



Pièce 3

## VERSION DÉTAILLÉE ET MISE À JOUR DU PLAN DE DÉMANTÈLEMENT DE L'INSTALLATION PEGASE

DÉCEMBRE 2023

Dossier de démantèlement partiel de l'INB 22 – Installation PEGASE





2

---

Pièce 3

## SOMMAIRE

---

<b>Préambule .....</b>	<b>10</b>
<b>A. Présentation et justification de la stratégie de démantèlement retenue...</b>	<b>11</b>
<b>A.1 Présentation INB 22 – Installation PEGASE .....</b>	<b>11</b>
A.1.1 <i>Implantation géographique .....</i>	<i>11</i>
A.1.2 <i>INB 22 – PEGASE - CASCAD .....</i>	<i>12</i>
A.1.1.1. <i>L'installation CASCAD .....</i>	<i>12</i>
A.1.1.2. <i>L'installation PEGASE .....</i>	<i>12</i>
<b>A.2 Historique INB 22 .....</b>	<b>13</b>
A.2.1 <i>Dates clés de l'INB 22 .....</i>	<i>13</i>
A.2.2 <i>Description du démontage du réacteur PEGASE (1976 à 1980) .....</i>	<i>13</i>
A.2.3 <i>Description du procédé de traitement des fûts plutonifères de l'INB (projet DEFPG – 2006 à 2013) .....</i>	<i>15</i>
A.2.4 <i>Description du désentreposage des combustibles non araldités de PEGASE (projet CURXD, 2006 à 2016) .....</i>	<i>15</i>
A.2.5 <i>Présentation de l'installation d'entreposage PEGASE .....</i>	<i>16</i>
<b>A.3 Description de l'installation PEGASE .....</b>	<b>17</b>
A.3.1 <i>Les locaux du groupe de bâtiments PEGASE .....</i>	<i>17</i>
A.3.2 <i>Description du bâtiment de liaison à la galerie technique .....</i>	<i>24</i>
A.3.3 <i>Description de la galerie technique .....</i>	<i>25</i>
A.3.4 <i>Description des aménagements extérieurs .....</i>	<i>25</i>
<b>A.4 Stratégie retenue pour le démantèlement .....</b>	<b>25</b>
<b>B. Généralités sur le démantèlement.....</b>	<b>27</b>
<b>B.1 Principes d'ordre méthodologique relatifs au démantèlement, à la remise en état du site et à sa surveillance ultérieure .....</b>	<b>27</b>
<b>B.2 Dispositions prises à la conception de l'installation pour en faciliter le démantèlement</b>	<b>30</b>
<b>B.3 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir la conservation de l'historique de l'installation et l'accessibilité aux données associées .....</b>	<b>30</b>
<b>B.4 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien des compétences et la connaissance de l'installation .....</b>	<b>32</b>
B.4.1 <i>Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien de la connaissance de l'installation .....</i>	<i>32</i>
B.4.2 <i>Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien des compétences.....</i>	<i>32</i>

<b>B.5</b>	<b>Estimations des quantités et modalités de gestion des déchets issus du démantèlement, tenant compte des solutions de gestion existantes ou en projet, développées dans le cadre du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs</b>	<b>33</b>
B.5.1	<i>Identification des déchets générés lors du démantèlement de l'installation PEGASE ...</i>	33
B.5.1.1	<i>Déchets, effluents et rejets conventionnels .....</i>	33
B.5.1.2	<i>Déchets, effluents et rejets radioactifs .....</i>	34
B.5.2	<i>Modalités de gestion des déchets issus du démantèlement .....</i>	34
B.5.2.1	<i>Zonage déchets .....</i>	34
B.5.2.2	<i>Modalités de gestion des déchets – Catégorie de déchets – Filières d'évacuation de déchets</i>	36
B.5.3	<i>Organisation relative à la gestion des déchets .....</i>	40
B.5.3.1	<i>Gestion des déchets nucléaires .....</i>	40
B.5.3.2	<i>Gestion des déchets conventionnels .....</i>	42
B.5.3.3	<i>Traçabilité des déchets .....</i>	42
B.5.3.4	<i>Contrôles radiologiques .....</i>	43
B.5.3.5	<i>Entreposage des déchets dans l'installation .....</i>	43
B.5.3.6	<i>Transport des déchets .....</i>	44
B.5.4	<i>Estimations des quantités de déchets et des effluents issus du démantèlement .....</i>	44
<b>B.6</b>	<b>Études à réaliser et éventuels travaux de recherche et développement à mener .....</b>	<b>46</b>
<b>B.7</b>	<b>Caractérisations à réaliser pour consolider les hypothèses prises en compte dans la démonstration mentionnée à l'article L. 593-7 du code de l'environnement .....</b>	<b>47</b>
<b>B.8</b>	<b>Impact éventuel sur le cycle du combustible, le cas échéant .....</b>	<b>47</b>
<b>C.</b>	<b>Déroulement du démantèlement .....</b>	<b>48</b>
<b>C.1</b>	<b>Description et justification de l'état initial au début des opérations de démantèlement et des opérations préparatoires à mener dans le cadre du référentiel de fonctionnement ....</b>	<b>48</b>
C.1.1	<i>État initial de l'installation au début des opérations de démantèlement .....</i>	48
C.1.2	<i>Faits marquants intéressants le démantèlement .....</i>	48
C.1.3	<i>Opérations préparatoires au démantèlement .....</i>	49
<b>C.2</b>	<b>Définition des étapes du démantèlement .....</b>	<b>49</b>
C.2.1	<i>Organisation générale .....</i>	49
C.2.2	<i>Principales étapes du démantèlement .....</i>	50
C.2.3	<i>Étape 1 : finalisation des OPDEM (opérations de traitement et d'évacuation des combustibles sans emploi) et diminution du terme source de l'installation .....</i>	54
C.2.4	<i>Étape 2 : démontage des procédés et de leurs utilités ; consolidation de l'état radiologique du génie civil et des sols .....</i>	56

C.2.5	<i>Étape 3 : assainissement et démantèlement de l'ensemble des utilités générales et installations techniques auxiliaires</i> .....	57
C.2.6	<i>Étape 4 : assainissement des structures</i> .....	57
C.2.7	<i>Étape 5 : remise en état des sols (si nécessaire)</i> .....	57
<b>C.3</b>	<b>Échéancier envisagé, durée des opérations</b> .....	<b>58</b>
<b>C.4</b>	<b>Description des travaux qu'il est prévu d'effectuer</b> .....	<b>59</b>
C.4.1	<i>Aménagement général de l'installation pour le démantèlement</i> .....	59
C.4.2	<i>Démantèlement de l'aéroréfrigérant</i> .....	61
C.4.3	<i>Découplage PEGASE/CASCAD</i> .....	61
C.4.4	<i>Démantèlement des équipements de la galerie technique</i> .....	62
C.4.5	<i>Vidange de la piscine, des bassins et des tuyauteries</i> .....	62
C.4.6	<i>Démantèlement de la piscine et des bassins</i> .....	62
C.4.7	<i>Démantèlement des circuits des eaux</i> .....	63
C.4.8	<i>Démantèlement du circuit des effluents</i> .....	63
C.4.9	<i>Démantèlement des stations d'épuration</i> .....	63
C.4.10	<i>Démantèlement de la cellule blindée</i> .....	64
C.4.11	<i>Démantèlement du procédé de désentreposage des fûts plutonifères</i> .....	64
C.4.12	<i>Évacuation des équipements restants</i> .....	64
C.4.13	<i>Démantèlement de la ventilation industrielle</i> .....	65
C.4.14	<i>Simplification de la ventilation nucléaire historique</i> .....	65
C.4.15	<i>Dépose des moyens de surveillance</i> .....	66
C.4.16	<i>Simplification du réseau électrique</i> .....	66
C.4.17	<i>Assainissement du génie civil</i> .....	66
C.4.18	<i>Démantèlement de la ventilation historique simplifiée et mise en place d'une ventilation de surveillance</i> .....	66
C.4.19	<i>Cartographie finale</i> .....	66
C.4.20	<i>Repli final</i> .....	67
<b>C.5</b>	<b>Identification des nouveaux équipements à construire et des principaux procédés associés</b> .....	<b>67</b>
<b>C.6</b>	<b>Identification des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement</b> .....	<b>67</b>
C.6.1	<i>Objectifs de sûreté</i> .....	67
C.6.2	<i>Objectifs de radioprotection</i> .....	68
C.6.3	<i>Objectifs de protection de l'environnement</i> .....	68

<b>C.7</b>	<b>Consolidation des estimations des quantités et des modalités de gestion des déchets, précision sur les quantités et modalités de gestion des rejets et description de la prise en compte des risques classiques.....</b>	<b>69</b>
C.7.1	<i>Consolidation des estimations des quantités des déchets et des rejets .....</i>	69
C.7.2	<i>Consolidation des modalités de gestion des déchets et rejets .....</i>	70
C.7.3	<i>Processus de tri des déchets .....</i>	70
C.7.4	<i>Les spectres déchets.....</i>	70
C.7.5	<i>Entreposages.....</i>	70
C.7.6	<i>Risques classiques.....</i>	71
<b>C.8</b>	<b>Présentation des principaux EIP et AIP nécessaires au démantèlement .....</b>	<b>72</b>
C.8.1	<i>Éléments Importants pour la Protection des intérêts (EIP) .....</i>	72
C.8.2	<i>Activités Importantes pour la Protection des intérêts (AIP).....</i>	72
<b>C.9</b>	<b>Description des méthodologies d'assainissement retenues .....</b>	<b>73</b>
C.9.1	<i>Dispositions génériques d'assainissement du génie civil.....</i>	73
C.9.2	<i>Méthodologie d'assainissement des sols (aires extérieures et sous-sols).....</i>	74
<b>C.10</b>	<b>Organisation envisagée pour gérer les opérations de démantèlement (effectifs, sous-traitance, organisation...)</b> .....	<b>74</b>
<b>C.11</b>	<b>Justificatif des choix techniques du point de vue de la protection des intérêts .....</b>	<b>75</b>
C.11.1	<i>Sûreté nucléaire .....</i>	75
C.11.2	<i>Radioprotection .....</i>	75
C.11.3	<i>Gestion des déchets .....</i>	75
C.11.4	<i>Incidence sur l'environnement .....</i>	75
<b>D.</b>	<b>État final envisagé.....</b>	<b>77</b>
<b>D.1</b>	<b>Présentation et justification de l'état final retenu .....</b>	<b>77</b>
D.1.1	<i>Objectif état final.....</i>	77
D.1.2	<i>État physique final .....</i>	77
D.1.3	<i>État radiologique.....</i>	77
<b>D.2</b>	<b>Prévisions d'utilisation ultérieure du site .....</b>	<b>78</b>
<b>D.3</b>	<b>Incertitudes associées à la description de l'état final.....</b>	<b>78</b>
<b>D.4</b>	<b>Évaluation de l'impact de l'installation et du site après atteinte de l'état final visé, modalités de surveillance envisagées .....</b>	<b>78</b>
D.4.1	<i>Impact de l'installation et du site après atteinte de l'état final visé .....</i>	78
D.4.2	<i>Modalités de surveillance envisagées.....</i>	78

