



Autorité environnementale

**Avis délibéré de l’Autorité environnementale sur le
démantèlement de l’installation « Parc d’entreposage
des déchets radioactifs » de Cadarache (INB 56) (13)**

n°Ae : 2025-017

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 27 mars 2025 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le démantèlement de l'installation « Parc d'entreposage des déchets radioactifs » de Cadarache (INB 56) (13).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Karine Brulé, Marc Clément, Virginie Dumoulin, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneux, Laurent Michel, Olivier Milan, Serge Muller, Jean-Michel Nataf, Alby Schmitt, Éric Vindimian.

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.

N'a pas participé à la délibération, en application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae :

Étaient absent(e)s : Laure Tourjansky, Véronique Wormser.

* *
*

L'Ae a été saisie pour avis par le préfet des Bouches-du-Rhône, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 30 janvier 2025.

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 à l'article R. 122-7 du même code, l'avis a vocation à être rendu dans un délai de deux mois.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers du 6 février 2025 :

- le préfet des Bouches-du-Rhône, et a pris en compte sa contribution du 24 mars 2025,
- le directeur général de l'agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Sur le rapport de François Vauglin, qui s'est rendu sur site le 14 mars 2025, 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 au V de l'article L. 122-1 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 de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD)

Synthèse de l'avis

Le projet présenté par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) consiste à démanteler le parc d'entreposage des déchets radioactifs, installation nucléaire de base (INB) n° 56. Implantée dans le centre de Cadarache (13), elle comprend deux secteurs distincts : un parc d'entreposage et une zone dite des tranchées. L'installation a été mise à l'arrêt définitif en 2023, et une autorisation de démantèlement est désormais sollicitée par le CEA.

Les interventions conduisant au démantèlement de l'INB et à son déclassement comprennent des opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD), des opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM), l'assainissement et le démantèlement. Des contrôles radiologiques finaux et le repli du chantier concluront les interventions.

Pour l'Ae, le principal enjeu du projet est celui de la gestion des déchets radioactifs et conventionnels désentreposés ou produits par le démantèlement.

Le dossier est clair et bien proportionné aux enjeux. L'Ae émet des recommandations pour l'améliorer, notamment expliciter l'articulation du calendrier du démantèlement de l'INB 56 avec celui de la disponibilité des exutoires de stockage. Certains déchets sont sans filière immédiate. Il conviendra d'en fournir une vue d'ensemble complétée selon les informations disponibles à ce jour, et de décrire le mode de gestion et le calendrier envisagés (conditionnement, entreposage dans l'INB 56, déplacement dans d'autres sites d'entreposage) et la ou les filières qu'il faudra mettre en place pour leur stockage ainsi que leur calendrier.

Le démantèlement émettra des déchets solides, des effluents liquides et des émissions atmosphériques. Des autorisations de rejets sont sollicitées, qui n'apparaissent pas toujours cohérentes avec les quantités évaluées par le dossier : l'Ae recommande d'y remédier. Elle recommande aussi de compléter l'évaluation des rejets atmosphériques en tenant compte des transports et déplacements et des valeurs toxicologiques de référence des $PM_{2,5}$, et d'inclure dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du projet les émissions « grises » liées au contenu carbone des matériaux utilisés. L'évaluation des incidences des rejets d'hydrocarbures et particulièrement d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, doit également être complétée.

Le projet sera l'occasion de modifier le réseau de collecte des eaux pluviales. L'Ae recommande d'en profiter pour améliorer l'existant.

Le projet nécessitera de créer de nouvelles installations et de déplacer une voie d'accès, affectant 3,4 ha d'habitats naturels dont une partie est à enjeux significatifs. L'Ae recommande de prévoir des compensations à leur destruction et de décrire l'intérêt écologique initial des sites de compensation pour éviter de les altérer significativement par des actions mal adaptées.

Un certain nombre d'autres projets ont lieu à Cadarache et dans les environs, susceptibles d'impacts cumulés avec le démantèlement de l'INB 56. L'Ae recommande de réexaminer les effets cumulés des rejets d'aluminium et d'hydrocarbures et de prendre des mesures complémentaires pour réduire le niveau de ces rejets dans la Durance à un niveau garantissant leur innocuité pour l'environnement.

L'Ae recommande de compléter la description des incidents susceptibles d'atteindre l'INB 56 par les suites qui ont été données aux incidents passés ou similaires sur cette INB, et de réévaluer les effets d'un accident de référence sur l'ensemble du site de Cadarache et de ses environs.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Ae sont présentées dans l'avis détaillé.

Avis détaillé

1 Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1 Contexte et contenu du projet

1.1.1 Cadarache et l'INB 56

L'installation nucléaire de base (INB) n° 56 est exploitée depuis 1965 par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). Elle est implantée sur le site de Cadarache, au nord-est du département des Bouches-du-Rhône (13) sur la commune de Saint-Paul-lès-Durance. Elle est localisée près de la limite sud du site.



Figure 1 : Situation de Cadarache (source : dossier).

L'INB 56 comprend deux secteurs distincts distants d'environ 1,5 km : la zone du parc d'entreposage² et la zone des tranchées. Les déchets concernés sont radioactifs³. Ils sont conditionnés en colis qui les bloquent ou enrobent et constituent une barrière de confinement, à l'exception de déchets de très faible activité⁴ (TFA), de déchets radifères (faible activité à vie longue

² L'entreposage de substances radioactives est temporaire, leur stockage est définitif, ainsi qu'en dispose l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement : « L'entreposage de matières ou de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée en surface ou en faible profondeur à cet effet, avec intention de les retirer ultérieurement. Le stockage de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive dans le respect des principes énoncés à l'article L. 542-1, sans intention de les retirer ultérieurement. »

³ La radioactivité est un phénomène naturel qui existe depuis l'origine de l'univers lorsque les atomes se sont formés. Bâties sur le même modèle, tous les atomes n'ont pourtant pas les mêmes propriétés : certains sont stables et restent indéfiniment identiques à eux-mêmes alors que d'autres sont instables. Pour acquérir une meilleure stabilité, ces derniers (appelés radionucléides) expulsent à un moment donné une quantité d'énergie, sous forme de rayonnement et/ou de particules : ce phénomène est appelé « radioactivité ». Certaines substances naturelles ou artificielles émettent des électrons ou des positons (radioactivité bêta) et/ou des photons (radioactivité gamma), des neutrons, des noyaux d'hélium 4 constitués de deux protons et deux neutrons (radioactivité alpha). D'après IRSN : <https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/dialogue-pedagogie/alors-finalement-radioactivite-cest-quoi>.

⁴ Le Becquerel (Bq) est une unité de radioactivité correspondant à une désintégration par seconde. L'activité d'un gramme de Radium 226 est 37 milliards de Becquerels (ou $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq). La période ou demi-vie d'un élément radioactif ou radionucléide est la durée au bout de laquelle le niveau de radioactivité est divisé par deux. Les déchets regroupant

- FAVL), et de déchets anciens conditionnés dans des poubelles en acier ou en carton, dans des conteneurs en acier et dans des fûts ou en enveloppes de vinyle.



Figure 2 : Localisation des deux zones de l'INB 56 à Cadarache. La zone des tranchées est visible sur le zoom de gauche et le parc d'entreposage sur celui de droite (source : dossier).

L'installation incluait dans un premier temps la station de traitement des effluents et déchets solides (STEDS), cette dernière devenant l'INB 37 en 1973 lorsque cette activité a été séparée du reste des installations qui font toujours partie de l'INB 56, laquelle était alors appelée « parc de stockage des déchets radioactifs ». En 1983, la vocation initiale de stockage (définitif) de déchets radioactifs de l'INB a été modifiée. Elle est alors devenue une installation d'entreposage.

Les principales activités de l'INB 56 en fonctionnement sont la réception des déchets, leur manutention, leur surveillance et celle de l'environnement, la maintenance des colis, la reprise et l'expédition des déchets éventuellement reconditionnés.

Le CEA a déclaré l'arrêt définitif de fonctionnement de l'INB 56 à compter du 30 juin 2023.

1.1.2 Zone du parc d'entreposage

Cette zone comprend notamment les secteurs des piscines, des hangars et des fosses anciennes et récentes. Les piscines avaient vocation d'entreposer des éléments combustibles irradiés, les hangars

plusieurs types de radionucléides, leur radioactivité suit une loi de décroissance plus complexe. Les substances sont dites à vie courte (VC) si la radioactivité provient principalement de radionucléides qui ont une période inférieure ou égale à 31 ans, vie longue (VL) sinon. La faible activité (FA) qualifie les substances dont l'activité est inférieure à un million de Bq/g. La haute activité (HA) qualifie les substances dont l'activité est supérieure à un milliard de becquerels par gramme. Le térabecquerel (TBq) vaut mille milliards de Becquerels.

des déchets faiblement irradiants (FI)⁵ et les fosses des déchets hautement irradiants (HI) et moyennement irradiants (MI).

