



DG/CEACAD/CSN DO 2023-696

**Monsieur le Préfet de la région  
Provence-Alpes-Côte d'Azur  
Préfet des Bouches-du-Rhône**

Place Félix Baret – CS 80001  
13282 MARSEILLE Cedex 06

**A l'attention du chef du Bureau des  
installations et Travaux Réglementés  
pour la Protection des Milieux**

Cadarache, le - 2 NOV. 2023

**Objet : CEA Cadarache – INB n° 39 – MASURCA  
Mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale**

Monsieur,

En vue des consultations prévues réglementairement et conformément à l'article R.593-22 du code de l'environnement, je vous prie de bien vouloir trouver, en pièce jointe n° 1, le mémoire en réponse du CEA à l'avis délibéré n° 2023-055 de la Formation d'autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable adopté lors de la séance du 21 septembre 2023.

Le résumé non technique de l'étude d'impact (pièce 7bis du dossier de démantèlement) a été mis à jour en cohérence avec le présent mémoire ; il est joint au présent courrier (pièce jointe n° 2).

Restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, je vous prie de croire, Monsieur, en l'assurance de ma considération distinguée.



**Christophe BOURMAUD**  
Directeur du CEA Cadarache

Pièces jointes :

- PJ n° 1 : Mémoire en réponse du CEA aux recommandations de l'Autorité environnementale – Dossier de démantèlement de l'INB n° 39 dénommée MASURCA – Novembre 2023
- PJ n° 2 : Pièce 7bis – Résumé non technique de l'étude d'impact – Novembre 2023

Copies avec P.J. :

- MTE/CGEDD/Ae (e-mail)
- DGPR/SRT/MSNR (e-mail)
- ASN/DRC (e-mail)
- ASN/Division de Marseille (e-mail)
- IRSN/PSN-EXP/SSRD (e-mail)



## **MEMOIRE EN REPONSE DU CEA AUX RECOMMANDATIONS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE**

### **DOSSIER DE DEMANTELEMENT DE L'INB N° 39 dénommée MASURCA**

#### **Note liminaire :**

Le CEA a transmis, en décembre 2020, à l'attention de la Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR) de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la transition énergétique, une demande pour procéder aux opérations de démantèlement de l'INB n° 39 dénommée MASURCA. Le dossier, transmis en support à cette demande, a fait l'objet, sur saisine de la MSNR, d'une instruction technique par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et son appui technique (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)). À l'issue de l'instruction technique, une mise à jour du dossier a été transmise en avril 2023.

Le 15 juin 2023, la MSNR, considérant l'instruction du dossier suffisamment aboutie, a sollicité le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et du département des Bouches-du-Rhône pour procéder aux consultations réglementaires.

Le 30 juin 2023, le préfet des Bouches-du-Rhône a saisi pour avis l'Autorité environnementale (Ae) de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable, Autorité compétente en matière d'environnement.

L'avis délibéré de l'Ae n°Ae 2023-55 a été adopté lors de la séance du 21 septembre 2023.

Dans le présent document, le CEA apporte des réponses ou des commentaires aux recommandations formulées dans l'avis précité. Le résumé non technique (RNT) de l'étude d'impact a été mis à jour en conséquence. L'étude d'impact n'a pas été mise à jour.

## SOMMAIRE

### Réponses du CEA aux recommandations de l'Autorité environnementale

1. n° Ae 2023-55 Page 10/29 §1.2 .....	3
2. n° Ae 2023-55 Page 10/29 §1.2 .....	3
3. n° Ae 2023-55 Page 16/29 §2.3 .....	4
4. n° Ae 2023-55 Page 17/29 §2.3.1 .....	5
5. n° Ae 2023-55 Page 21/29 §2.3.5 .....	6
6. n° Ae 2023-55 Page 24/29 §2.4.4 .....	7
7. n° Ae 2023-55 Page 26/29 §2.6 .....	9
8. n° Ae 2023-55 Page 28/29 §3.2 .....	9

## Réponses du CEA aux recommandations de l'Autorité environnementale

Les recommandations de l'Ae sont rapportées ci-après en caractères ***gras italique***, précédées de la page et du paragraphe de l'avis n° Ae 2023-55 où elles sont formulées.