## Liste des figures

Figure 1.	Plan d'ensemble du CEA Cadarache .....	11
Figure 2.	Vue en coupe du bâtiment Pile .....	14
Figure 3.	Vues de l'installation PEGASE lors de la phase de fonctionnement du réacteur (1975) 16	
Figure 4.	Vue des installations d'entreposage PEGASE et CASCAD après le démontage du réacteur PEGASE (actuel).....	16
Figure 5.	Vue écorchée du bâtiment PEGASE .....	18
Figure 6.	Plan du bâtiment PEGASE niveau -2 .....	19
Figure 7.	Plan du bâtiment PEGASE niveau -1 .....	20
Figure 8.	Plan du bâtiment PEGASE niveau 0 .....	21
Figure 9.	Plan du bâtiment PEGASE niveau 1 .....	22
Figure 10.	Plan du bâtiment PEGASE niveau 2 .....	23
Figure 11.	Phase de vie de l'INB 22 – PEGASE – CASCAD .....	26
Figure 12.	Logigramme de déroulement des étapes de démantèlement .....	27
Figure 13.	Classification des déchets solides nucléaires et filières de gestion (PNGMDR 2016-2018) 37	
Figure 14.	Filières de traitement des déchets solides nucléaires à Cadarache .....	38
Figure 15.	Catégorie de classement des effluents radioactifs .....	40
Figure 16.	Enchaînement technique des opérations du démantèlement.....	51
Figure 17.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N-2	51
Figure 18.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N-1	52
Figure 19.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau 0	52
Figure 20.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N+1	53
Figure 21.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N+2/53	
Figure 22.	Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – Zone extérieure de l'aéroréfrigérant .....	54
Figure 23.	Scénario envisagé pour la reprise, le conditionnement et l'évacuation des déchets métalliques activés entreposés dans l'installation PEGASE .....	56

Figure 24.	Chronologie des opérations du démantèlement de PEGASE.....	58
Figure 25.	Emplacement identifié pour l'entreposage des déchets TFA (extérieur) .....	60
Figure 26.	Emplacement identifié pour l'entreposage des déchets FMA-VC et MA-VL (galerie des pompes et des casemates, niveau -1) .....	61
Figure 27.	Localisation des points de collecte des déchets conventionnels .....	71
Figure 28.	Limite du zonage déchets dans l'épaisseur (extrait du guide ASN n°14) .....	73



## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Bilan estimatif des déchets solides générés par le démantèlement de l'installation PEGASE, incluant les OPDEM (projet DECAP), hors opérations d'assainissement GC .....	45
Tableau 2 : Bilan estimatif des effluents .....	45
Tableau 3 : Bilan estimatif des déchets – assainissement GC .....	46
Tableau 4 : Bilan estimatif des effluents – assainissement GC .....	46

## Préambule

Le présent document constitue la pièce 3 « Version détaillée et mise à jour du plan de démantèlement » du dossier de démantèlement partiel de l'installation PEGASE faisant partie intégrante de l'installation nucléaire de base n° 22 (INB 22) dénommée PEGASE / CASCAD, implantée sur le territoire de la commune de Saint-Paul-les-Durance (Bouches-du-Rhône). Ce dossier précise et justifie les opérations de démantèlement et celles relatives à la surveillance et à l'entretien ultérieurs du site prévues par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), conformément aux dispositions des articles L. 593-27 et R. 593-67 du code de l'environnement.

10

Pièce 3

Conformément aux dispositions du I de l'article R. 593-67, ce document décrit les étapes prévues pour la réalisation du démantèlement ainsi que l'état du site visé à l'issue de celui-ci. Ce plan justifie que les opérations de démantèlement sont réalisées conformément aux principes définis à l'article L. 593-25. Il présente la stratégie d'assainissement envisagée pour les structures des bâtiments et des sols ainsi que ses prévisions d'utilisation ultérieure du site.

Il a été rédigé au regard des recommandations du guide n° 6 de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) relatif à l'arrêt définitif, le démantèlement et le déclassement des installations nucléaires de base (version du 30 août 2016) et avec les éléments disponibles à la date de rédaction du dossier.

La présentation de l'installation est donnée dans la pièce 2 « Description de l'état de l'installation ».

# A. Présentation et justification de la stratégie de démantèlement retenue

## A.1 Présentation INB 22 – Installation PEGASE

### A.1.1 Implantation géographique

Le Centre CEA de Cadarache se trouve à la limite des départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse, du Var. Le Centre est situé près du confluent de la Durance et du Verdon. Il est implanté dans la commune de Saint-Paul-lez-Durance, commune qui occupe le point nord-est du département des Bouches-du-Rhône, à l'extrémité sud de la vallée de la Moyenne Durance.

Le terrain, relativement accidenté, s'étage entre 250 et 400 mètres d'altitude. Il est en majeure partie couvert de forêts (bois domaniaux formés surtout d'espèces méditerranéennes).

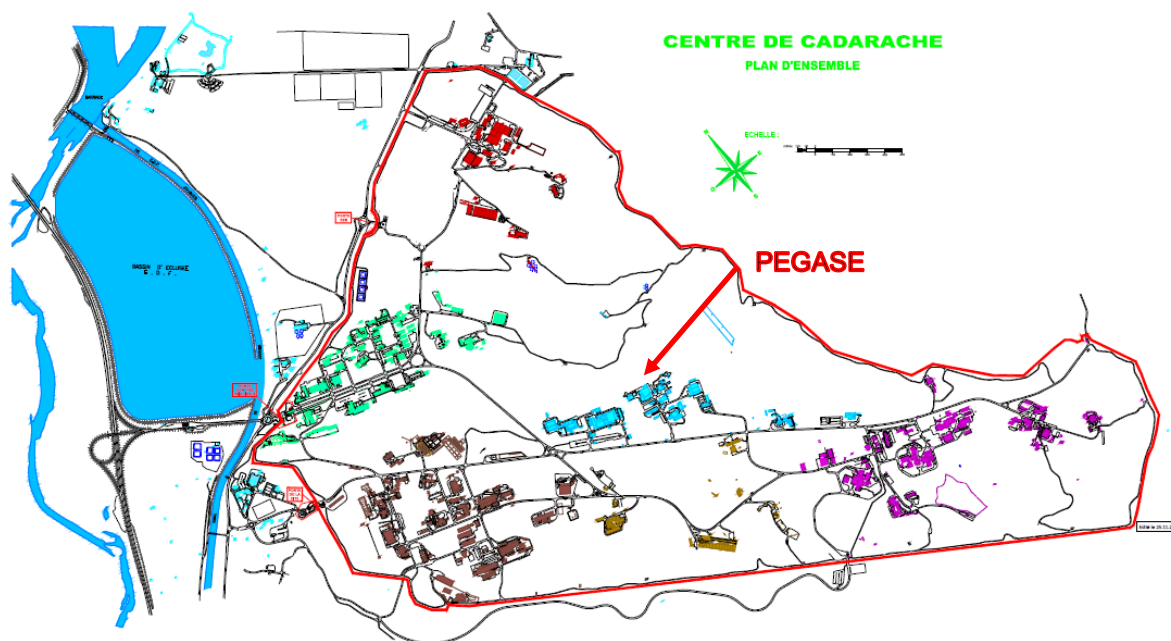


Figure 1. *Plan d'ensemble du CEA Cadarache*

La superficie totale du site de Cadarache est de 2 050 hectares, dont la partie enclose délimitant le Centre couvre environ 900 hectares. L'orientation principale est-ouest est parallèle à une petite vallée affluente de la Durance (Ravin de la Bête), le long de laquelle est implantée la majeure partie des réacteurs expérimentaux, d'où son appellation de « Vallée des Piles ». C'est dans cette vallée que se situe l'INB n° 22. Le reste du site consiste en une zone moyennement inclinée vers la Durance et surplombant la Vallée des Piles.

## A.1.2 INB 22 – PEGASE - CASCAD

### A.1.1.1. L'installation CASCAD

La CASemate de CADarache, rattachée à l'INB 22, a pour fonction d'entreposer à sec des combustibles irradiés, dont les conditions économiques du moment font reporter à une échéance plus lointaine le retraitement ou l'élimination. L'évacuation de l'énergie calorifique due aux combustibles est réalisée par convection naturelle de l'air, refroidissant les puits d'entreposage. Le décret en date du 4 septembre 1989, publié au *journal officiel* du 8 septembre 1989, a autorisé le CEA à modifier l'INB 22 par la réalisation de l'installation d'entreposage à sec de combustibles nucléaires irradiés dénommée CASCAD. L'installation a été mise en service par l'autorisation donnée le 8 juin 1990 pour l'entreposage de combustibles provenant de la Centrale de Brennilis (combustible EL4). Depuis, les activités d'entreposage de combustibles concernent des combustibles de différents types de réacteurs et qui se présentent sous différentes formes physico-chimiques. Ces éléments combustibles sont entreposés après instruction du dossier de sûreté particulier et autorisation d'entreposage délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire. La casemate constitue un entreposage pérenne de matière nucléaire. Elle possède son propre référentiel de sûreté et fait également l'objet de son propre plan de démantèlement.