Les piscines

Les piscines sont au nombre de trois (P1 à P3), abritées sous un hangar de 880 m². Il s'agit d'ouvrages cylindriques enterrés en béton d'un diamètre de 5 m pour une profondeur utilisable de 7,40 m, soit un volume unitaire de 145 m³ environ. Elles étaient utilisées pour l'entreposage sous eau d'éléments combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi de la filière⁶ uranium naturel graphite gaz (UNGG) et d'éléments combustibles de la filière à eau lourde (non UNGG), après que ceux-ci ont subi une série d'examen destructifs et non destructifs au laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA - INB 55). Ces éléments ont été retirés et les piscines ne sont plus sous eau.

Les hangars

Les hangars comprennent notamment onze hangars contigus H1 à H11 utilisés pour l'entreposage de colis de déchets faiblement irradiants (FI). Ils occupent une surface totale de plus de 5 000 m². Selon l'activité des déchets contenus, ces colis sont de catégorie FMA-VC (destinés à un stockage de surface) en attente de caractérisation ou de reconditionnement, de catégorie FA-VL (déchets radifères en attente de reconditionnement) ou de catégorie MA-VL (non acceptables en stockage de surface). Ces derniers sont gardés en entreposage en attente de leur évacuation.

		Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement des radioéléments de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue contenant majoritairement des radioéléments de période > 31 ans
Centaines Bq/g Millions Bq/g Milliards Bq/g	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production <i>puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels</i>	Recyclage ou stockage dédié en surface <i>(installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)</i>	
	Faible activité (FA)		Stockage de surface <i>(centre de stockage des déchets de l'Aube)</i>	Stockage à faible profondeur <i>(à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</i>
	Moyenne activité (MA)			
	Haute activité (HA)	Non applicable <i>Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas</i>	Stockage en couche géologique profonde <i>(en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</i>	

Figure 3 : Classification des déchets radioactifs et filières de gestion (source : dossier).

⁵ La quantité d'énergie transférée par unité de masse de la matière exposée aux rayonnements s'exprime en Gray (Gy). L'effet biologique de la radioactivité se mesure par la dose efficace, qui tient compte de l'énergie transférée pondérée par la dangerosité des rayonnements selon les tissus affectés. Elle s'exprime en Sievert (Sv) ou plus généralement en millisievert (mSv ou 0,001 Sv) ou en microsievert (µSv ou 0,001 mSv). Les déchets FI présentent un débit de dose au contact inférieur à 2 mGy/h, les déchets MI compris entre 2 mGy/h et 10 Gy/h et les déchets FI au-delà (cette classification n'apparaît pas dans le dossier).

⁶ <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/nucleaire/essentiel-sur-les-filières-de-reacteurs-nucleaires.aspx>.

Les fosses

Selon le dossier, les fosses F1 à F4 contiennent divers déchets anciens faiblement irradiants (FI) et moyennement irradiants (MI), en vrac, dans des poubelles métalliques et dans des poubelles en carton. Les fosses anciennes sont parallélépipédiques et aménagées avec des puits cylindriques de différents diamètres, ou avec des alvéoles parallélépipédiques. Chaque fosse présente un volume brut intérieur d'environ 560 m³.

Toutefois, la révision du rapport de sûreté fait état d'au moins trois colis dans le secteur des fosses anciennes dont le débit de dose atteint 26 Gy/h (fosse F2), ce qui est hautement irradiant, ainsi que de débits de dose relevés à l'ouverture des bouchons des puits ouverts et au contact des déchets dépassant 10 Gy/h dans la fosse F1 (déchets HI). L'installation devant réaliser la reprise et le conditionnement (RCD) de ces déchets est appelée « Vrac-MI ». Sa capacité à traiter en sûreté les déchets HI n'est pas exposée.

L'Ae recommande de compléter la description de l'installation Vrac-MI en indiquant sa capacité à traiter en sûreté les déchets HI, et le cas échéant les précautions supplémentaires à prévoir.

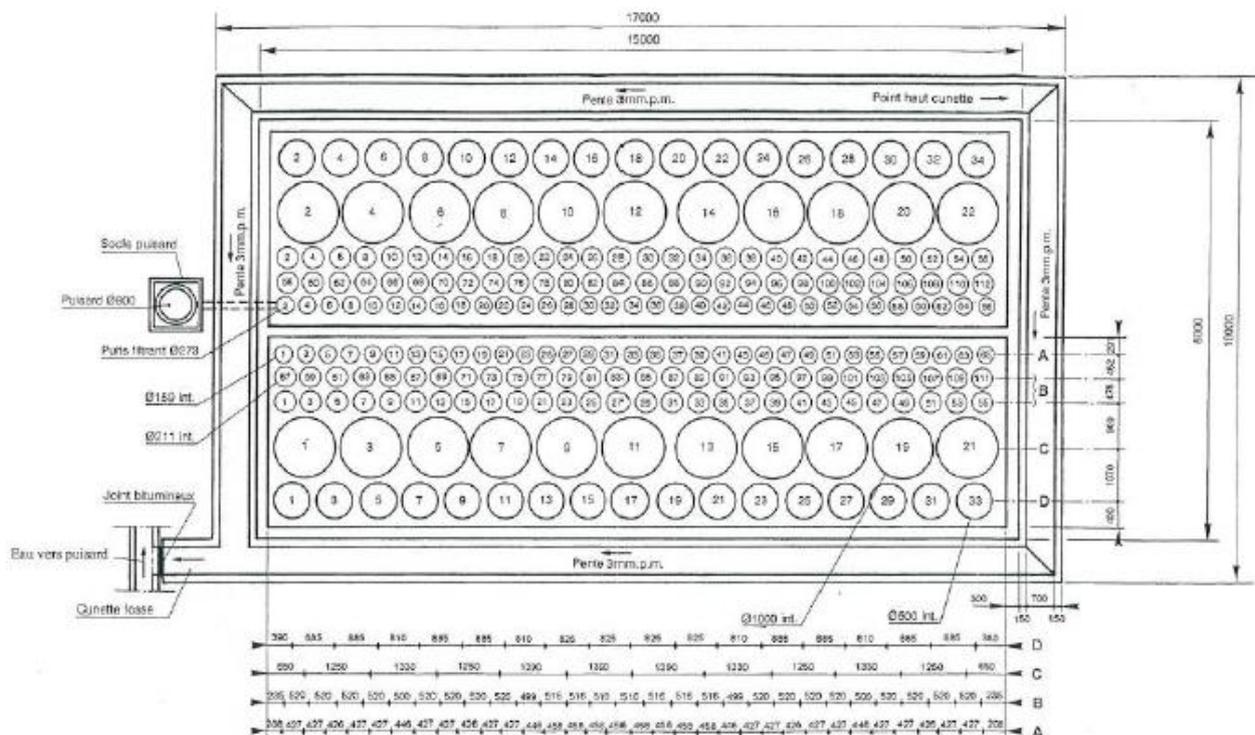


Figure 4 : Vue du dessus de la fosse F1 (source : dossier).

Les fosses F5 et F6 contiennent exclusivement des déchets irradiants bloqués conditionnés en colis MI de 500 l en acier noir ou en acier inoxydable. Ces colis de type MA-VL font l'objet d'opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD) pour entreposage dans l'attente du stockage géologique profond Cigeo. Les fosses, d'un volume intérieur de 650 m³, comprennent des puits de un mètre de diamètre en ciment armé, équipés d'un bouchon en béton constitué d'une enveloppe d'acier inox dans laquelle sont coulés en fond 10 cm de plomb, puis 30 cm de béton baryté⁷.

⁷ La barytine ou baryte est une espèce minérale composée de sulfate de baryum de formule BaSO₄ avec des traces de strontium, de calcium et de plomb. Elle entre dans la composition du béton pour augmenter sa densité et son impénétrabilité aux rayons gamma. (source : d'après Wikipedia)

1.1.3 Zone des tranchées

Les tranchées avaient vocation de servir d'entreposage expérimental de déchets faiblement irradiants répartis en cinq tranchées (T1 à T5). Elles ont été remplies de déchets radioactifs (déchets technologiques et déchets de procédé déclarés comme déchets FA au moment de leur enfouissement) entre 5 m de profondeur et jusqu'à 1 m environ de la surface du sol. Les tranchées sont recouvertes d'un remblai en forme de dôme d'au moins 1 m d'épaisseur sur les côtés et 1,50 m au milieu. Elles contiennent à ce jour encore environ 2 400 m³ de déchets. La tranchée T2 a été vidée de ses déchets historiques.

Cette zone comprend aussi un hangar appelé « hangar TFA », dédié principalement à l'entreposage de déchets TFA. Sa superficie est d'environ 3 500 m².



Figure 5 : Tranchée en cours de remplissage en 1970 (source : dossier).

1.2 Présentation du projet et des aménagements projetés

1.2.1 Description du démantèlement

Les interventions conduisant au démantèlement de l'INB et à son déclassement comprennent des premières opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD), les opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM), les RCD réalisées par la suite sous décret de démantèlement, l'assainissement et le démantèlement. Des contrôles radiologiques finaux et le repli du chantier concluront les interventions.