### 1. [n° Ae 2023-55 Page 10/29 §1.2](#)

***Pour pouvoir apprécier l'ensemble des incidences du démantèlement, l'Ae recommande de rappeler les opérations déjà conduites ainsi que leurs incidences environnementales.***

En amont de la décision du CEA d'arrêter définitivement le fonctionnement de l'installation MASURCA, un certain nombre d'opérations a été conduit dans le cadre du projet de rénovation de l'installation. Ces opérations étaient également nécessaires dans le cadre des opérations de démantèlement ; il s'agit :

- de l'évacuation des éléments combustibles fissiles vers l'installation MAGENTA (INB n° 169) du site de Cadarache (entre 2013 et 2014),
- de l'évacuation des éléments combustibles fertiles vers l'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) 411 – Magasin de matières brutes (MMB) du site de Cadarache (en 2005 puis 2007),
- de l'évacuation de sources radioactives sans emploi (en 2012 pour celles qui présentent les niveaux d'activité les plus importants et de manière continue jusqu'à la mise à l'arrêt définitive de l'installation fin 2018),
- de la mise en place de la ventilation de chantier dans le bâtiment réacteur (BR) et de la dépose des équipements de ventilation sans emploi (entre 2012 et 2018),
- de la dépose du réseau d'extinction incendie sans emploi du BR (en 2009).

Aucune incidence environnementale significative n'a été engendrée par ces opérations qui ont été réalisées à l'intérieur des bâtiments et d'autre part avec une grande majorité de transports internes au centre de Cadarache.

Les évènements significatifs survenus dans la vie de l'installation et qui ont eu pour conséquence une évolution, même temporaire, de l'état radiologique de l'installation, leur impact éventuel sur l'installation et/ou sur l'environnement et les opérations d'assainissement qui ont pu en découler sont présentés dans la Pièce 3 du dossier de démantèlement (Plan de démantèlement de l'installation MASURCA, paragraphe C.1). Ces évènements n'ont pas eu d'incidence sur l'environnement.

Au regard de l'historique de l'installation, les contrôles réalisés dans les locaux de l'installation n'ont pas mis en évidence de trace de contamination surfacique significative susceptible d'affecter l'état des structures, des sols et de l'environnement.

L'étude d'impact transmise en avril 2023 couvre l'ensemble des opérations préparatoires au démantèlement et des opérations de démantèlement.

### 2. [n° Ae 2023-55 Page 10/29 §1.2](#)

***Pour la complète information du public, l'Ae recommande d'expliquer le séquençage des opérations et d'intégrer dans l'étude d'impact le coût et le calendrier prévisionnel des dépenses.***

Les opérations de démantèlement sont classiquement réparties en plusieurs étapes (cf. § 3.2 – Partie 1 de l'étude d'impact) :

- L'étape n° 1 regroupe l'ensemble des opérations préparatoires au démantèlement et la réduction du terme source. Cette étape est celle qui comporte le plus d'opérations,

- L'étape n° 2 concerne le démontage des utilités générales de l'installation qui ne sont plus nécessaires : distribution électrique des équipements déposés, réseau de ventilation sans emploi...
- L'étape n° 3 correspond aux opérations d'assainissement final des locaux de l'installation qui permettront de demander le déclassement du zonage déchet de l'installation,
- L'étape n° 4 concerne la remise en état des sols extérieurs. Du fait de l'historique de l'installation MASURCA, cette étape ne devrait pas être nécessaire.

L'ensemble du chantier de démantèlement se décompose en 43 *opérations techniques* dont la distribution dans les 4 étapes précédentes est donnée dans le tableau 3 au § 3.3 de la partie 1 de l'étude d'impact.

La numérotation de ces opérations techniques ne correspond pas à l'ordre dans lesquelles elles sont réalisées mais plutôt à l'ordre dans lequel elles ont été étudiées. Les études ont permis de mettre en évidence que certaines opérations techniques devaient être réalisées avant d'autres et également que des opérations techniques pouvaient être réalisées de manière indépendante. Cet ordonnancement est présenté sur la figure n° 19 au § 3.3 de la partie 1 de l'étude d'impact. Par exemple, les opérations techniques n° 1 et 2 concernant les aménagements des zones d'entreposage des déchets doivent logiquement être réalisées en amont de la production des déchets.