### A.1.1.2. L'installation PEGASE

Le réacteur PEGASE a eu pour vocation le test, en vraie grandeur et dans des conditions réelles de fonctionnement, d'éléments combustibles de réacteurs refroidis au gaz. Il a fonctionné de 1963 à 1975, date à laquelle il a été arrêté, compte tenu de l'abandon de la filière graphite-gaz.

Après la mise à l'arrêt définitif du réacteur en décembre 1975 et la modification de l'installation, le CEA utilise l'installation PEGASE depuis 1980 pour assurer principalement l'entreposage de combustibles irradiés et de fûts de sous-produits de fabrication d'éléments combustibles, en attendant leur reprise et leur évacuation vers une autre installation. L'évacuation des fûts de sous-produits de fabrication d'éléments combustibles s'est terminée fin 2013.

Les principales activités menées dans l'installation PEGASE concernent :

- × l'entreposage sous eau en conteneur, de combustibles irradiés de type :
  - Fertiles et fissiles de la filière neutrons rapides (Rapsodie, Phénix...),
  - Siloé (ancien réacteur de recherche situé à Grenoble, ex INB 20 déclassée),
  - Expérimentaux de la filière neutrons rapides et de la filière eau légère,
- × l'entreposage en emballage de transport de combustibles,
- × l'entreposage de substances et de matériels radioactifs (carbure de bore, éléments réflecteurs en béryllium, objets irradiants issus du démantèlement du réacteur PEGASE...),
- × les opérations liées à l'exploitation de l'installation et consistant notamment à :
  - assurer l'expédition des combustibles irradiés conteneurisés ou non, et des fûts de sous-produits plutonifères,
  - décharger ou charger les emballages de transport à sec ou sous eau,
  - disposer ou reprendre les éléments combustibles irradiés et les conteneurs dans des casiers bien déterminés,

- procéder aux transferts des casiers dans la piscine ou le bassin d'entreposage,
- procéder à des vérifications périodiques,
- procéder aux opérations de maintenance nécessaires,
- procéder au désentreposage des éléments combustibles irradiés,
- réaliser des opérations de mécanique simple sur des matériels irradiants ou de structures d'éléments combustibles en cellule blindée. Ponctuellement, l'installation pourrait être amenée à procéder à des transferts de sources d'un emballage dans un autre via la cellule blindée.

À la suite de la réévaluation de sûreté de l'installation de 2003, l'Autorité de sûreté nucléaire a conclu que la tenue du bâtiment principal au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) n'était pas assurée. Compte tenu de l'importance des travaux de renforcement à réaliser, le CEA a décidé de mettre un terme à l'entreposage et s'est engagé à réaliser le désentreposage total de l'installation.

## A.2 Historique INB 22

### A.2.1 Dates clés de l'INB 22

1960 : début des travaux de construction de l'installation PEGASE,

4 avril 1963 : première divergence de PEGASE,

28 mai 1963 : atteinte de la puissance maximale de 35 MW,

de 1963 à 1975 : soutien aux réacteurs à eau lourde et UNGG,

19 décembre 1975 : mise à l'arrêt définitif du réacteur PEGASE,

de 1976 à 1980 : démontage du réacteur (§A.2.2),

1980 : création de l'INB PEGASE entreposage,

4 septembre 1989 : extension de l'INB 22, création de l'installation d'entreposage à sec CASCAD,

8 juin 1990 : mise en service de l'installation CASCAD,

15 décembre 2017 : déclaration d'arrêt définitif de fonctionnement de Pégase au 31 décembre 2023.

### A.2.2 Description du démontage du réacteur PEGASE (1976 à 1980)

Le réacteur PEGASE était un réacteur de type piscine d'une puissance de 35 MW (à l'origine, cette puissance était de 30 MW) destiné à essayer, en vraie grandeur, dans des boucles à gaz, les éléments combustibles des centrales Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG) ou Eau Lourde Gaz. Le réacteur a divergé le 4 avril 1963 et a atteint sa puissance maximum le 28 mai 1963. Son exploitation avec les boucles a débuté en octobre de la même année. La flexibilité de ces 18 boucles et de l'installation a permis d'étendre les essais aux combustibles des réacteurs HTR ainsi que d'effectuer quelques essais sur les éléments combustibles pour réacteur rapide.

La diminution des besoins d'irradiations et d'expérimentation sur les éléments combustibles des filières graphite-gaz, eau lourde-gaz, et haute température, domaine spécifique d'utilisation de ce réacteur, a conduit à son arrêt définitif le 19 décembre 1975.

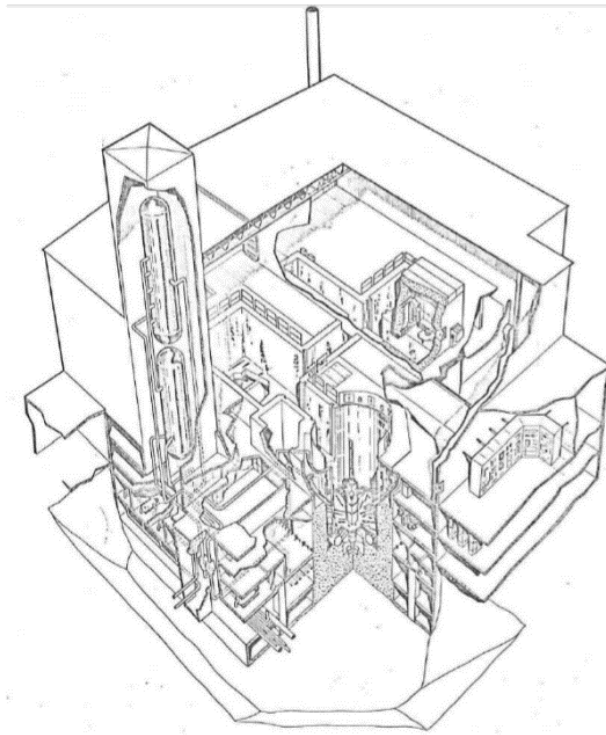


Figure 2. *Vue en coupe du bâtiment Pile*

À la suite de l'arrêt du réacteur PEGASE, plusieurs phases successives de travaux ont été effectuées.

1<sup>ère</sup> phase – fin d'exploitation :

Des opérations ont été réalisées jusqu'au 1<sup>er</sup> août 1976 de façon à permettre le retrait du combustible du cœur nourricier, le retrait et l'examen des dernières expériences d'irradiation, et l'exécution des travaux préalables au passage à la deuxième phase « surveillance à l'arrêt ».

2<sup>ème</sup> phase – surveillance à l'arrêt:

Au 1<sup>er</sup> décembre 1977, les seules matières fissiles présentes dans l'INB étaient constituées par les 25 éléments combustibles irradiés du cœur PEGASE et de 5 éléments irradiés de l'ancien cœur PEGGY. Les 18 boucles expérimentales ont été démontées.

3<sup>ème</sup> phase – démontage:

Ce démontage a concerné les locaux du réacteur susceptibles d'une réutilisation immédiate : le hall pile avec sa piscine et son bassin de stockage, l'atelier chaud et ses canaux, et les deux étages où sont situés les circuits émergés (locaux DRG boucles et cœur).

Après le démontage des parties actives, la piscine a été vidée pour décontamination au jet d'eau sous pression pour démanteler les structures. Le cuvelage étanche de la piscine a été reconstitué en partie basse (au niveau du radier).

Les travaux de démontage du réacteur se sont terminés en 1980, année d'entrée en vigueur du décret d'autorisation de l'INB PEGASE entreposage. Les valeurs ci-dessous présentent un retour d'expérience sur les quantités de déchets solides issus du démontage du réacteur.

Un total d'environ 132 tonnes a été évacué se répartissant :

- \* Ferrailage direct: 84 t,
- \* Ferrailage pour refonte: 13 t,
- \* Moyenne activité: 34 t,
- \* Haute activité: 1,20 t.

### A.2.3 Description du procédé de traitement des fûts plutonifères de l'INB (projet DEFPG – 2006 à 2013)

Suite aux conclusions de l'Autorité de sûreté nucléaire concernant la réévaluation périodique de sûreté de 2003, le CEA a décidé de mettre un terme à l'entreposage sur l'installation et s'est engagé à réaliser le désentreposage total de l'installation. Un procédé de traitement des fûts plutonifères a été mis en œuvre pour réaliser les opérations de désentreposage et d'évacuation de ces fûts.

Ce procédé était constitué :

- \* De 2 ateliers de désentreposage des fûts, situé dans les locaux DRG inférieur (atelier complet) et supérieur (atelier simplifié), permettant la reprise des fûts entreposés sur palette et leur transfert vers les autres ateliers via un caisson de transfert de fûts,
- \* D'un atelier de mesures et caractérisation, situé au niveau -2, permettant une caractérisation radiologique (spectrométrie gamma et comptage neutronique) et physique (pesée, rayons X),
- \* D'un atelier de traitement, situé au niveau -1, permettant un reconditionnement des fûts et de leur contenu en colis 870 L par l'utilisation d'une chaîne de boîtes à gants où étaient effectuées les opérations de tri, reconditionnement en colis 870 L, et injection du colis par du mortier (issu de l'ancien bâtiment BCM).

De 2009 à 2013, les 2714 fûts entreposés dans les locaux DRG de l'installation PEGASE ont été reconditionnés dans 619 colis 870 litres, qui ont ensuite été évacués pour entreposage sur l'installation CEDRA.