Le démantèlement du parc d'entreposage nécessite une modification des accès routiers à l'INB et la création d'une aire de retournement pour les camions, ainsi que la création de plusieurs installations. Un atelier dédié au traitement des colis entreposés sous hangars est nécessaire. Il est appelé « atelier de traitement et conditionnement » (ATC). La reprise et le conditionnement des déchets irradiants entreposés en fosses anciennes nécessitent la construction de l'installation de RCD « Vrac-MI » sur le secteur des fosses anciennes dans la partie nord de la zone du parc. Son but sera d'extraire les déchets entreposés, de les reconditionner, et de les évacuer vers leurs exutoires. Ces éléments (modifications de voirie et nouvelles installations) nécessitent de modifier le périmètre de l'INB 56 par une extension au niveau de la zone du parc d'entreposage, ce que présente aussi le dossier.

L'état final visé est une radiation de l'installation de la liste des INB et sa réutilisation possible pour tout type d'activité industrielle. Les bâtiments existants et ceux à construire pour le démantèlement seront totalement déconstruits.

1.2.2 Exutoires des déchets radioactifs générés par le projet

Selon leur nature, les principaux exutoires des déchets encore présents dans l'INB 56 sont :

- le centre de stockage TFA de l'Andra : centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires),
- le centre de stockage des déchets de l'Aube de l'Andra (CSA) pour les déchets FA et MA à vie courte (déchets « FMA-VC »),
- l'installation d'entreposage Cedra (conditionnement et entreposage de substances radioactives) de Cadarache pour les déchets non susceptibles d'être stockés en surface (déchets FA-VL et MA-VL), dans l'attente de l'ouverture des futures filières Andra de stockage en formations géologiques (projets « FA-VL » et « Cigeo »),
- l'installation MMB de Cadarache (magasin des matières brutes),
- les installations de traitement et de reconditionnement adaptées pour des déchets spécifiques (cendres d'incinération, terres et résines).

1.2.3 Durée et coût du démantèlement

L'échéancier du démantèlement est organisé entre 2018 et 2060.

Le coût du démantèlement de l'INB 56 est évalué à 330 M€ sur douze ans, sans précision sur la cohérence entre cette estimation et la durée du démantèlement.

1.3 Procédures relatives au projet

Le dossier vise à obtenir un décret de démantèlement de l'INB 56, tel que prévu à l'article L. 593-28 du code de l'environnement. Les articles L. 593-25 à L. 593-30 et R. 593-64 et suivants organisent le cadre juridique de la mise à l'arrêt définitif, du démantèlement et du déclassement d'une installation nucléaire de base et les subordonnent à une autorisation préalable délivrée par décret, après avis de l'ASNR. Le dossier est soumis à enquête publique. Le processus se termine par une autorisation de déclassement de l'INB prise par l'ASNR et homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La demande d'autorisation de démantèlement repose sur la présentation d'un dossier dont le contenu est précisé par l'article R. 593-67 du code de l'environnement, comprenant l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1 du code de l'environnement.

Le dossier étudie les incidences des opérations sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000⁸. Les éléments correspondants sont présentés dans le dossier conformément aux articles L. 414-4 et R. 414-22 du code de l'environnement. L'Ae n'a pas d'observation sur cette partie.

⁸ Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » 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 faune flore » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « Oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS).

Le dossier comprend la demande de modification du périmètre de l'INB. Il n'inclut en revanche pas certains volets nécessaires pour autoriser le démantèlement, notamment ceux relatifs à l'interdiction d'atteinte aux individus d'espèces protégées et à leurs habitats (articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement) ni aux défrichements (articles L. 214-13 et L. 341-1 du code forestier).

1.4 Principaux enjeux environnementaux relevés par l'Ae

Pour l'Ae, le principal enjeu du projet est celui de la gestion des déchets radioactifs et conventionnels désentreposés ou produits par le démantèlement.

2 Analyse de l'actualisation de l'étude d'impact

Le dossier est clair et bien proportionné aux enjeux. Il comporte un fascicule rassemblant un dictionnaire (non exhaustif) des sigles et un glossaire qui permettent au lecteur non spécialiste de comprendre plus facilement les aspects techniques.

2.1 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu, scénario de référence

L'étude d'impact ne comporte pas de descriptif de « solutions de substitutions raisonnables » alternatives à celle retenue prévu par la réglementation (article R. 122-5 du code de l'environnement), du fait que la réglementation applicable à une INB ne laisse pas d'autre choix que son démantèlement en fin de vie.

Le principe retenu pour le pilotage du démantèlement a d'ores et déjà conduit à évacuer certains des éléments les plus radioactifs, notamment ceux qui étaient dans les piscines, et à les entreposer dans l'attente d'une solution de stockage. La mise en cohérence du calendrier du projet avec celui de la disponibilité des exutoires de stockage n'est pas explicitée dans le dossier.

La durée du projet est conditionnée par les arbitrages internes au CEA relatifs aux moyens dont il dispose pour mener les différentes opérations de démantèlement qu'il conduit et à la disponibilité des exutoires. Sans sous-estimer le temps nécessaire aux opérations de génie civil, le choix d'étaler les opérations de démantèlement jusqu'en 2060 interroge quant à la réduction des incidences environnementales et au respect du principe de démantèlement immédiat des INB désormais imposé par la réglementation (et dans la doctrine en France depuis 2009⁹).

L'Ae recommande au CEA d'exposer la part des moyens humains et financiers dont il dispose mis à la disposition des opérations de démantèlement et notamment de l'INB 56. Elle recommande aussi d'expliciter l'articulation du calendrier du démantèlement de l'INB 56 avec celui de la disponibilité des exutoires de stockage.

⁹ <https://www.asn.fr/l-asn-informe/dossiers-pedagogiques/le-demantelement-des-installations-nucleaires>.

2.2 État initial, incidences du projet, mesures et suivi

2.2.1 Déchets et rejets

L'étude d'impact présente le schéma qui suit pour représenter les principales interactions de l'INB 56 avec l'environnement – auxquelles il faut ajouter des interactions liées à l'environnement humain comme le bruit ou encore les activités économiques.

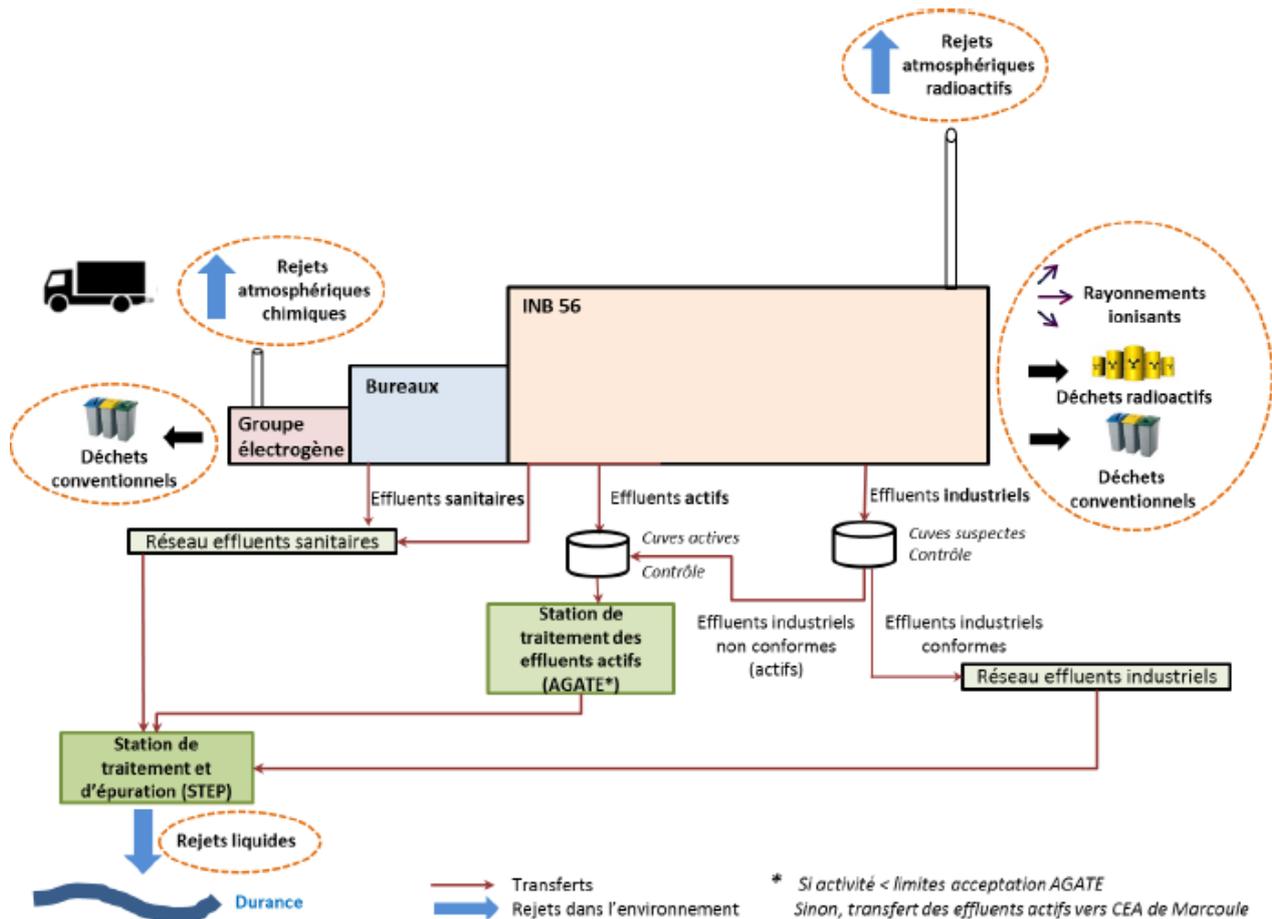


Figure 6 : Schéma de principe des principales interactions de l'INB 56 avec l'environnement (source : dossier).