La présentation des capacités financières de l'exploitant et des provisions comptabilisées pour le démantèlement de l'installation MASURCA sont données dans la pièce n° 11.

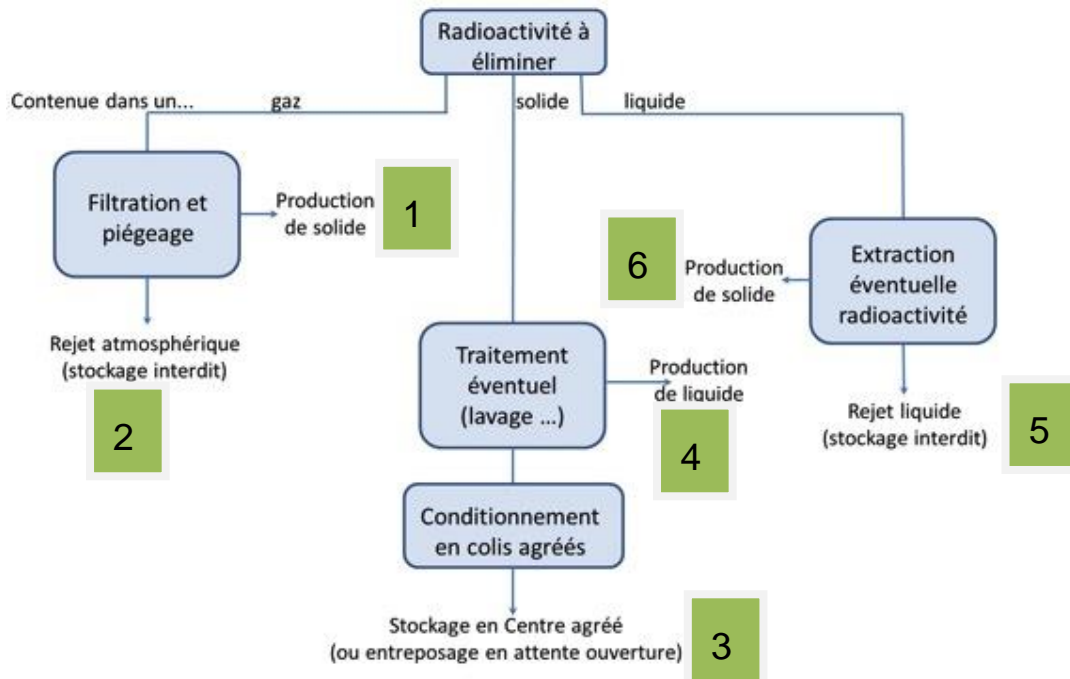
La part des provisions comptabilisées au 31 décembre 2021 par le CEA, y compris aléas (Valeurs actualisées – conditions économiques 2021) au titre des obligations de fin de cycle relative à l'installation MASURCA est de 40,5 M€<sub>2021</sub>. Elle intègre les OPDEM, la surveillance, l'entretien et l'exploitation (SENEX) et les opérations de démantèlement de l'installation.

Les opérations de démantèlement de l'installation MASURCA sont, à comparer à d'autres installations nucléaires du CEA, relativement simples avec une part de démontages significative. Cette typologie d'opération n'impose donc pas des coûts d'investissements (construction de bâtiments, d'ateliers, équipements...) significatifs. Les coûts sont donc plutôt liés aux opérations de démantèlement et à la main d'œuvre nécessaire pour réaliser les opérations de SENEX. Ces coûts sont plus importants les premières années du fait d'opérations nombreuses menées en parallèle.

### **3. n° Ae 2023-55 Page 16/29 §2.3**

***L'Ae recommande de préciser pour chacun des types de rejets ou déchets liés au démantèlement de Masurca la modalité de traitement ou de stockage retenue.***

Le schéma ci-dessous illustre les mesures d'évitement et de réduction générique. Il est complété des modalités retenues pour le démantèlement de l'installation MASURCA.