### A.2.4 Description du désentreposage des combustibles non araldités de PEGASE (projet CURXD, 2006 à 2016)

Entre 2006 et 2016, 761 éléments ou étuis de combustibles irradiés ont été évacués de la piscine de PEGASE. Ces matières ont été évacuées vers :

- \* La Hague pour leur retraitement,
- \* le canal civil de la piscine du RES pour un entreposage temporaire,
- \* l'installation STAR où elles ont été reconditionnées pour un entreposage temporaire à CASCAD sur Cadarache ou à Greifswald en Allemagne.

Leur évacuation a nécessité divers travaux de modification de l'installation PEGASE (plateforme de chargement du TN-MTR, remplacement du hublot de la cellule blindée, ...).

À la fin du projet, les matières restantes (essentiellement les 119 étuis de combustibles araldités) représentaient moins de 4 % du terme source initial de 2006.

### A.2.5 Présentation de l'installation d'entreposage PEGASE

Les figures ci-dessous illustrent l'évolution de l'INB entre 1975 et actuellement.

16

Pièce 3

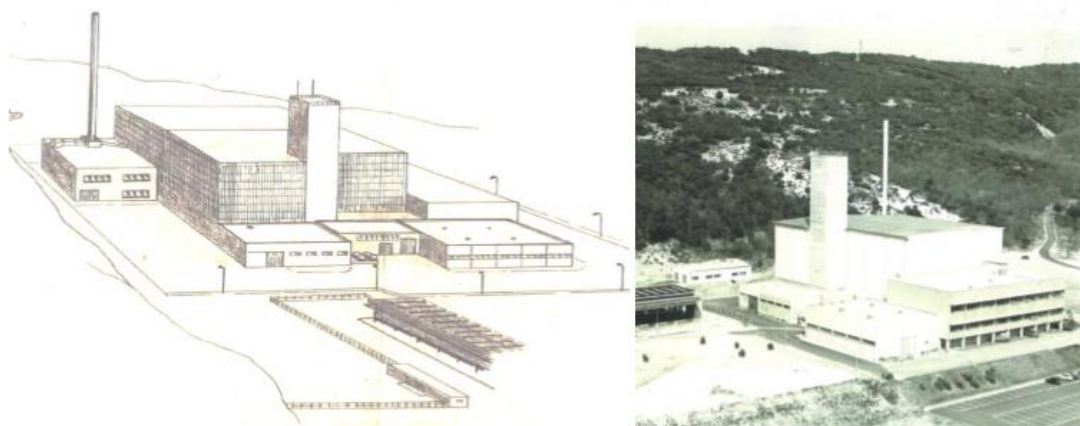


Figure 3. Vues de l'installation PEGASE lors de la phase de fonctionnement du réacteur (1975)



Figure 4. Vue des installations d'entreposage PEGASE et CASCAD après le démontage du réacteur PEGASE (actuel)



À l'état initial du démantèlement, l'installation PEGASE assure au niveau de la piscine :

- × l'entreposage des Combustibles Sans Emploi<sup>1</sup> (CSE),
- × l'entreposage d'éléments en carbure de bore (B<sub>4</sub>C), d'éléments béryllium et d'éléments activés de structure métallique issus du démontage du réacteur PEGASE.

### A.3 Description de l'installation PEGASE

Le périmètre de l'INB 22 englobe :

- × le groupe de bâtiments de l'ancien réacteur PEGASE comprenant :
  - un bâtiment principal abritant les entreposages (Bâtiment 216),
  - un bâtiment traitement des eaux (côté Ouest, rez-de-chaussée),
  - un bâtiment ventilation (côté Nord, rez-de-chaussée),
  - un bâtiment électrotechnique (côté Sud sur trois niveaux) qui contient notamment la salle de contrôle de PEGASE au 2<sup>ème</sup> étage, ainsi que des bureaux aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> étages,
  - un hall robotique (côté Sud-Ouest, rez-de-chaussée) qui accueillait à l'origine les groupes électrogènes dans lequel sont menées des activités d'exploitation « non nucléarisées » de l'installation ,
- × deux GEF : le GEF de PEGASE et le GEF du procédé de désentreposage des fûts Pu et du procédé DECAP qui sont situés à l'extérieur du hall robotique,
- × un bâtiment de liaison à la galerie technique (Bâtiment 226),
- × l'installation CASCAD (Bâtiment 736).

La pièce 6 du dossier de démantèlement présente le périmètre modifié de l'INB 22 pour les besoins du démantèlement de l'installation PEGASE.

#### A.3.1 Les locaux du groupe de bâtiments PEGASE

L'ensemble du bâtiment PEGASE possède les dimensions principales, hors tout, suivantes :

- × largeur : 67 m,
- × longueur : 80 m,
- × hauteur : 35 m, dont 12 m enterrés.

---

<sup>1</sup> À l'état initial, les combustibles présents sont constitués par des combustibles araldités et des combustibles non araldités. L'ensemble de ces combustibles est appelé « combustibles sans emploi » (CSE).

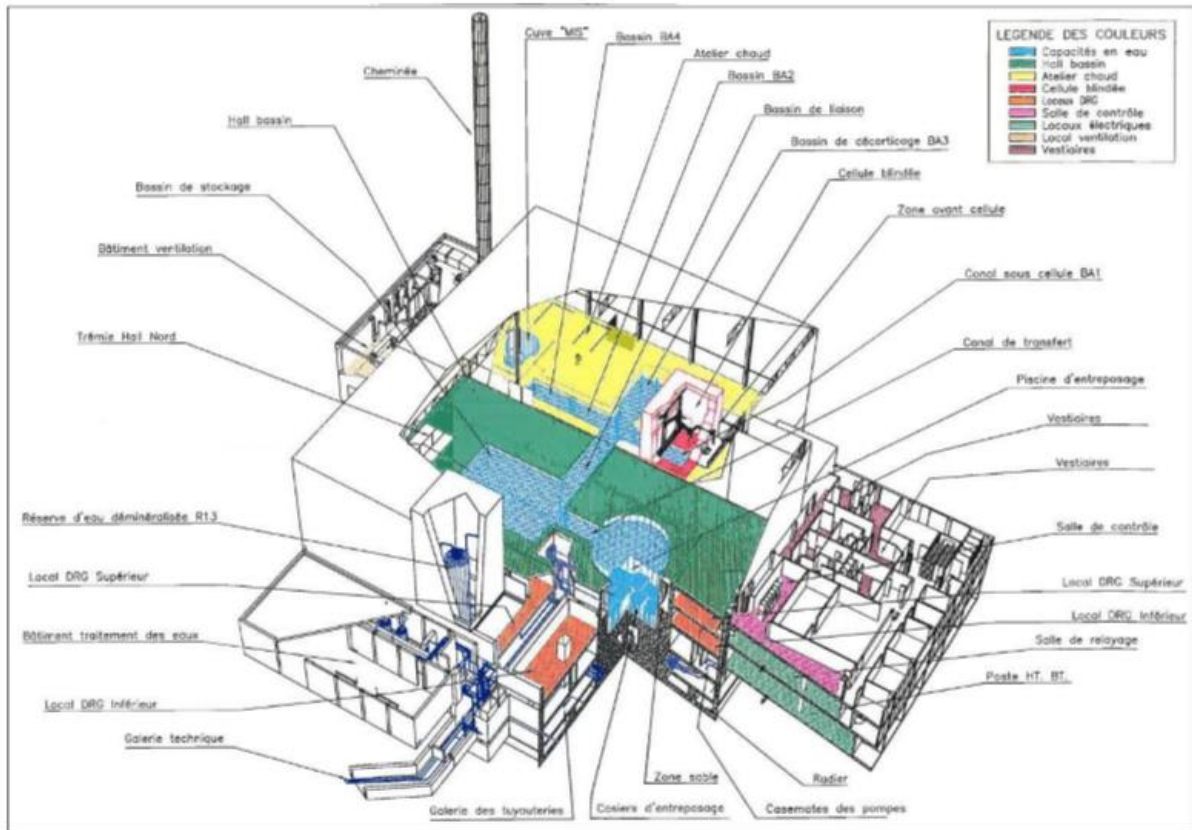


Figure 5. Vue écorchée du bâtiment PEGASE

### **Description du bâtiment principal**

Le bâtiment principal formant un bloc homogène, est constitué de 5 niveaux d'une surface d'environ

- × 1 700 m<sup>2</sup>, pour chacun des deux niveaux inférieurs,
- × 2 000 m<sup>2</sup> pour chacun des trois niveaux supérieurs.

Le bâtiment principal est enterré sur 12 m, et repose sur un radier. Un circuit de drainage a été mis en place sous le radier à la conception. Ce réseau est noyé dans une couche de gravillons et rejoint le réseau des eaux pluviales. La structure de ce bâtiment est en béton armé. La charpente est métallique.

La description du bâtiment par niveau est détaillée ci-dessous.