Terme source

Le terme source¹⁰ évalué lors du dernier réexamen de sûreté était de 19 400 TBq. Projeté à l'« état initial » défini comme l'état estimé au moment de l'entrée en vigueur du décret de démantèlement, il est estimé à environ 17 450 TBq. Plus de 60 % proviennent des hangars (10 500 TBq), suivi (29,2 % du terme source) du secteur des fosses anciennes (5 100 TBq). Le secteur des fosses récentes représente 1 820 TBq (10,4 %), celui des tranchées 26,1 TBq (0,15 %) et celui des piscines 1 TBq.

Compte tenu de l'activité radiologique, des typologies de déchets (conditionnés, bloqués et enrobés, non conditionnés), des filières de déchets existantes et de l'état des structures d'entreposage, la stratégie de RCD a mis en priorité la prise en charge :

- des déchets MI des fosses,

¹⁰ Ensemble des grandeurs caractérisant les produits radioactifs de l'installation. Ces valeurs d'activités fluctuent d'une partie à l'autre du dossier. Celles estimées dans la pièce 2 « état initial » sont de 10 000 TBq pour l'activité des hangars (10 100 TBq dans la pièce 8 module 2) et 1 874 TBq pour l'activité des fosses récentes.

- des déchets des hangars présentant une dégradation, pour maintenir l'entreposage en conditions sûres,
- des colis de déchets non bloqués entreposés dans les hangars, notamment le hangar H4.

Le retrait des déchets réduira la radioactivité sur le site selon la courbe présentée sur la figure suivante. L'Ae souligne que ces courbes sont dépendantes de l'avancement d'autres projets, notamment le projet Cigéo.

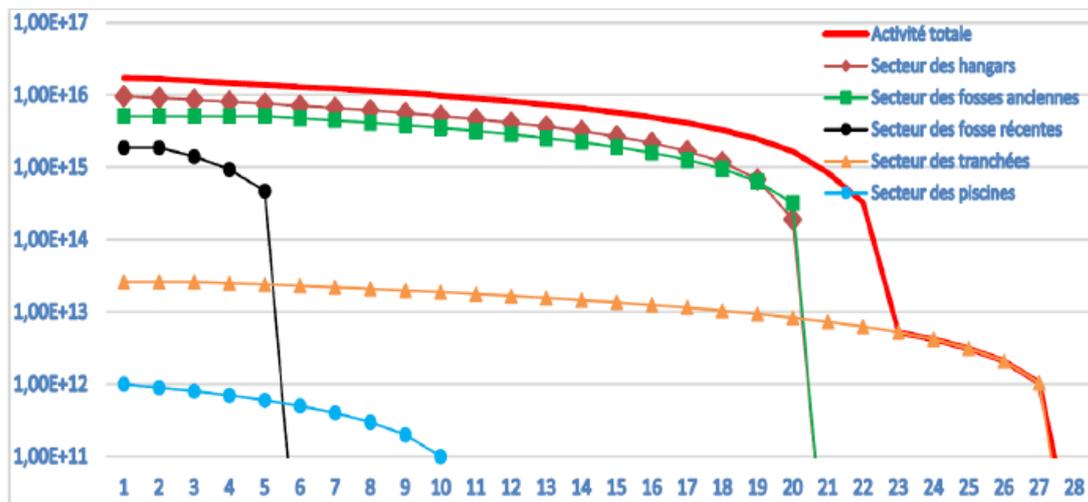


Figure 7 : Diminution estimée du terme source radiologique dû au désentreposage - échelle logarithmique de l'activité (Bq) et années écoulées depuis le début du démantèlement (source : dossier).

L'estimation du terme source radiologique restant dans le génie civil et les sols les structures d'entreposage n'est pas bien connue à ce jour. Elle sera précisée dès lors que les opérations de désentreposage seront terminées.

Déchets solides

Les hangars comprennent 8 354 colis de déchets, le secteur des fosses 2 004 conteneurs et 287 m³ de déchets vrac.

En incluant l'ensemble des OPDEM, des RCD et de l'assainissement et du démantèlement, le volume des déchets TFA qui seront produits est de l'ordre de 28 600 m³, celui des déchets FMA-VC de 9 400 m³ et celui des déchets MA-VL de 16 800 m³.

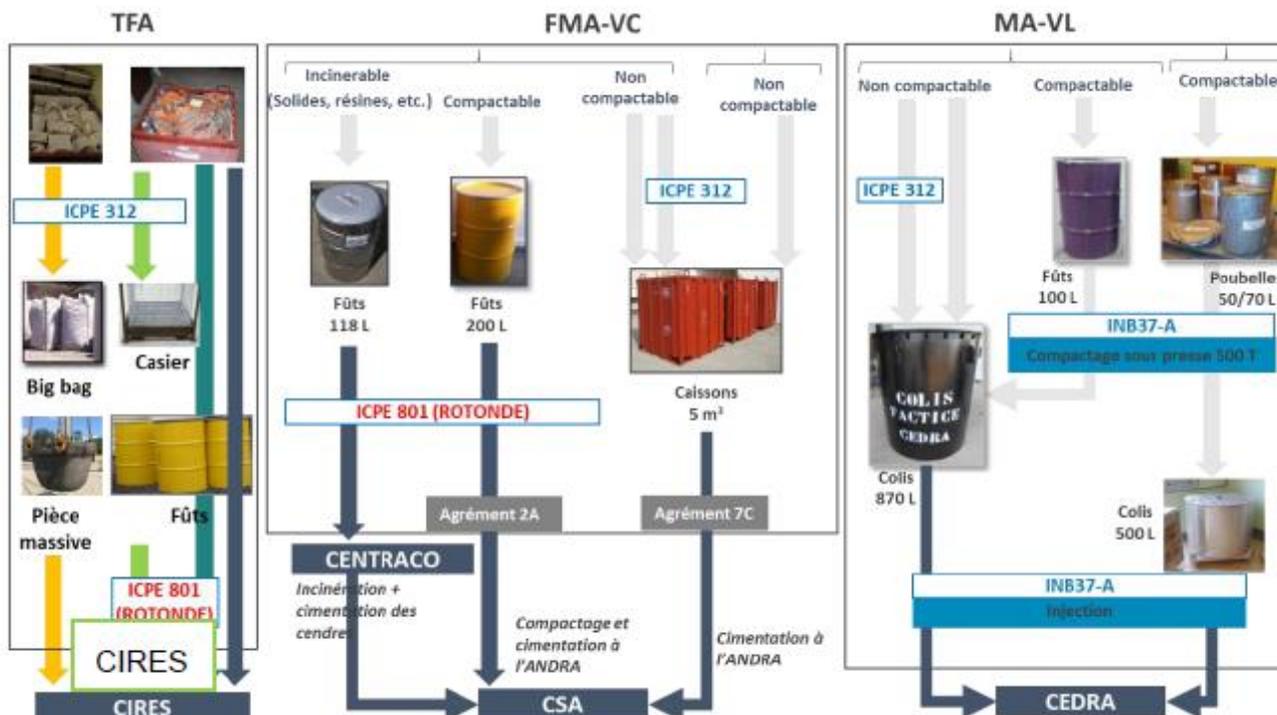


Figure 8 : Filières de traitement des déchets solides radioactifs à Cadarache (source : dossier).

Déchets sans filière immédiate

La nature, les caractéristiques et le type d'activité des déchets sans filière immédiate (DSFI) sont peu détaillés. La présence de 58 colis 500L DSFI est signalée dans le secteur des fosses anciennes, mais le dossier indique qu'il n'en existe pas d'inventaire complet et que d'autres déchets historiques entreposés, notamment dans les fosses anciennes, pourraient relever de cette catégorie. Cette connaissance semble pourtant indispensable pour pouvoir en organiser correctement l'entreposage.

