des risques de réactivité et de criticité, les réacteurs étant à l'arrêt et vidés de tout combustible : 99 % de la radioactivité du site a déjà disparu, par l'évacuation des « crayons combustibles ». Il serait nécessaire, comme l'Ae l'a relevé plus haut, que le dossier précise où ont été évacués ces combustibles, et s'ils sont considérés comme « matières » (c'est-à-dire susceptibles d'être réutilisés), ou déchets.

Cette évacuation a permis aux installations d'éviter de se conformer à la deuxième règle de sûreté de l'ASN concernant le séisme, la plus contraignante, en application de la décision n° 2014-DC-0466 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 30 octobre 2014. Il serait intéressant que le dossier précise de quelle manière les installations se sont conformées à la première règle de sûreté concernant le séisme.

Il reste des matériaux susceptibles d'avoir été activés, c'est-à-dire d'être radioactifs pour avoir été en contact ou à proximité d'éléments eux-mêmes radioactifs.

Le rapport distingue les risques nucléaires des autres risques.

Pour les risques nucléaires, il distingue deux types : les risques d'origine interne à l'installation et les risques d'origine externe.

S'agissant des risques nucléaires d'origine interne, on distingue deux types de risques :

- les risques de dissémination à l'extérieur de l'installation de matières radioactives situées dans les bâtiments et qui seraient déplacées,
- les risques d'exposition des personnes travaillant dans l'installation.

Les risques de dissémination de matières radioactives font l'objet de mesures :

- de prévention : découpe mécanique plutôt que thermique, aspiration au plus près des découpes, sous eau ou sous confinement si nécessaire, port par les personnels d'équipements de protection y compris des voies respiratoires, prévention contre l'épandage d'effluents liquides, confinement statique et dynamique des chantiers,
- de surveillance : balises de détection de la contamination radioactive atmosphérique dans les zones de chantier, contrôle périodique de la contamination surfacique des locaux, contrôle de non contamination des sorties des matériels, déchets et personnels,
- de limitation des conséquences : succession des barrières de confinement, formation des opérateurs, organisation d'équipes locales de premiers secours.

Les risques d'exposition des personnes travaillant dans l'installation sont traités par le balisage des zones à risque et l'organisation des interventions et des circulations en fonction de l'évolution des chantiers, la formation des personnels habilités, la limitation des temps d'intervention, la distance aux sources et les écrans entre les sources et les personnes, la surveillance radiologique du débit de dose externe dans les locaux, la surveillance de l'exposition externe individuelle (dosimètres individuels), l'arrêt des opérations et le repli du chantier en cas d'alerte.

Les risques d'origine externe résultent des installations périphériques à moins de 1 km, au nombre de 10. Seul un accident sur le futur réacteur « Jules Horowitz », à 700 m pourrait avoir des conséquences significatives. Un accident dans cette INB conduirait à la mise en œuvre de mesures de protection des personnels des installations EOLE et MINERVE.

Le risque nucléaire maximal est celui relatif à un séisme de forte intensité conduisant à la ruine du bâtiment. Les conséquences radiologiques, très faibles, sont décrites dans le dossier.

Les risques d'origine non nucléaire sont des risques mécaniques (émission accidentelle de projectiles, défaillance d'appareils sous pression, collisions, chutes de charge), des risques d'explosion, d'incendie, d'inondation, chimiques ou liés à l'amiante, des risques de perte de fonctionnalités (alimentation électrique, ventilation, alimentation en fluides, surveillance) et des risques organisationnels (co-activité notamment), risques liés au transport alentour.

Ces risques font l'objet de mesures de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences qui concernent notamment la conformité et le contrôle des équipements utilisés, la formation des opérateurs, la préparation et la surveillance des opérations, l'interdiction de survoler des équipements ou des personnes, la limitation des quantités de produits inflammables ou susceptibles d'exploser, la surveillance du dihydrogène dans le local batteries, la ventilation des locaux, la limitation des sources d'ignition, la détection incendie, la résistance des barrières de confinement. Les risques de perte de fonctionnalités sont maîtrisés par leur redondance et par des équipements de secours. Une perte de fonctionnalité entraîne en outre l'arrêt des opérations en cours.

L'étude de maîtrise des risques présente succinctement les retours d'expérience d'opérations de démantèlement similaires, en présentant leur prise en compte pour EOLE et MINERVE. Ce retour est intéressant, mais il aurait été utile de signaler s'il y a eu ou non des événements non prévus, des incidents, dans ces opérations, de telle manière à en faire également un retour d'expérience pour éviter leur répétition.