Concernant la radioactivité contenue dans un gaz, elle est piégée (pour les particules en suspension) sur des systèmes de filtration et notamment des filtres Très Haute Efficacité (THE). Ces filtres sont *in fine* gérés dans la filière des déchets de très faible activité (TFA) dont le stockage est réalisé au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de l'Andra (Point 1). Les composants de la radioactivité (gaz et particules non filtrés) font l'objet d'un rejet atmosphérique (point 2) dans le respect des limites fixées par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Concernant la radioactivité contenue dans des solides, la très grande majorité conduira à la production de colis de déchets agréés qui seront stockés sur les centre de l'Andra (point 3 – Cf. l'étude d'impact partie 4 §7). Une part très réduite de la radioactivité pourra conduire à la production de liquide pris en charge via le réseau d'effluents liquides industriels (point 4). La réponse à la recommandation n° 5 donnée ci-dessous donne des éléments plus détaillés sur les rejets d'effluents liquides.

Concernant la radioactivité contenue dans les effluents industriels, une partie issue de la décantation des effluents est gérée, après séchage, dans la filière des déchets TFA dont le stockage est réalisé au Cires (Point 6). Le reste des effluents fait l'objet d'un transfert à la station d'épuration des effluents industriels (STEP/EI) du Centre dans le respect des limites de transferts fixées par l'Autorité de sûreté nucléaire (point 5) et *in fine* d'un rejet en Durance, dans le respect des limites fixées par arrêté préfectoral.

#### 4. [n° Ae 2023-55 Page 17/29 §2.3.1](#)

***L'Ae recommande de préciser le devenir de la source neutronique de démarrage et le calendrier prévisionnel de son évacuation et de son élimination ultérieure et d'en tenir compte dans les incidences du projet.***

La source neutronique de démarrage détenue sur l'installation MASURCA est une source sans emploi qui sera traitée comme un déchet nucléaire dans la filière adéquate. La filière dédiée aux sources radioactives est le stockage en profondeur en colis de déchets dédié (colis 870L vrac source). Cette filière dispose d'un accord de conditionnement de l'ASN qui doit être mis à jour pour certaines sources dont celle de l'installation MASURCA à l'horizon 2030. Dans l'attente, cette source doit faire l'objet d'un entreposage sur une autre installation du centre de Cadarache afin de pouvoir finaliser les opérations de démantèlement selon les échéances données dans le plan de démantèlement.

Les opérations réalisées sur l'installation dans le cadre du démantèlement concernant cette source sans emploi consistent en la préparation aux opérations de transport pour son évacuation qui n'ont pas d'incidence sur le projet.

#### 5. [n° Ae 2023-55 Page 21/29 §2.3.5](#)

**L'Ae recommande de préciser le caractère radioactif des effluents industriels liquides résultant des opérations de démantèlement et de démontrer leur compatibilité avec les critères d'acceptation de la station de traitement du site de Cadarache**

Le tableau 119 de la partie 4 de l'étude d'impact indique les limites maximales en activités volumiques à respecter pour les transferts d'effluents liquides dans le réseau des effluents industriels du centre de Cadarache. Il est rappelé ci-dessous.

Limites maximales d'activité volumique pour le rejet d'effluents liquides radioactifs dans le Réseau des Effluents Industriels fixées par la Décision n° 2017-DC-0597 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017 (Bq/L)		
Tritium	Autres émetteurs bêta-gamma	Émetteurs alpha
74 000	74	10

Tableau 119 : Limites maximales d'activité volumique pour le rejet d'effluents liquides dans le Réseau des Effluents Industriels du Centre de Cadarache

Le tableau 120 de la partie 4 de l'étude d'impact, rappelé ci-dessous, indique pour sa part les limites annuelles d'activité des effluents liquides à respecter pour l'installation MASURCA.