Le 2<sup>ème</sup> sous-sol (niveau -2)

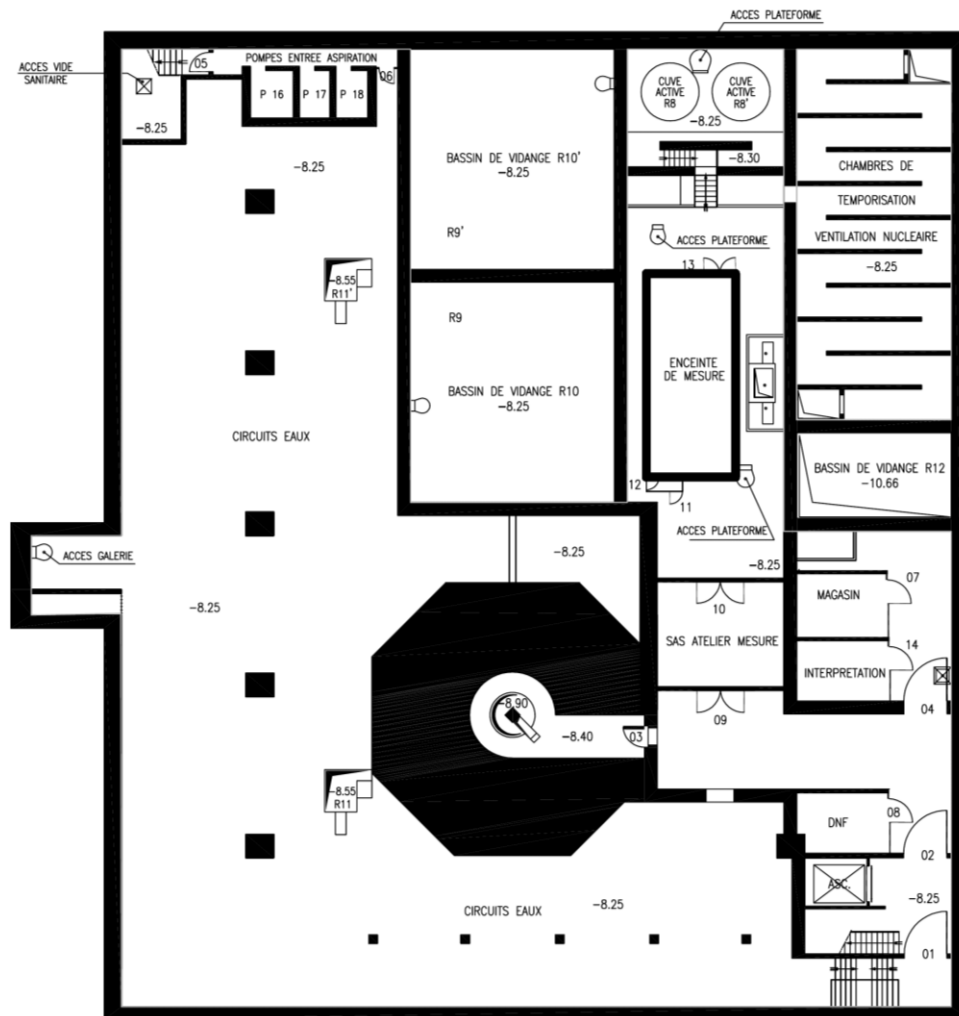


Figure 6. Plan du bâtiment PEGASE niveau -2

Le 2<sup>ème</sup> sous-sol qui surplombe le radier du bâtiment 216 comporte principalement :

- × à l'Ouest, la galerie des tuyauteries du circuit d'eau et la galerie d'arrivée et de départ de l'eau vers l'aéroréfrigérant. Cette partie du bâtiment ne communique avec le reste de l'étage que par un passage surélevé, délimitant ainsi une zone de rétention. Le radier (situé sous ce niveau) et cette zone de rétention sont capables de recueillir tout le volume d'eau contenu dans l'installation. Le radier est équipé d'une détection de présence d'eau,
- × au Nord-Ouest sont implantées les pompes d'entrée du circuit d'épuration d'eau,
- × au Centre :
  - deux bâches d'une capacité de 750 m<sup>3</sup> chacune, pouvant constituer une réserve d'eau déminéralisée (minimum 200 m<sup>3</sup>), dans lesquelles se déverse le trop plein des bassins et piscine qui est ensuite repris par les pompes d'entrée du circuit des eaux,
  - l'ancienne salle des mécanismes située sous la piscine,
  - le sas d'accès à l'atelier de mesures et caractérisation,
  - les locaux où se situent l'atelier et l'enceinte de mesures et caractérisation,

- le local DNF où se situent les filtres du système de ventilation de l'installation de désentreposage des fûts,
- ✗ au Nord-est :
  - les deux cuves d'effluents actifs,
  - l'accès à la première des deux salles de temporisation du circuit d'extraction de la ventilation nucléaire,
- ✗ à l'Est :
  - la partie inférieure de la bache des effluents suspects,
  - le local d'acquisition des données de l'installation de désentreposage des fûts.

Le 1<sup>er</sup> sous-sol (niveau -1)

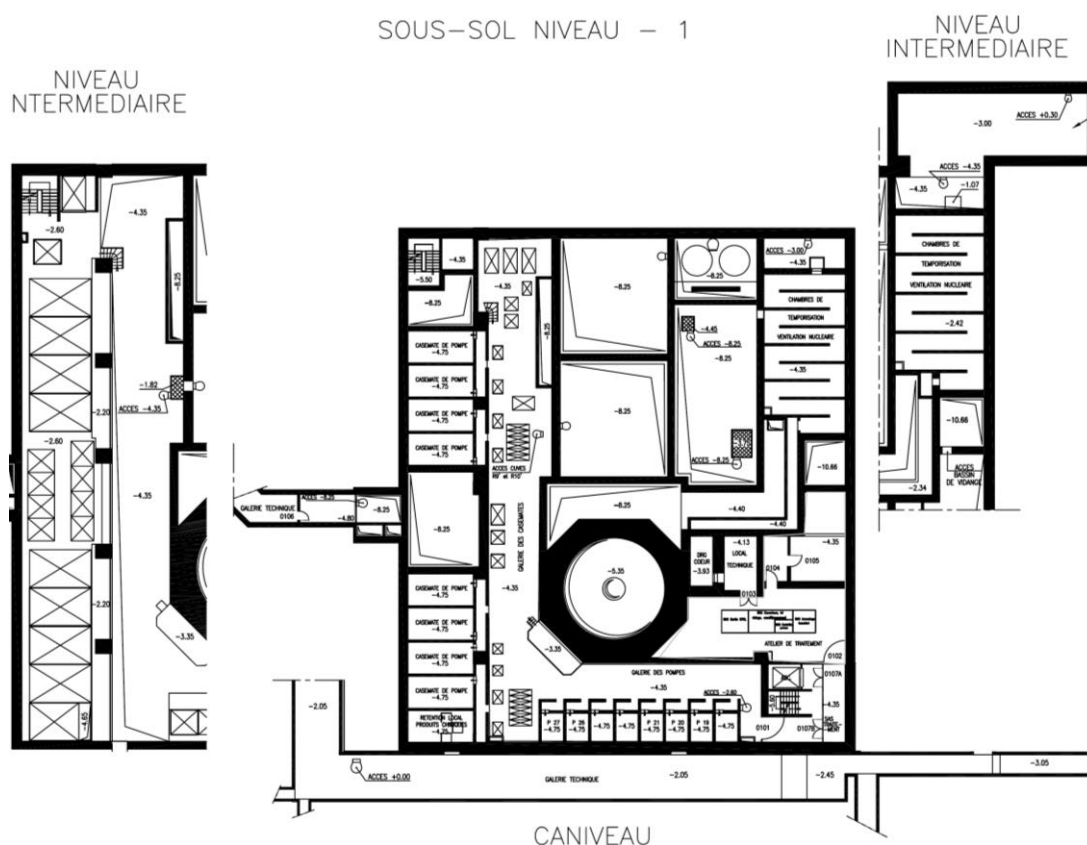


Figure 7. Plan du bâtiment PEGASE niveau -1

Le 1<sup>er</sup> sous-sol comporte principalement :

- ✗ au Sud, les pompes de sortie du circuit d'épuration qui injectent l'eau dans les bassins et piscine,
- ✗ à l'Ouest, les anciennes casemates des pompes dont les locaux étaient utilisés pour l'entreposage des colis 870 L issus du procédé de désentreposage des fûts plutonifères en attente de séchage,

- ✗ au Centre :
  - la partie supérieure des bâches de 750 m<sup>3</sup>,
  - la galerie des casemates et la dalle supérieure des casemates utilisées pour l'entreposage tampon des conteneurs 870 L vides,
- ✗ au Nord-est, la deuxième salle de temporisation du circuit d'extraction de la ventilation nucléaire,
- ✗ à l'Est :
  - la partie supérieure de la bache des effluents suspects,
  - les locaux connexes à l'atelier de traitement,
- ✗ au Sud-est, l'atelier de traitement de l'installation de désentreposage des fûts et son sas d'accès.

Le rez-de-chaussée (niveau 0)

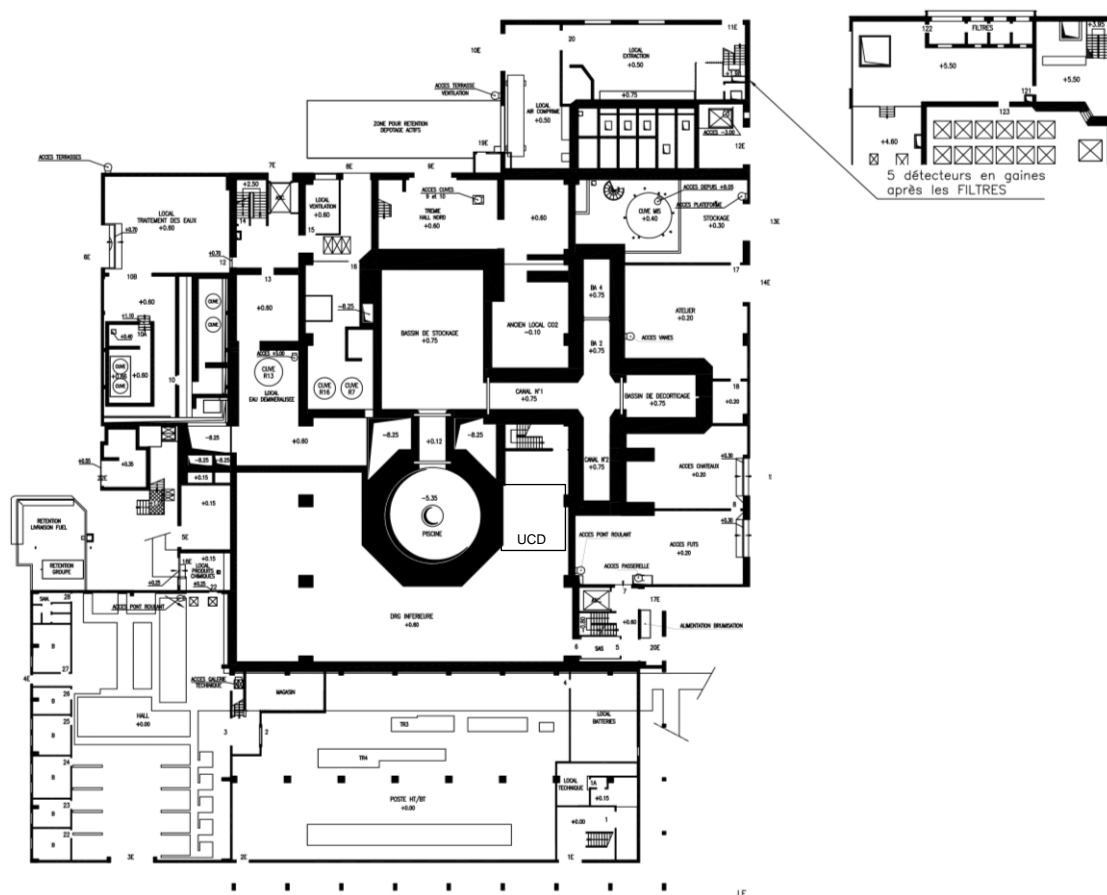


Figure 8. Plan du bâtiment PEGASE niveau 0

Le rez-de-chaussée comporte principalement :

- ✗ au Sud, le local DRG inférieur, (auparavant utilisé pour l'entreposage de fûts de sous-produits plutonifères), accueillant une zone d'entreposage de déchets (déchets TFA et FMA-VC) dont les déchets nucléaires combustibles, et où est située une Unité de Conditionnement de Déchets (UCD).