Ces déchets sont l'objet d'un traitement particulier visant à ne pas produire de déchets technologiques associés ni occuper des places d'entreposages pour des durées potentiellement importantes. Pour l'installation Vrac-MI, les déchets DSFI et les déchets pour lesquels une phase de traitement spécifique est à réaliser seront conditionnés dans des colis « MI 500L DSFI », et entreposés dans une nouvelle fosse créée pour les besoins du démantèlement « F7 » dans les puits identifiés « DSFI » afin d'être traités en fin des opérations de RCD. Pour l'ATC, les déchets DSFI (ex. : déchets radifères) ne seront repris pour être traités qu'en fin de RCD, ou avant en cas de disponibilité des filières d'évacuation. L'Ae observe que la description des phases du démantèlement ne prévoit pas toujours explicitement la reprise des DSFI. C'est notamment le cas du rapport préliminaire de sûreté, qui décrit l'état final visé à la fin de chaque phase, prévoit d'évacuer tous les déchets historiques en fin de phase A sauf les DSFI, mais n'indique pas qu'ils seraient retirés dans une des phases ultérieures.

Des informations synthétiques sur ces déchets et leurs filières, sur les efforts consentis pour créer les filières ainsi que les calendriers associés, seraient utiles.

L'Ae recommande de fournir une vue d'ensemble des déchets sans filière immédiate connus et envisagés selon les informations disponibles à ce jour, en précisant le volume, la nature et l'activité. Elle recommande aussi d'en décrire le mode de gestion et le calendrier envisagé (conditionnement, entreposage dans l'INB 56, déplacement dans d'autres sites d'entreposage) et la ou les filières qu'il faudra mettre en place pour leur stockage ainsi que leur calendrier.

Rejets radioactifs dans l'air

L'étude d'impact présente non seulement le calcul des impacts aux valeurs limites, mais aussi ceux aux valeurs effectivement projetées de rejets, et en tenant aussi compte des rejets diffus, répondant ainsi à des recommandations récurrentes de l'Ae.

Un calcul a été effectué à partir des spectres¹¹ de référence pour estimer les activités qui seront rejetées dans l'air à chacun des émissaires de l'INB 56 actuels et futurs. Il en est déduit une proposition de limites de rejets de l'ensemble des émissaires de l'INB, présentées dans le tableau suivant.

Proposition de limites de rejets atmosphériques radioactifs pour le démantèlement de l'INB 56		
Catégories	Limite annuelle (GBq/an)	Limite mensuelle (GBq/mois)
Tritium	8.80E+00	1.47E+00
Autres émetteurs $\beta\gamma$	8.09E-03	1.35E-03
Emetteurs α	8.78E-04	1.46E-04
Carbone 14	6.57E-01	1.09E-01

Tableau 1 : Limites de rejets atmosphériques radioactifs sollicitées (source : dossier).

La pièce 3 (version détaillée et mise à jour du plan de démantèlement de l'INB 56) présente les prévisions de rejets canalisés dans les émissaires actuels et futurs, ainsi que les rejets diffus. Ces derniers, qui proviennent des déchets radifères des hangars H1 à H3, sont d'ailleurs supérieurs de plusieurs ordres de grandeur aux rejets canalisés pour le tritium : 2 360 GBq/an vs. 8,8 GBq/an.

Les prévisions pour les rejets canalisés semblent parfois supérieures aux limites sollicitées. Ainsi, les rejets maximums d'émetteurs α prévus pour le nouvel émissaire de l'installation Vrac-MI représenteront à eux seuls $8,93.10^{-4}$ GBq/an, soit plus que la valeur limite sollicitée pour l'ensemble des émissaires de l'INB 56 ($8,78.10^{-4}$ GBq/an). De même, les rejets maximums $\beta\gamma$ de ce nouvel émissaire Vrac-MI représenteront $1,15.10^{-2}$ GBq/an, soit plus que la valeur limite sollicitée pour toute l'INB 56 ($8,09.10^{-3}$ GBq/an).

Les impacts des rejets radioactifs dans l'air calculés aux valeurs limites de rejets devront être repris si l'écart entre ces valeurs et les rejets effectifs nécessitait de rehausser les premières.

L'Ae recommande d'expliquer les dépassements apparents des limites de rejets atmosphériques radioactifs sollicitées pour l'INB 56 par les rejets effectivement prévus, et à défaut, de les corriger et dans ce cas, de reprendre en conséquence l'évaluation des impacts sur la santé humaine et l'environnement de ces rejets.

Les rejets diffus conduisent à une dose efficace annuelle de $2,02.10^{-3}$ mSv/an et à une dose efficace cumulée de $5,67.10^{-2}$ mSv au Hameau pour un enfant de 1 à 2 ans (maximum de l'exposition). Cette dose reste largement inférieure à la limite autorisée pour le public de 1 mSv/an mais dépasse le seuil de 10^{-2} mSv/an qui représente la dose jugée non préoccupante. Ce point n'est pas commenté.

¹¹ Un spectre radiologique est la répartition en pourcentage des différents radionucléides ou des différents types de radionucléides (source : dossier).

L'exposition maximale des rejets canalisés concerne un adulte au Hameau avec une dose efficace annuelle de $7,41.10^{-6}$ mSv/an et une dose efficace cumulée de $1,19.10^{-4}$ mSv. 68 % de cette exposition provient du reconditionnement des déchets issus de Vrac-MI, 28 % des rejets chroniques du hangar H4, et 4 % du reconditionnement des colis CB 500L.

Le calcul a aussi été fait en supposant une exposition maximale, égale à des rejets qui seraient constamment égaux aux valeurs limites sollicitées annuelles et même mensuelles : cela conduit à une dose efficace annuelle restant inférieure à 10^{-4} mSv/an et à une dose efficace cumulée restant inférieure à 10^{-3} mSv/an.

Ces impacts sont considérés comme faibles tant pour les rejets diffus que canalisés.

Rejets conventionnels dans l'air et émissions de gaz à effet de serre

Les rejets non radioactifs dans l'air sont essentiellement le fait des moteurs thermiques utilisés pour les chantiers, des émissions des camions de transport en ne considérant que les émissions durant leur stationnement moteur allumé pendant une heure, ainsi que des groupes électrogènes.

Rejets		CO	HC	NOx	PM	CO ₂
Rejet des activités permanentes (kg/an)	Zone du Parc	580	48	502	12	42 627
	Zone des Tranchées	50	14	82	4	5 967
Rejets des activités de démantèlement (kg/an)	Zone du Parc	30 960	1 176	20 434	155	2 043 360
	Zone des Tranchées	2 160	82	1 426	11	142 560
Rejets globaux maximums (kg/an)	Zone du Parc	31 540	1 225	20 935	167	2 085 987
	Zone des Tranchées	2 210	96	1 508	14	148 527
	Total	33 750	1 321	22 443	181	2 234 514

Tableau 2 : Rejets atmosphériques chimiques annuels totaux estimés, hors déplacements (source : dossier).

L'évaluation des émissions de particules fines se limite à leur total, sans présenter le détail selon leur granulométrie. La réglementation et les objectifs liés aux PM₁₀ et aux PM_{2,5} sont pourtant rappelés.

L'Ae recommande de préciser les émissions de particules fines pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

L'étude d'impact fournit aussi une évaluation spécifique des rejets de CO₂ qui reprend les mêmes activités mais conduit à estimer les rejets maximums totaux à 3 819 tCO₂/an. Cet écart n'est pas expliqué par le dossier. En ajoutant les émissions des déplacements des camions et du personnel, les émissions annuelles maximales sont estimées à 4 350 tCO_{2e}/an, soit, selon le dossier, 15 % des émissions totales du site de Cadarache.

L'évaluation des risques met en œuvre des valeurs toxicologiques de référence (VTR), mais le dossier considère qu'il n'en existe pas pour les PM_{2,5}. Or l'Anses a élaboré en 2023 une VTR¹² pour les PM_{2,5} égale à $1,28.10^{-2}$ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)⁻¹ pour les effets de long terme sans seuil. Il convient de l'utiliser.

Il est donc nécessaire de mettre en cohérence les estimations d'émissions de CO₂ et d'évaluer les émissions atmosphériques chimiques de l'ensemble des éléments considérés (CO, hydrocarbures,

¹² Liste des VTR de l'Anses : <https://www.anses.fr/fr/content/liste-des-valeurs-toxicologiques-de-reference-vtr>.

NO_x et particules fines) pour l'ensemble des activités, transports et déplacements compris. En outre, le contenu carbone des constructions reste à évaluer pour compléter l'estimation.

L'Ae recommande de compléter l'évaluation des rejets atmosphériques chimiques en tenant compte des transports et déplacements et des VTR élaborées par l'Anses pour les PM_{2,5}. Elle recommande aussi d'inclure dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du projet les émissions « grises » liées au contenu carbone des matériaux utilisés et d'indiquer les mesures envisagées pour réduire les émissions totales de gaz à effet de serre ainsi déterminées.

Effluents radioactifs liquides

À Cadarache, les effluents liquides sont orientés sur diverses installations. Les effluents sanitaires sont transférés à la station de traitement et d'épuration des effluents sanitaires (STEP/ES) du centre via le réseau d'effluents sanitaires (RES). Les effluents industriels (parfois appelés « effluents suspects ») sont transférés à la station de traitement et d'épuration des effluents industriels (STEP/EI) du centre via le réseau d'effluents industriels (REI). Enfin, les effluents actifs sont transférés vers l'installation de traitement des effluents radioactifs liquides de Cadarache (AGATE) ou de Marcoule (STEL) selon leur niveau d'activité radiologique ou leurs caractéristiques physico-chimiques.