Limite annuelle d'activité des effluents transférables à la station d'épuration des effluents industriels du Centre de Cadarache pour MASURCA fixée par la Décision n° 2017-DC-0597 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017 (GBq/an)			
Tritium	Carbone 14	Autres émetteurs bêta-gamma	Émetteurs alpha
1 <sup>E</sup> -03	-	6E-05	3E-05

Tableau 120 : Limite annuelle d'activité des transferts liquides à la station de traitement des effluents industriels de l'INB n° 39 MASURCA

Le volume des effluents liquides qui seront générés lors des opérations de démantèlement ainsi que leur origine sont donnés dans le tableau 129 de la partie 4 de l'étude d'impact, rappelé ci-dessous.

N° étape	Intitulé	Volume (m <sup>3</sup> )
16	Évacuation des articles contenant du sodium	90,00
25 + 29	Assainissement GC des cuves d'entreposage des effluents suspects & Évacuation des équipements du local GENEPI	0,25
21	Effluent des douches des intervenants lors des chantiers amiante	5,00
Total		95,25

Tableau 129 : Bilan des effluents liquides générés

Les caractéristiques radiologiques des effluents liquides qui seront transférés dans le réseau des effluents industriels sont données dans le tableau 135 (partie 4 de l'étude d'impact), rappelé ci-dessous.

Étape et intitulé	TS (Bq) <sup>3</sup> H	TS (Bq) Émetteurs α	TS (Bq) Émetteurs βγ
n° 16 : Évacuation articles contenant du sodium	3.27E+04	0	2.51E+04
n° 25 : Assainissement GC des cuves d'entreposage des effluents suspects	0	8.28E+01	1.53E+02
n° 29 : Évacuation des équipements du local accélérateur	0	1.50E+03	0
<b>TOTAL</b>	<b>3.27E+04</b>	<b>1.58E+03</b>	<b>2.53E+04</b>

Tableau 135 : Synthèse des effluents liquides radioactifs rejetés au cours du démantèlement de MASURCA

À noter que les effluents liquides générés lors de l'étape technique n° 21 (douche réglementaire pour le chantier amiante) ne sont pas susceptibles de contenir des substances radioactives. Cette étape n'est donc pas présente dans le tableau ci-dessus.

De manière générale, les effluents liquides des installations ne sont transférés dans le réseau des effluents industriels à partir des cuves d'entreposage des installations que si l'analyse préalable confirme que leur activité volumique est inférieure aux limites rappelées dans le tableau 119. Si l'activité de l'effluent dépasse au moins une des limites, il est considéré comme un effluent radioactif et envoyé à la station de traitement des effluents liquides radioactifs du centre (INB 171 - Agate).

Les caractéristiques radiologiques des effluents liquides qui seront générés lors des opérations de démantèlement sont compatibles avec les critères d'acceptation du réseau des effluents industriels du centre de Cadarache et sont également inférieures aux limites annuelles d'activité des effluents liquides attribuées pour l'INB MASURCA.

Comme précisé dans l'étude d'impact en partie 1 au § 4.2.2, l'INB MASURCA n'effectue aucun rejet direct d'effluent liquide dans l'environnement. Le fonctionnement de la ventilation ne nécessite pas une alimentation en eau conduisant à des rejets dans l'environnement après filtration contrairement à ce qui est indiqué dans l'avis de l'Ae n° 2023-055 au §2.3.3.

#### 6. [n° Ae 2023-55 Page 24/29 §2.4.4](#)

**L'Ae recommande de compléter de manière proportionnée aux enjeux le volet de l'étude d'impact relatif aux mesures d'évitement et de réduction en démontrant en quoi la méthodologie suivie pour le démantèlement intègre bien les exigences de la méthode « éviter, réduire, compenser »**