- ✗ à l'Est:
  - les entrées de matériels ou de matières vers l'atelier chaud,
  - l'atelier mécanique,
  - le sas camion anciennement utilisé comme zone d'entreposage temporaire des colis 870 L en attente d'évacuation,
  - la plateforme ventilation de l'ancienne installation de désentreposage des fûts de sous-produits plutonifères,
- ✗ au Nord :
  - l'entrée de la trémie Nord permettant l'accès de matériel aux niveaux 1 et 2 du hall bassin,
  - le local dépotage des cuves actives,
- ✗ à l'Ouest :
  - le local d'eau déminéralisée,
  - le local d'entreposage de produits chimiques.

Le 1<sup>er</sup> étage (niveau 1)

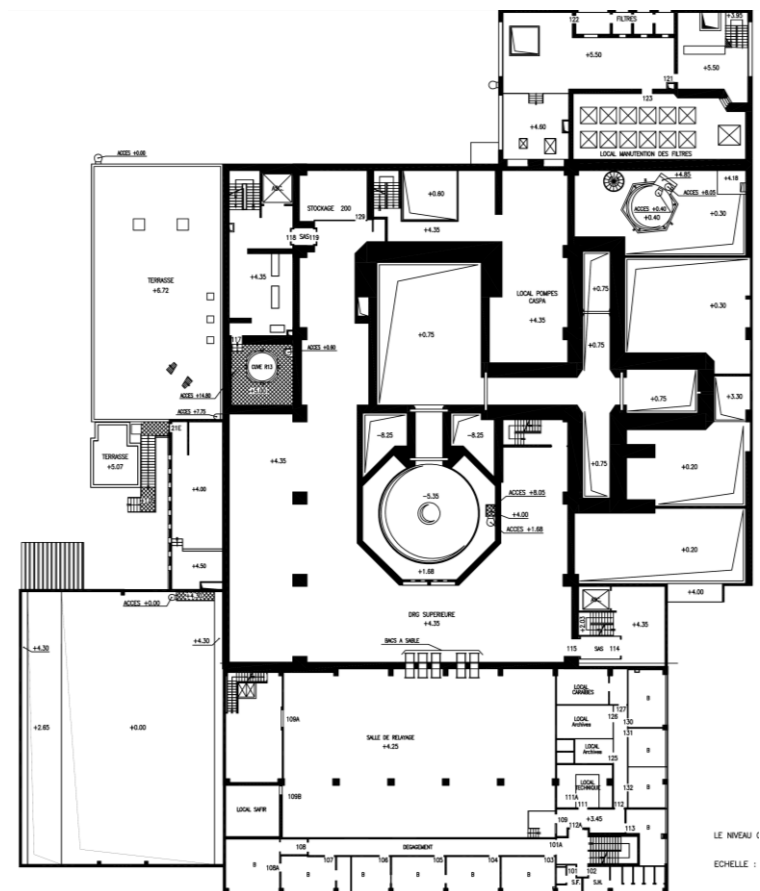


Figure 9. Plan du bâtiment PEGASE niveau 1

La plupart des locaux du 1<sup>er</sup> étage sont constitués des prolongements verticaux des locaux du rez-de-chaussée. Au Sud et à l'Est se trouve le local DRG supérieur, qui était utilisé pour l'entreposage de fûts de sous-produits plutonifères et l'implantation de l'atelier de désentreposage simplifié. Au nord de ce local se situe le local « stockage 200 », qui était utilisé pour l'entreposage de fûts de sous-produits plutonifères ayant une quantité de matières fissiles plus importante.

## Le 2<sup>ème</sup> étage (niveau 2)

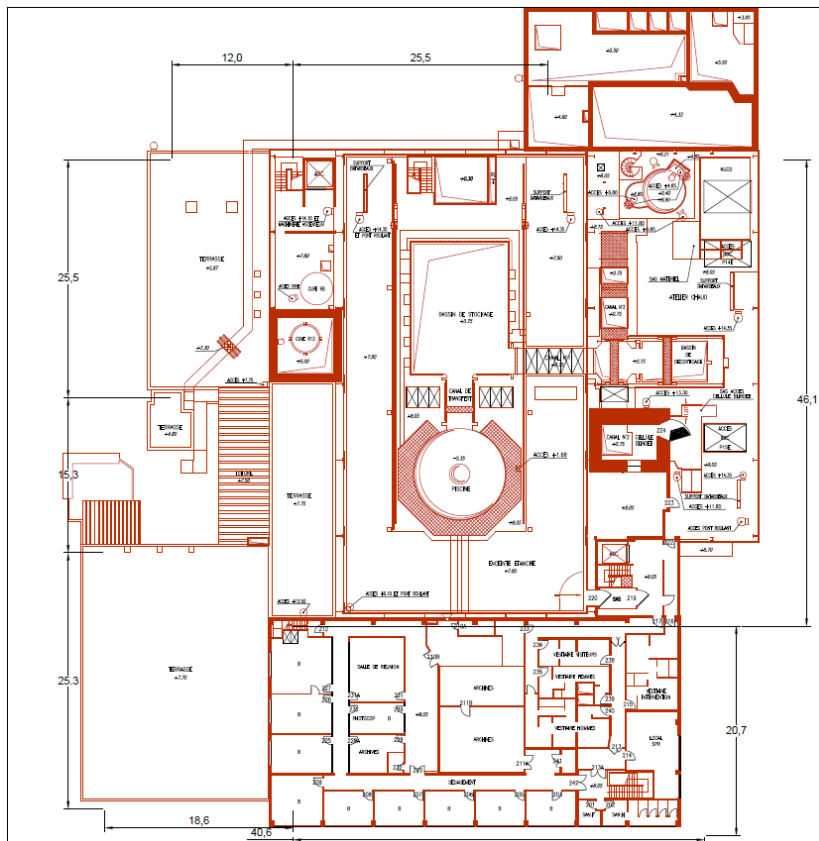


Figure 10. Plan du bâtiment PEGASE niveau 2

Le 2<sup>ème</sup> étage comporte principalement :

- ✗ à l'Est, l'Atelier Chaud (ATC) abritant :
  - une cellule blindée et son sas d'accès,
  - un hall,
  - des capacités en eau,
  - une nouvelle unité de conditionnement déchets (NUCD),
  - une zone d'entreposage temporaire d'échantillons en attente de résultats d'analyses ou d'évacuation, appelée « zone d'échantillons »,
  - une zone d'entreposage temporaire de pièces massives potentiellement contaminées (TFA et FMA-VC),
  - divers matériels d'exploitation.

Outre les zones d'entreposage de déchets, l'ATC a pour vocation première d'entreposer temporairement, et/ou de charger les emballages de transport en vue de leur évacuation ;

- ✗ à l'Ouest, le hall bassin où sont entreposés sous eau les combustibles irradiés, les éléments béryllium, les éléments carbure de bore, les éléments activés de structure métallique. Ce hall abrite une zone d'entreposage de déchets FMA-VC et TFA, la piscine, le bassin de stockage, le canal de transfert, le bassin de liaison. Le deuxième étage est le niveau supérieur de l'ensemble bassins - piscine.

### **Bâtiments annexes**

Au bâtiment principal, sont accolés quatre bâtiments annexes :

- ✗ le bâtiment de traitement des eaux, côté Ouest au niveau du rez-de-chaussée, abritant la station d'épuration des eaux de l'installation PEGASE,
- ✗ le bâtiment électrotechnique, côté Sud, sur trois niveaux qui contient notamment :
  - la salle de contrôle de l'installation PEGASE au 2<sup>ème</sup> étage,
  - des bureaux aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> étages,
  - les vestiaires au 2<sup>ème</sup> étage,
  - un poste HT/BT au rez-de-chaussée.
- ✗ le bâtiment ventilation, côté Nord, au niveau du rez-de-chaussée
- ✗ le hall robotique, qui accueillait à l'origine les groupes électrogènes, dans lequel sont menées des activités d'exploitation « non nucléarisées » de l'installation. Le GEF de PEGASE et le GEF du procédé de désentreposage des fûts Pu et du procédé DECAP sont maintenant situés à l'extérieur du hall robotique.

### **A.3.2 Description du bâtiment de liaison à la galerie technique**

Ce bâtiment est constitué d'une zone comprenant :

- ✗ un accès à la galerie technique, reliant ce bâtiment au bâtiment principal,
- ✗ une structure métallique en treillis supportant l'ensemble du dispositif de refroidissement de l'eau (aéroréfrigérant),
- ✗ un bac de rétention de 12 m x 12,6 m équipé d'une margelle de 0,4 m, permettant de recueillir l'eau pulvérisée,
- ✗ un circuit de liaison avec les capacités en eau de l'installation cheminant dans la galerie technique,
- ✗ un circuit électrique de mise en route du ventilateur.