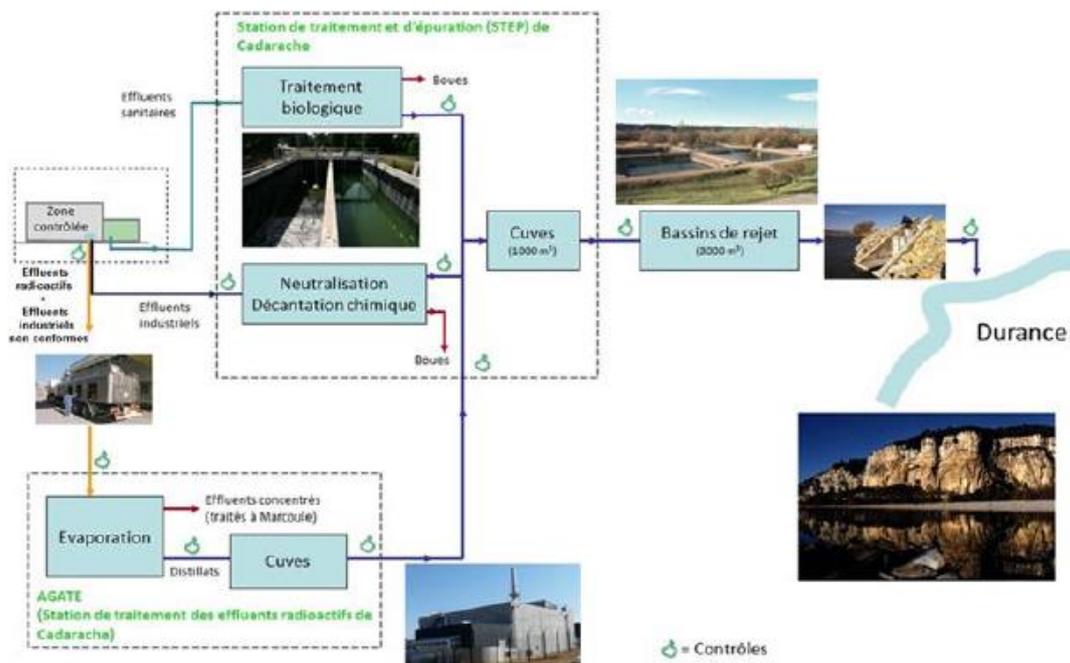


Figure 9 : Filières de traitement des effluents liquides à Cadarache (source : dossier).

Les volumes attendus du démantèlement sont de 235,84 m³/an pour les effluents industriels, 17,7 m³/an pour les effluents actifs et 550 m³/an pour les effluents sanitaires. La contribution du démantèlement de l'INB 56 est négligeable dans le fonctionnement des filières de traitement des effluents : elle représente moins de 0,1 %.

Toutefois, le démantèlement induit une forte hausse des activités rejetées par l'INB 56 dans les effluents. La limite annuelle relative au tritium passera de $2,34 \cdot 10^{-4}$ GB/an à $6,31 \cdot 10^{-2}$ GB/an (multiplication par 270), celle des émetteurs $\beta\gamma$ passera de $3,33 \cdot 10^{-4}$ GB/an à $5,45 \cdot 10^{-2}$ GB/an (x 164) et celle relative aux émetteurs α de $3,6 \cdot 10^{-5}$ GB/an à $1,91 \cdot 10^{-3}$ GB/an (x 53).

Les effets des rejets radioactifs liquides ont, comme pour les rejets atmosphériques, été évalués sur la base des rejets effectivement projetés, ainsi que sur celle de rejets supposés constamment égaux aux limites maximales sollicitées.

Pour les rejets aux niveaux effectivement projetés, les doses annuelle et cumulée les plus fortes concernent un adulte vivant à Saint-Paul-lès-Durance, avec respectivement $4,98.10^{-5}$ mSv/an et $1,33.10^{-3}$ mSv. Le calcul aux limites donne les doses annuelle et cumulée les plus importantes pour un adulte à Saint-Paul-lès-Durance (respectivement $5,86.10^{-5}$ mSv/an et $1,76.10^{-3}$ mSv). Ces valeurs ne sont pas préoccupantes, mais il est surprenant que certains calculs aux limites, supposés majorants, soient inférieurs aux calculs aux niveaux effectivement projetés¹³ : une vérification s'impose.

Comme pour les rejets atmosphériques, les valeurs restent largement inférieures à la dose de 1 mSv/an, limite réglementaire pour la population de la dose annuelle admissible d'expositions d'origines artificielles hors expositions à des fins médicales, fixée par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

L'activité ajoutée dans les produits alimentaires, que ce soit du fait des rejets atmosphériques ou des effluents radioactifs, reste largement inférieure aux limites de commercialisation tout au long du démantèlement. Aucun élément de l'environnement ne présente d'activité supérieure aux seuils de décision des mesures dans l'environnement.

Les incidences résiduelles sur l'environnement sont donc qualifiées de faibles.

Rejets liquides chimiques

Les rejets d'effluents s'effectuant dans la Durance, l'évaluation de leurs incidences résiduelles sur la santé humaine et sur l'environnement passe par le calcul des concentrations ajoutées dans l'eau de la Durance. Pour les substances dont les effets surviennent à partir d'un seuil de dose, principalement les effets non cancérogènes, ceux-ci sont évalués à partir du calcul d'un quotient de danger (QD) qui doit rester inférieur à 1 pour ne pas être préoccupant. Pour les substances dont les effets surviennent sans effet de seuil, comme les effets cancérogènes génotoxiques, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé et doit rester inférieur à 10^{-5} pour être non préoccupant. L'ensemble des QD et ERI estimés pour les populations exposées et pour les différents polluants susceptibles d'être rejetés sont non préoccupants.

Les effets sur l'environnement sont évalués à partir de l'estimation des concentrations sans effet prévu pour les organismes vivants (ou « PNEC ») et comparées aux concentrations d'exposition des écosystèmes (ou « PEC ») qui représentent les concentrations ajoutées dans l'eau de la Durance. La situation présente un risque lorsque le ratio PEC/PNEC est supérieur à 1. Ce seuil est respecté pour les substances évaluées. Toutefois, le ratio PEC/NQE-MA (norme de qualité environnementale en moyenne annuelle) atteint 8,2 pour les hydrocarbures (Benzo(a)pyrène). L'étude d'impact souligne que la concentration correspondante reste inférieure à la concentration maximale admissible (CMA), et qu'il n'y aurait donc pas de problème. Il est également argué que le ratio PEC/PNEC reste inférieur à 1. Or la comparaison avec la NQE-CMA n'a pas de sens puisqu'elle s'applique à des rejets ponctuels susceptibles d'entraîner une toxicité aiguë. L'analyse des rejets d'hydrocarbures calculés devrait conduire à considérer l'existence d'une possible incidence significative sur le milieu

¹³ Par exemple pages 394 et 395 de l'étude d'impact (pièce 7), la dose annuelle subie par un adulte à Beaumont-de-Pertuis est de $2,52.10^{-6}$ mSv/an calculée à partir des rejets attendus et $2,47.10^{-6}$ mSv/an à partir des rejets aux limites.

aquatique, et à affiner l'analyse pour mettre en œuvre, les concernant, des mesures d'évitement ou de réduction, voire de compensation.

L'Ae recommande de mettre en place des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation afin de garantir que les rejets en hydrocarbures ne conduisent pas à dépasser la norme de qualité environnementale en moyenne annuelle dans le milieu aquatique.

Les eaux pluviales

L'état de l'installation actuelle pour la canalisation, le contrôle et la rétention des eaux pluviales avant rejet n'apparaît pas optimal. Les rejets d'eau pluviale sont diffus et peu canalisés, malgré une surveillance de la nappe et du point d'exutoire unique. Les infiltrations directes ne permettent pas de sécuriser complètement la situation.

Le réseau de collecte des eaux pluviales déjà existant va être prolongé pour pouvoir récupérer l'ensemble des eaux pluviales recueillies au niveau des surfaces viabilisées de l'INB, en tenant compte des nouvelles surfaces qui seront créées. Le bassin d'orage récoltant les eaux pluviales juste avant leur transfert vers le thalweg de l'autre côté de la rocade sud sera redimensionné (volume augmenté de 10 %) pour pouvoir prendre en compte les 10 % de surface nouvellement imperméabilisées.

Un second réseau sera créé en périphérie extérieure du périmètre de l'INB, pour recueillir les eaux pluviales issues des bassins versants amont de la zone du parc, séparant ainsi les eaux du milieu naturel de celles du périmètre de l'INB. Ce réseau rejoindra directement l'exutoire au niveau de la rocade sud sans passer par le bassin d'orage.

Ces opérations ne semblent pas inclure une remise en conformité. Il serait utile de profiter de l'extension du réseau avec la construction de la route et la création de son réseau de drainage pour améliorer le réseau existant.