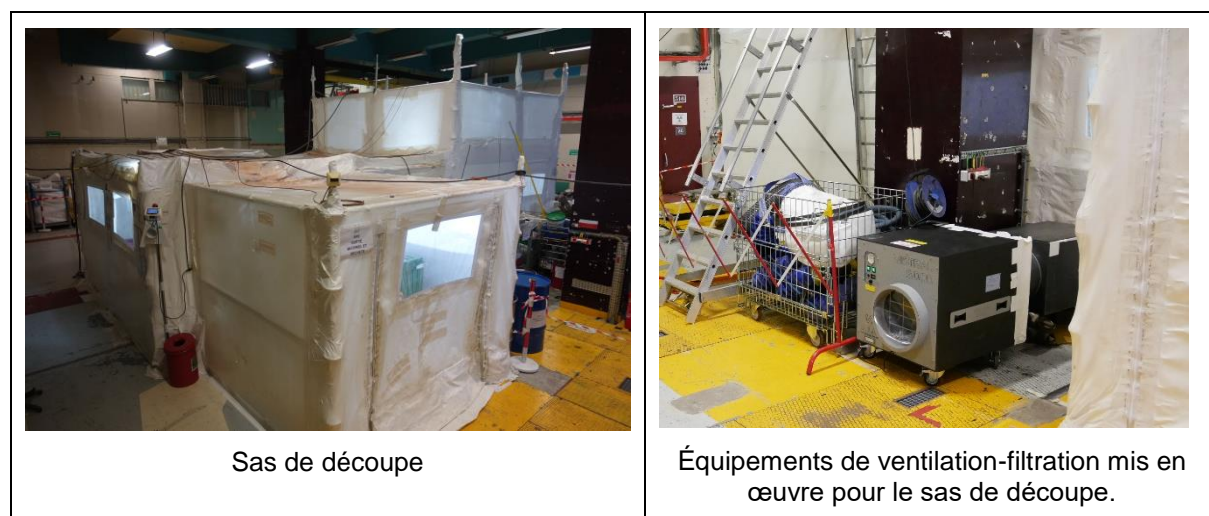
Concernant les mesures d'évitement-réduction des rejets d'effluents atmosphériques radioactifs, la limitation des rejets radioactifs est partie intégrante de la conception de l'INB MASURCA comme toute INB.

Dès la phase de conception des installations, des dispositifs de collecte (au plus près de la source), de traitement et de filtration sont prévus et mis en œuvre afin de réduire autant que possible les rejets d'effluents gazeux. Les effluents gazeux radiologiques sont véhiculés par une ventilation nucléaire, et évacués par l'un des émissaires de l'installation après passage au travers de dispositifs de filtration à « Très Haute Efficacité ».

La limitation des rejets radioactifs atmosphériques repose essentiellement sur l'association d'un confinement statique (interposition de barrières physiques de confinement entre les substances radioactives et le personnel, l'environnement ou le public), et d'un confinement dynamique des substances radioactives. La conception du confinement statique et du système de ventilation associé (confinement dynamique), combinée à l'utilisation de dispositifs de filtration très haute efficacité, permettent d'éviter la dissémination de la contamination et la réduction des rejets au minimum raisonnablement possible. Ces dispositions sont maintenues en permanence, et quelles que soient les opérations en cours.



Typiquement, pour les opérations de démantèlement, un sas de confinement associé à un dispositif de ventilation-filtration est mis en œuvre pour la majorité des découpes en complément des équipements nominaux de l'installation. Cette disposition complémentaire permet d'augmenter la capacité de filtration nominale et de réduire les rejets. Les figures ci-dessous illustrent la mise en place de ces dispositions.

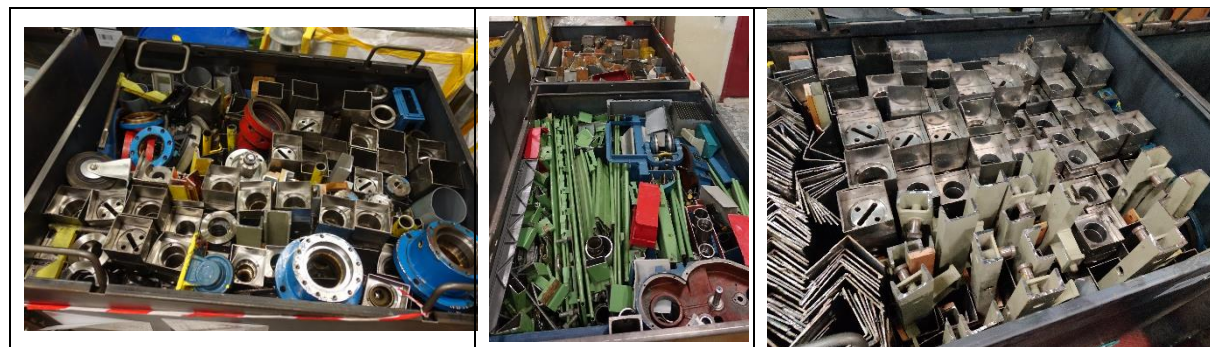


Les effluents liquides produits par une installation nucléaire de base de Cadarache peuvent être de 3 natures : effluents sanitaires, effluents industriels et effluents actifs. Au cours de son démantèlement, les effluents produits par l'installation MASURCA ne seront que de type sanitaire ou industriel.