Aujourd'hui, l'aéroréfrigérant est arrêté en attente de démantèlement.



### A.3.3 Description de la galerie technique

La galerie technique se décompose en deux branches (en "Y") :

- \* la liaison entre les bâtiments 226 (aéroréfrigérant) et 216 (bâtiment principal) d'une longueur de 28 m dans laquelle transitent des canalisations d'eau du circuit de réfrigération et un chemin de câbles électriques,
- \* la liaison entre le bâtiment 736 (installation CASCAD) et la galerie précédente d'une longueur de 28 m dans laquelle transitent les fluides (électricité, eau, air comprimé...), les câbles de liaison (téléphone, téléalarme, report au TCR...) et les autres liaisons (effluents suspects, gaines de ventilation...) nécessaires au fonctionnement de l'installation CASCAD.

### A.3.4 Description des aménagements extérieurs

Au Nord-ouest du hall robotique, se situe un abri sous lequel est implanté le Groupe Electrogène Fixe (GEF). Une aire de rétention recueille les éventuelles fuites lors du remplissage du réservoir du GEF. À l'est du bâtiment 216, se trouve le GEF spécifique à l'installation de désentreposage des fûts Pu et au procédé DECAP.

Une aire est aménagée au nord du bâtiment principal pour recevoir une rétention mobile permettant de recueillir les fuites susceptibles de se produire lors de la vidange de la cuve des effluents actifs.

Enfin, une zone d'entreposage de déchets TFA (big-bag ou open top bâchés) et DSFI est située au nord-ouest de l'installation.

## A.4 Stratégie retenue pour le démantèlement

La stratégie de démantèlement de l'installation PEGASE s'inscrit dans le cadre de la stratégie générale du CEA concernant les opérations d'assainissement, de démantèlement et de gestion des déchets.

Les opérations de démantèlement se déroulent en cinq grandes étapes dont la planification dépend, de la priorisation des opérations de démantèlement du CEA.

La première étape (cf. § C.2.3) comporte toutes les opérations de nature à diminuer le terme source radioactif encore présent dans l'installation PEGASE.

La deuxième étape (cf. § C.2.4) comporte toutes les opérations permettant de continuer à diminuer le terme source radioactif présent dans les équipements procédés de l'installation PEGASE,

Les étapes 3 à 5 (cf. § C.2.5 à C.2.7) permettent d'atteindre l'état final prévu pour l'installation PEGASE au § D.1.

En l'attente du décret de démantèlement, les opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM) sont réalisées dans le cadre du décret d'autorisation de création et du référentiel d'exploitation associé ainsi que dans le cadre d'autorisations spécifiques délivrées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Les OPDEM sont choisies pour permettre de profiter au mieux des compétences et de la connaissance de l'installation du personnel d'exploitation encore présent et ont pour objectif de préparer l'installation PEGASE à la première étape de son démantèlement.

L'objectif de l'exploitant est d'obtenir à terme le déclassement, au sens du zonage radioprotection et du zonage déchets, de l'installation PEGASE. Ainsi, ces zonages au niveau de l'INB 22 ne concerneront donc que la seule installation CASCAD. L'état final atteint à l'issue du démantèlement doit être tel qu'il permet de prévenir les risques ou inconvénients que peut présenter le site pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu notamment des prévisions de réutilisation du site ou des bâtiments et des meilleurs méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables ».

Le fonctionnement de l'INB 22 dans le cadre du dépôt du dossier de démantèlement partiel de l'INB 22 – installation PEGASE est représenté sur la figure suivante :

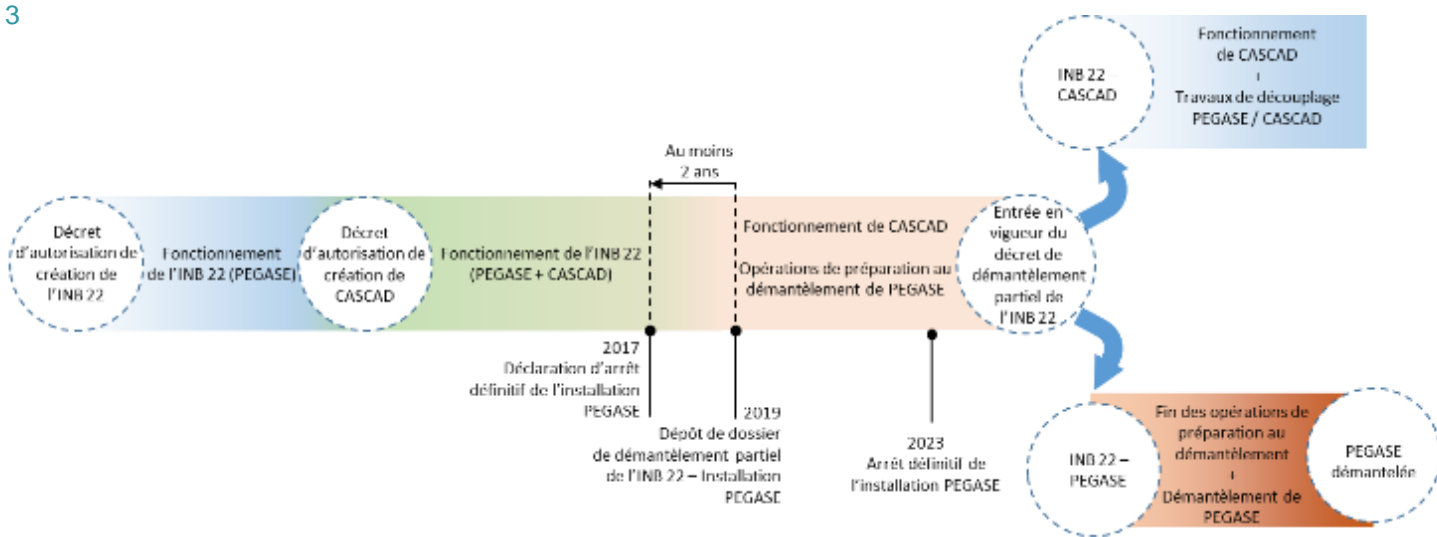


Figure 11. Phase de vie de l'INB 22 – PEGASE – CASCAD

## B. Généralités sur le démantèlement

### B.1 Principes d'ordre méthodologique relatifs au démantèlement, à la remise en état du site et à sa surveillance ultérieure

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

- \* démonter les équipements de l'installation,
- \* procéder à un assainissement des structures des locaux nucléaires.

Le démantèlement de l'installation PEGASE se déroulera en 5 étapes selon le logigramme ci-dessous :

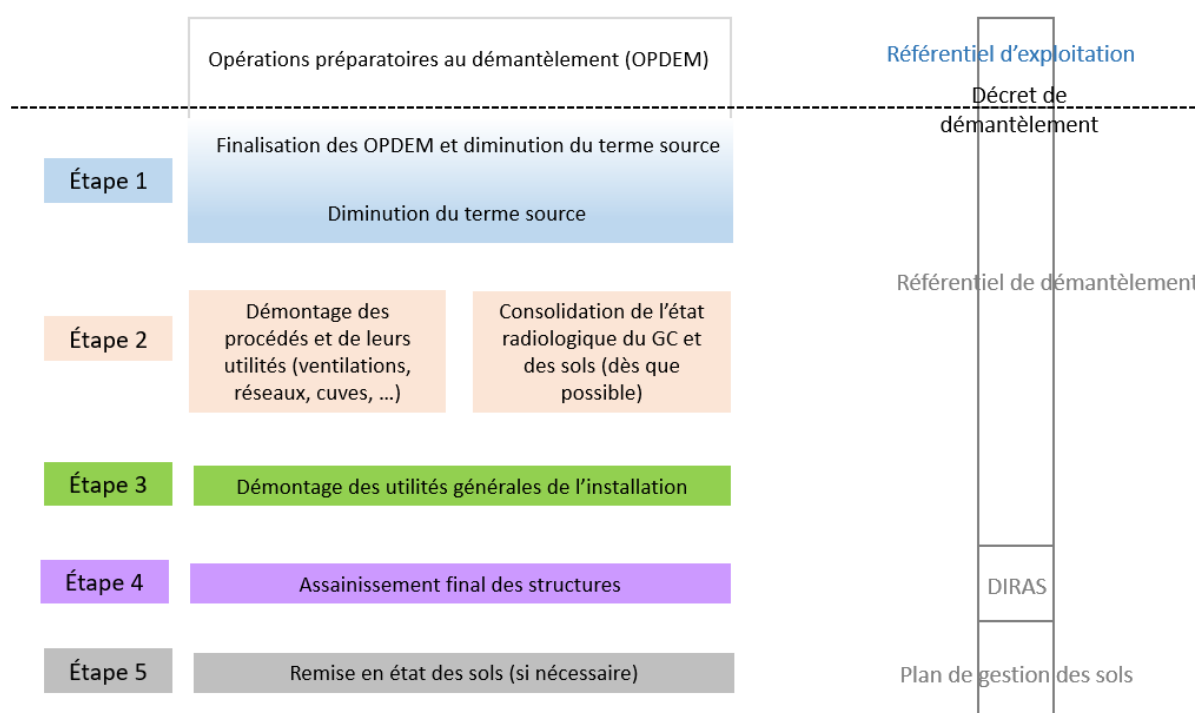


Figure 12. Logigramme de déroulement des étapes de démantèlement

Les OPDEM qui n'auront pas pu être réalisées avant l'entrée en vigueur du décret de démantèlement seront poursuivies dans le cadre de l'étape 1.

Les étapes 1 et 2 sont celles qui permettront de diminuer le terme source de l'installation et qui sont donc à plus fort enjeu à l'égard de la protection des intérêts. À noter que les opérations liées à l'étape 1, représentent plus de 99,9 % du terme source radiologique présent à l'état initial du démantèlement.