En outre sur le secteur des tranchées, celles-ci ont été construites à l'époque sans les isoler des circulations d'eaux souterraines. Une couche de gravier a même été disposée sur leur fond afin de drainer les eaux de pluie vers un puisard situé au niveau du point bas de chaque tranchée, facilitant ainsi la diffusion des éventuels lixiviats dans le milieu. Cette situation pourrait compliquer l'estimation des volumes de terres ayant pu être contaminées, mais le dossier n'évoque pas cette possibilité.

Le niveau d'eau des nappes souterraines se situe à moins de 3 mètres en dessous du niveau des tranchées. Le dossier ne précise pas si la nappe est susceptible d'atteindre le fond des tranchées en situation exceptionnelle mais prévoit des moyens de pompage si cela devait survenir pendant les travaux ou après avoir vidé les tranchées. Des mesures ont été prises pour éviter une réalimentation des tranchées T1 et T3 par la tranchée T2, désormais vide et disposant d'une géomembrane sur son fond pour réduire la remise en suspension de particules radioactives à l'intérieur de la tranchée.

L'ASNR signale dans une lettre de suite d'inspection¹⁴ qu'un fort épisode pluvieux a provoqué l'endommagement de la géomembrane qui recouvre le fond et les flancs de la tranchée T2 ainsi qu'un glissement de terre du talus situé côté cellule d'extraction. Elle émet sept demandes, dont certaines portent sur les piézomètres et sur la surveillance de nappes.

¹⁴ Lettre de suite de l'inspection n° INSSN-MRS-2025-0711 du 30 janvier 2025 sur le thème « agressions externes » – Parc d'entreposage (INB 56) : https://www.asn.fr/content/download/202799/download_file/INSSN-MRS-2025-0711.pdf.

L'Ae recommande de profiter des extensions du réseau de collecte des eaux pluviales pour améliorer l'existant. Elle recommande aussi d'indiquer quelles suites sont données aux demandes de l'ASNR relatives aux piézomètres et à la surveillance des nappes.

Déchets conventionnels

Outre les effluents liquides et les rejets gazeux conventionnels, le démantèlement produira des déchets conventionnels solides, estimés à environ 7 600 t, soit 8 570 m³.

Les travaux de terrassement généreront 100 000 m³ de terres excavées et nécessiteront 15 000 m³ de remblais. Le réemploi des déblais sera recherché, dans la limite des contraintes techniques liées aux exigences géotechniques de la plateforme à construire, notamment sa tenue au séisme.

2.2.2 Biodiversité

Le périmètre de l'INB sera légèrement étendu au niveau de la zone du parc d'entreposage pour tenir compte des nouveaux accès et du décalage d'une route. Les travaux portent sur 6,1 ha dont 2,7 ha sont déjà artificialisés, mais affectant aussi des habitats naturels d'enjeu moyen à assez fort faisant partie d'un réservoir de biodiversité de la trame verte et bleue. Ces derniers sont principalement les « Matorrals à Chêne vert et Genévrier oxycèdre x Pinèdes à Pins d'Alep » (0,7 ha) et les « Garrigues à Badasse x Pelouses à Brachypode rameux » (0,6 ha).

Certaines espèces sont à enjeu, tant pour la flore (Orchis bouffon et Chardon à épines (faible), Nonée brune (assez fort)), que pour la faune : reptiles (Psammodrome d'Edwards (moyen), Lézard ocellé (assez fort)), insectes (Chiffre, Grand capricorne (moyen)), arthropodes (Scorpion languedocien, Scorpion noir à queue jaune (moyen)), oiseaux (Chardonneret élégant, Serin cini, Alouette lulu (moyen), Verdier d'Europe (assez fort), Tourterelle des bois (fort)) et chauves-souris (Noctule de Leisler, moyen). Pour certaines espèces, les niveaux d'enjeux diffèrent dans les différentes parties du dossier et devront être harmonisés.

Neuf mesures d'évitement ou de réduction sont présentées, la plupart favorables aux milieux naturels et aux espèces. Les incidences résiduelles après mise en œuvre de ces mesures restent significatives sur les habitats naturels à enjeux et sur les espèces. C'est notamment le cas de la Nonée brune, du Psammodrome d'Edwards et du Lézard ocellé. Une demande de dérogation à la protection de ces espèces et de leurs habitats a été constituée mais n'était pas jointe au dossier dont l'Ae a été saisie. Cette demande a été transmise au rapporteur à sa demande, assortie de l'avis que le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) de la région PACA a émis le 30 septembre 2024¹⁵, ce qui permet au présent avis de porter aussi sur ce volet.

L'étude d'impact propose des mesures de compensation aux atteintes portées aux espèces protégées, mais n'en prévoit pas pour compenser la destruction des deux habitats naturels aux plus forts enjeux identifiés.

Concernant le Lézard ocellé, une mesure de compensation consiste à créer un réseau de gîtes au Sud-Est du site afin de permettre à l'espèce de coloniser de nouveaux territoires. Ainsi trois gîtes principaux et dix gîtes secondaires seront mis en place. En outre, une mesure d'accompagnement concerne la Nonée brune : le prélèvement de pieds affectés pour les transplanter dans des zones non concernées par les travaux. Trois mesures de suivi sont prévues. Dans les deux cas, le dossier

¹⁵ L'avis du CSRPN est en ligne : https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis_2024_13_-_derogation_-_projet_de_demantelement_installation_nucleaire_cadarache.pdf.

ne décrit pas précisément les milieux destinés à accueillir les compensations, alors qu'il est possible que ces milieux présentent un intérêt ou abritent des espèces à enjeu. Il conviendra de procéder à cette description pour éviter que les compensations ne les détériorent.

Le CSRPN, dont l'avis est favorable, conditionne le projet à des compléments d'inventaires, à l'évitement de pieds de Genêt de Provence lors de la création des gîtes et de sites de ponte de Léopard ocellé dans les parcelles compensatoires, à l'évitement au moins partiel de la station à Nonée brune. Il demande de préciser le protocole de transplantation (transfert hivernal des rosettes de feuilles).

L'Ae recommande de prévoir des compensations à la destruction des habitats naturels à enjeux, de décrire l'intérêt écologique initial des sites de compensation pour éviter de les altérer significativement par des actions mal adaptées, d'éviter en particulier les pieds de Genêt de Provence lors de la mise en œuvre des mesures de compensation et plus globalement, de donner bonne suite aux demandes du CSRPN.

2.3 Cumuls d'incidences et suivis

Les projets retenus par l'étude d'impact pour en analyser les effets cumulés concernent cinq projets de démantèlement d'INB à l'intérieur du centre¹⁶, sans prendre en compte le démantèlement de Pégase (INB 22), pourtant objet d'un avis de l'Ae¹⁷. Sont aussi pris en compte le projet Iter et trois projets de centrales photovoltaïques ainsi que le projet d'amélioration de la bretelle de sortie A51 de l'échangeur n° 17 de Cadarache à Saint-Paul-lès-Durance. Il n'apparaît pas clairement si le futur réacteur Jules Horowitz (RJH), cité dans cette partie, a été pris en compte ou non dans le calcul des cumuls d'incidences.

L'Ae recommande de compléter la liste des projets pris en compte dans l'évaluation des incidences cumulées.

Le centre de Cadarache dispose d'une « étude d'impact » à son échelle (le rapport environnemental 2023 est en ligne)¹⁸, traitant des effets de l'ensemble du site, s'appuyant sur les résultats des suivis, et prenant en compte l'ensemble des opérations de démantèlement. La dose totale induite par les rejets du centre de Cadarache (toutes INB et tous types de rejets confondus) serait de l'ordre de 2,1 µSv/an pour la population de Saint-Paul-lès-Durance. Même en ajoutant l'impact dû à Iter lorsque l'installation sera en fonctionnement (2,4 µSv/an), la dose cumulée reste largement inférieure à la limite autorisée pour le public ainsi qu'au seuil de dose préoccupante.

Concernant les effets cumulés sur 50 ans des substances chimiques, les excès de risque individuels dépassent le seuil de 10⁻⁵ pour les hydrocarbures ; toutefois ce dépassement est faible (1,08.10⁻⁵) et peut être imputé aux hypothèses majorantes retenues. En revanche concernant les effets sur l'environnement calculés pour des rejets aux valeurs limites autorisées, des dépassements de la valeur 1 pour le ratio PEC/PNEC sont substantiels : 107 pour l'aluminium, 1,63 pour le fer, 257 pour les hydrocarbures. Le calcul est alors refait en retenant les valeurs qui ont été effectivement rejetées en 2015 et 2016 et le ratio reste supérieur à 1 pour l'aluminium et les hydrocarbures. Suit alors un raisonnement indiquant que la concentration ajoutée en aluminium est faible, la Durance étant déjà

¹⁶ N° 52 ATUE (Atelier de traitement de l'uranium enrichi) en vue de sa mise à l'arrêt définitif (2016), Démantèlement de l'INB n° 25 RAPSODIE, Démantèlement de l'INB n° 92 PHEBUS (2021), Démantèlement des INB n°42 EOLE et n°95 MINERVE 2021, Démantèlement de l'INB n°53 MCMF (Magasin Central des matières fissiles) 2021.