Par ailleurs, des mesures de réduction ont été mises en œuvre pour limiter les volumes des transferts d'effluents industriels. L'installation a notamment pu faire évoluer les dispositions de contrôles et de collecte des effluents en provenance des douches et sanitaires des vestiaires d'accès en zone contrôlée car ceux-ci ne sont plus considérés comme des effluents industriels au sens de la radioprotection (absence de radioactivité ajoutée) et peuvent désormais être gérés comme des effluents sanitaires. Le volume d'effluents industriels produits est en conséquence fortement réduit (de l'ordre de 97 %), ce qui permet ainsi de réduire l'impact de leur rejet dans le milieu naturel en Durance.

Afin de réduire le plus possible la production de déchets nucléaires, des dispositions sont prises pour optimiser le volume et la catégorisation de déchets radioactifs.

Concernant l'optimisation du volume de déchets nucléaires des dispositions sont prises dans les contrats et les procédures de gestion de déchets pour garantir un niveau minimum de remplissage fondé sur le retour d'expérience de production des déchets du site de Cadarache. Cette disposition, suivie régulièrement lors du déroulement des opérations, permet d'atteindre l'objectif de réduction du nombre de colis de déchets nucléaires. Les figures ci-dessous illustrent cet objectif de réduction.



Optimisation du remplissage des colis de déchet TFA

Par ailleurs, pour une meilleure catégorisation des déchets, une phase initiale d'inventaire et de caractérisation radiologique des équipements et matériels destinés à la mise aux déchets a été menée sur l'installation. Cette action a permis de privilégier la filière TFA (Très Faible Activité) pour la très grande majorité des déchets à produire. Cette filière dispose de colis dont les capacités (dimensions, masse admissible, etc.) sont bien adaptées aux opérations de démantèlement et permettent de minimiser le volume de déchets stockés (cf. point 3 de la réponse à la recommandation n° 3).

#### **7. n° Ae 2023-55 Page 26/29 §2.6**

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

Le résumé non technique a été mis à jour en cohérence avec le présent document qui a été élaboré en réponse aux recommandations de l'avis délibéré de l'Ae n° 2023-55.

#### **8. n° Ae 2023-55 Page 28/29 §3.2**

***L'Ae recommande de démontrer que le scénario retenu (un séisme provoquant la ruine partielle du bâtiment de stockage et de manutention et entraînant un incendie dans le magasin d'entreposage des articles contenant du sodium et du laboratoire chaud d'entreposage des dosimètres expérimentaux) constitue l'accident le plus critique.***

La définition de l'accident de référence repose sur une analyse des situations susceptibles de dégrader la protection des intérêts pouvant survenir lors de la phase de démantèlement. Les scénarios incidentels et accidentels enveloppes (chute d'une charge contenant des substances radioactives, incendie...) issus de cette analyse sont étudiés et les conséquences estimées. Les cumuls plausibles notamment des agressions internes et externes sont également étudiés (chute de charge + perte de la ventilation, foudre + inondation externe, séisme + inondation...).

En appliquant cette démarche, le scénario le plus pénalisant qui a été retenu est un séisme provoquant la ruine partielle du bâtiment de stockage et de manutention et entraînant un incendie dans le magasin d'entreposage des articles contenant du sodium métallique et du laboratoire chaud d'entreposage des dosimètres expérimentaux. À cet égard le CEA précise qu'il n'y a pas de cuves d'entreposage de sodium comme indiqué dans la synthèse de l'avis.

Ce scénario de référence retenu est présenté dans la pièce 9 (Étude de maîtrise des risques).