¹⁷ Avis n° Ae 2024-52 du 11 juillet 2024 : https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/01_240710_demantelement_pegase_inb_22_cadarache_13_delibere_cle0f62b4.pdf.

¹⁸ <https://cadarache.cea.fr/cad/Documents/Environnement/Rapport%20annuel%20environnemental%202023.pdf>.

polluée en amont. Les résultats de mesures de concentrations d'un bouquet de seize hydrocarbures aromatiques polycycliques sont fournis. Toutes sont inférieures à 10 µg/l, ce qui ne contredit pas le calcul d'impact et la concentration ajoutée en hydrocarbures est évaluée à 12,8 µg/l – l'approximation du calcul résultant de l'hypothèse que tous les hydrocarbures ajoutés sont du Benzo(a)pyrène. La conclusion est pourtant que ce calcul n'est pas réaliste, et que « *les rejets cumulés ne devraient pas être à l'origine d'un risque pour les organismes aquatiques.* » La concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques sans effet pour les organismes vivants étant de 0,05 µg/l, l'Ae estime que cette affirmation n'est pas démontrée. Comme déjà souligné plus haut, la concentration sans effet ne saurait être assimilée à une norme de qualité environnementale.

En outre, l'utilisation de majorants donne des indices de dépassements mais ne permet formellement pas de conclure. Il reste donc nécessaire de produire une évaluation des rejets d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.

L'Ae recommande de réévaluer les effets cumulés sur l'environnement des rejets en aluminium, en hydrocarbures et plus particulièrement en hydrocarbures aromatiques polycycliques et de prendre des mesures complémentaires pour réduire le niveau de ces rejets dans la Durance à un niveau garantissant le respect du bon état écologique et chimique du cours d'eau.

2.4 Résumé non technique

Le résumé non technique présente les mêmes qualités et limites que l'étude d'impact.

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

3 Étude de maîtrise des risques et révision du rapport de sûreté

Le dossier comporte, comme cela est requis pour les projets concernant une installation nucléaire, une étude de maîtrise des risques et un rapport de sûreté (version préliminaire), qui distinguent les risques d'origine nucléaire et non nucléaire, internes et externes.

Ces deux études présentent les conséquences, pour la santé des personnes et l'environnement, des incidents ou accidents que pourrait connaître l'installation, à partir d'une identification des risques présents. Le dossier présente également les retours d'expérience disponibles pour des opérations similaires recueillis lors de précédents démantèlements d'installations du CEA.

L'étude d'impact expose ainsi la liste de 42 incidents ayant entraîné une contamination dans l'INB 56, tels que l'explosion d'un conteneur dans la piscine P2 contenant un combustible EDF (1970), de fortes contaminations au niveau zéro de la fosse n° 2 et du sas de liaison du poste de transfert (1973), un débordement de l'eau des piscines par remontée des canalisations à l'air libre avec de l'eau répandue sur le sol du bâtiment 274 (1977), plusieurs fuites radioactives sur des containers métalliques type 700L et STE dans les hangars H2, H3 et H4 (dans les années 1980), une contamination corporelle et matérielle suite à l'écoulement d'un échantillon liquide conditionné au bâtiment 393 dans le secteur des tranchées (2005), des rejets en Krypton 85 de l'émissaire E41 dépassant les seuils de rejets de l'arrêté de « Cadarache » alors que les piscines ne contenaient plus de combustibles (2006), une montée de la contamination atmosphérique au poste de tri de la cellule

d'extraction (installation tranchée T2) de 12 900 LDCA (limite dérivée de concentration dans l'air) en 2011... La multiplicité et la variété de ces incidents témoignent de la nature des déchets entreposés et de la dégradation des mesures parfois très sommaires mises en place à l'époque pour les confiner. Les suites données à ces incidents ne sont pas documentées dans le dossier, mais l'accroissement de la zone marquée au tritium autour du parc d'entreposage est cartographié sur la période 1984–2009. Il montre qu'il atteint plusieurs hectares en fin de période.

L'Ae recommande de compléter la description des incidents ayant marqué l'INB 56 par les suites qui leur ont été données le cas échéant.

Un scénario accidentel de référence est défini comme étant celui qui est susceptible d'entraîner les conséquences chimiques ou radiologiques les plus importantes. Le scénario d'un séisme majoré de sécurité (SMS)¹⁹ majoré par un effet de site (majoration pouvant atteindre 1,5 selon les fréquences du spectre sismique considéré) a les conséquences les plus élevées, ce qui en fait l'accident de référence de l'INB 56 pour la phase de démantèlement.

Ce scénario de séisme comprend le cumul d'une explosion sodium/eau, d'un feu pyrophorique, de l'endommagement d'un conteneur de déchets en cours de transfert dans l'UTR et d'une dissémination consécutive à la perte de la ventilation HD. Les principales conséquences affectent les fosses anciennes et conduisent à des impacts radiologiques de 0,497 mSv, inférieurs à 10 mSv, sur la population de référence résidant à Saint-Paul-lès-Durance (groupe représentatif des populations les plus exposées), valeur qui correspond au premier niveau d'intervention (mise à l'abri) mentionné dans l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n° 2009-DC-153 de l'ASN du 18 août 2009, relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique en cas d'accident nucléaire. L'étude conclut que l'accident de référence n'est pas susceptible d'engendrer des conséquences radiologiques notables sur le public de référence et sur l'environnement.

Les scénarios induisant la plus forte exposition d'un travailleur seraient, sur le secteur des fosses récentes, le cumul de la chute de l'emballage de transfert d'un colis moyennement irradiant (ETCMI) sur la fosse F5 avec une perte électrique, ou encore la chute d'un château de transfert sur un puits. Tous deux conduiraient un travailleur à une exposition de 0,463 mSv.

Le module 1 de la pièce 8 (généralités et parties communes) est supposé restituer les résultats des autres parties, notamment sur les scénarios enveloppe. Si c'est bien le cas pour l'évaluation de l'exposition du public en situation accidentelle, ce ne l'est pas pour l'exposition des travailleurs. En effet, le module 2 (secteur des hangars) met en évidence le fait qu'un scénario accidentel est susceptible d'exposer plus fortement un travailleur que tous les scénarios enveloppe présentés dans le module 1. En effet, la collision d'un engin de manutention avec des colis non bloqués non enrobés au niveau de la zone d'entreposage de l'ATC exposerait un travailleur à 9,91 mSv, ce qui n'est pas restitué dans le module 1, dans l'étude de maîtrise des risques et dans le reste du dossier.

Le dossier conclut cette partie en estimant qu'il n'est pas nécessaire de modifier le plan d'urgence interne (PUI) de Cadarache.

¹⁹ Séisme qui sert de référence pour la conception des bâtiments. Il est obtenu en augmentant arbitrairement de 0,5 la magnitude du séisme maximal historiquement vraisemblable (obtenu en déplaçant dans leur position la plus pénalisante les séismes maximaux historiquement connus associés à chaque faille ou zone). En l'espèce, il s'agit d'un séisme de magnitude locale 5,8 à une distance hypocentrale de 7,1 km, induisant une intensité VIII-IX (MSK) au niveau du site (voir <https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/surete/evaluation-lalea-sismique-reglementation-applicable-sites-nucleaires> pour plus d'informations).

L'accident de référence de l'INB 56 (SMS majoré par un effet de site) serait susceptible d'induire des effets sur les autres installations de Cadarache, voire aussi sur les barrages sur la Durance (dont le bassin d'éclusées situé face à l'entrée du site de Cadarache). Le dossier ne cherche pas à en évaluer les effets. L'Ae observe qu'un tel séisme est aussi l'accident de référence d'autres INB de Cadarache qu'elle a eues à connaître, ce qui signifie que les incidences sur l'environnement et la santé humaine d'un tel accident sur ces INB sont connues. Il serait utile de préciser le cumul des incidences du SMS majoré par un effet de site sur les INB pour lesquelles elles ont été évaluées, et d'engager leur étude sur les autres le cas échéant.

Cette observation s'exprime dans le contexte de l'avis IRSN/2019-00288²⁰ produit par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) le 19 décembre 2019 sur l'aléa sismique pris en compte par le CEA pour des études de risque sismique sur les installations Cascad et Cedra de Cadarache. Cet avis considère que les distances hypocentrales du séisme de référence du site et du paléoséisme sont sous-estimées par le CEA et que les spectres d'aléas ne sont pas satisfaisants. Il estime que le CEA devrait poursuivre ses travaux.

L'Ae recommande de préciser les impacts sur l'environnement d'un séisme majoré de sécurité majoré par un effet de site, évalués sur l'ensemble des installations de Cadarache, voire de ses environs, en tenant compte de l'avis IRSN/2019-00288 sur l'aléa sismique.

²⁰ <https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/avis/2019/Avis-IRSN-2019-00288.pdf>.