Au vu de la complexité de certaines des opérations à mener par le CEA et du nombre d'installations nucléaires à démanteler et à assainir en parallèle, la stratégie globale du CEA conduit à prioriser les opérations de démantèlement, afin notamment de diminuer le terme source mobilisable (TSM) dans un délai aussi court que possible, dans certains cas, l'option d'un démantèlement en plusieurs temps séparés par une période de surveillance. Cette possibilité peut être retenue quand une part suffisante du TSM a été évacuée et que l'installation ne présente que de faibles risques, notamment radiologiques.

Concernant l'installation PEGASE, cette option n'est pas retenue.

L'état final retenu, pour l'installation PEGASE, sa justification et les surveillances envisagées sont présentés au § D.1.

À l'issue des opérations de démantèlement et d'assainissement de l'installation PEGASE, la réutilisation de l'ensemble des locaux est envisagée sans contraintes radiologiques (radioprotection et zonage déchets) dans un cadre industriel ou de recherche.

#### Optimisation du scénario de démantèlement

Dans le cadre de la priorisation des opérations d'assainissement/démantèlement des installations du CEA, le CEA a transmis aux Autorités de sûreté nucléaire en décembre 2016 un dossier relatif à la stratégie de démantèlement de l'ensemble des installations du CEA et de gestion des déchets radioactifs. De l'instruction de ce dossier par ces Autorités, il en résulte une priorisation des opérations de démantèlement du CEA. Dans le cadre de l'installation PEGASE, la priorisation porte sur les opérations de diminution du terme source radiologique entreposé sous eau (cf. étape 1 du logigramme ci-avant), les autres opérations d'assainissement/démantèlement (relatives aux étapes 2 à 5) ont été définies comme non prioritaires.

L'optimisation du scénario de démantèlement a donc porté sur les premières opérations du scénario, à savoir celles de diminution du terme source radiologique entreposé sous eau, afin d'aboutir à un scénario permettant de réaliser ces opérations dans un délai aussi court que possible et dans des conditions économiquement acceptables.

Pour l'optimisation globale des opérations de diminution du terme source radiologique (étape 1), plusieurs scénarios ont été analysés pour répondre à l'objectif d'évacuation des combustibles sans emploi entreposés dans la piscine de PEGASE avant fin 2030 :

- Scénario 1 : l'envoi à l'INB 55 STAR pour traitement thermique des combustibles avant leur entreposage dans l'installation CASCAD (installation d'entreposage à sec) de l'INB 22,
- Scénario 2 : l'évacuation au plus tôt vers le canal de l'II RES en attendant la mise à disposition par l'INB 55 STAR d'un moyen de traitement thermique des combustibles sans emploi,
- Scénario 3 : le reconditionnement des étuis de combustibles en conteneurs dans l'installation PEGASE de l'INB 22 sans traitement.

La présence d'araldite à l'intérieur des étuis de combustible génère un risque de production de gaz pouvant provoquer une surpression ou une explosion. Ce risque peut être maîtrisé par la réalisation des actions suivantes :

- soit le traitement thermique permettant la destruction de l'araldite et donc la source production des gaz,

- soit des contrôles réguliers de la pression à l'intérieur des conteneurs avec des fréquences de contrôle adaptées.

En plus des contraintes techniques, doivent être prises en compte les contraintes de disponibilité des installations et l'avancement des études sur le procédé de traitement thermique.

Deux contraintes majeures apparaissent alors dans la mise en œuvre du scénario 1 :

- le délai pour l'approvisionnement du procédé de traitement thermique sur l'installation STAR. Le procédé de traitement thermique n'étant pas disponible actuellement celui-ci ne pourra être mis en œuvre suffisamment tôt pour répondre à l'objectif d'évacuation des matières avant fin 2030. Par ailleurs, des études ont déjà été effectuées sur le procédé de désaralditage et elles ne permettent pas de garantir l'absence totale d'araldite (et donc l'absence de production d'hydrogène) à l'issue du traitement. L'incertitude sur la performance du traitement thermique rendra certainement nécessaire la réalisation de contrôles réguliers de la pression à l'intérieur des conteneurs à CASCAD.
- une importante coactivité avec d'autres projets conduit à ce que le plan de charge de l'installation STAR n'est pas compatible avec le traitement des combustibles sans emploi en vue de leur évacuation de l'installation PEGASE dans un délai acceptable.

Le scénario 2 consiste à évacuer la totalité des combustibles sans emploi vers la piscine de l'II RES en attendant la disponibilité de l'installation STAR pour le traitement thermique de l'araldite et leur conteneurisation avant l'évacuation vers l'installation CASCAD. Compte tenu des enjeux spécifiques de la Direction des Applications Militaires du CEA (utilisation prioritaire de la piscine du RES pour les besoins spécifiques du CEA/DAM) et des incertitudes sur la capacité de traitement de STAR (voir scénario 1 ci-dessus), ce scénario n'a pas été retenu.

Le scénario 3 consiste à créer sur l'installation PEGASE une chaîne de reconditionnement des combustibles araldités en conteneurs plus résistants, qui seront transférés pour entreposage dans l'installation CASCAD et qui pourront faire l'objet de contrôles réguliers de leur pression interne pour effectuer un dégazage éventuel des gaz de radiolyse du fait de l'absence de traitement thermique de désaralditage. Ce scénario est plus rapide et plus robuste car :

- il supprime les transports entre les installations PEGASE et STAR ou le RES,
- il n'a pas de coactivité avec d'autres projets,
- le procédé de reconditionnement sur l'installation PEGASE met en œuvre des équipements déjà éprouvés (il n'y a pas de R&D procédé nécessaire).

C'est donc le scénario 3 qui a été retenu, que l'on dénomme Projet DECAP (DEsentreposage des Combustibles Araldités de Pégase) dans le dossier de démantèlement.

Concernant l'optimisation technique des opérations des étapes 2 à 5, dans le scénario global relatif à ces étapes, constitué d'enchaînement de différentes étapes techniques de démantèlement/assainissement (cf. Figure 16 et § C.4), différentes variantes de ces étapes techniques ont été étudiées. La méthodologie d'analyse et de choix de variantes a permis d'identifier les étapes élémentaires à fort impact potentiel sur le projet de démantèlement (en matière de faisabilité technique, de déchets, de coûts, d'impact environnemental, de sûreté/sécurité). Pour ces étapes élémentaires à fort impact, des variantes de réalisation de tout ou partie de celles-ci ont été analysées du point de vue technique. Ces optimisations n'ont pas permis de déboucher sur une optimisation des délais de réalisation.

### Autres opérations

En parallèle des opérations de démantèlement, des opérations dites de « SENEX » se poursuivent. Elles correspondent aux opérations de surveillance, de maintenance, d'entretien et d'exploitation courante nécessaires au maintien de l'installation dans son domaine de fonctionnement autorisé. Les opérations de SENEX sont réalisées après la mise à l'arrêt définitif de l'installation jusqu'au déclassement des zonages de radioprotection et déchets. Ces opérations sont donc nécessaires et indépendantes des OPDEM et des opérations de démantèlement.

- La surveillance de l'installation est assurée pour vérifier le fonctionnement des systèmes et/ou l'état d'intégrité des barrières ; elle est réalisée par des systèmes de téléalarme ou de radioprotection ou par des actions programmées d'opérateurs.
- L'entretien préventif et curatif des systèmes permet de les conserver en état opérationnel et d'en prévenir l'usure et la vétusté. Un programme comprenant notamment une liste de systèmes et composants, une planification des opérations d'entretien, des gammes opératoires, est élaboré.
- L'exploitation de l'installation concerne tous les gestes permettant de gérer les flux de matières, d'énergie ou fluides.

## **B.2 Dispositions prises à la conception de l'installation pour en faciliter le démantèlement**

L'installation PEGASE étant une installation ancienne (construction dans les années soixante), aucune disposition particulière n'a été prise lors de sa conception pour en faciliter le démantèlement ultérieur, néanmoins lors du démontage du réacteur réalisé en 1980, il n'a pas été constaté de difficultés particulières.

L'installation de désentreposage des fûts plutonifères a été conçue en 2007, des dispositions de conception particulières ont été prises en vue de son démantèlement :

- × l'ensemble des équipements est démontable,
- × les équipements et matériels utilisés dans les BAG de l'atelier de traitement sont conçus pour pouvoir être démantelés aisément et sans dispositions particulières autre qu'au travers d'un sas d'intervention entièrement démontable,
- × absence de zones de rétention à l'intérieur des BAGs.

## **B.3 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir la conservation de l'historique de l'installation et l'accessibilité aux données associées**

Les dispositions prises par l'exploitant pour garantir la conservation de l'historique de l'installation et l'accessibilité aux données associées sont les suivantes :

- × un système de traçabilité des plans et des documents de conception de l'installation est mis en place et maintenu tout au long de la durée de vie de l'installation,

- ✘ un historique des événements survenus pendant toutes les phases d'exploitation est tenu à jour : cet historique est accompagné d'un descriptif des conséquences radiologiques apparues dans les locaux concernés, afin de tenir à jour le zonage de l'installation,
- ✘ un système de suivi de l'état radiologique de l'installation est en place permettant de garantir sa connaissance la plus exhaustive possible à tout instant et, *a fortiori*, pour les études de démantèlement.

Les modalités d'archivage définies afin de garantir la conservation des documents liés à l'exploitation (fonctionnement et démantèlement) de l'installation et l'accessibilité aux données associées répondent à :

- ✘ l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base dit « arrêté INB »,
- ✘ les règles applicables aux archives du CEA (recommandation n° 11 du manuel CEA de la sûreté nucléaire),
- ✘ la norme ISO 9001 version 2015.

L'archivage des documents est géré de manière à conserver l'ensemble des éléments nécessaires à l'exploitation de l'installation et à l'unité associée, pendant sa durée de vie et jusqu'au terme du démantèlement, dans des conditions garantissant leur préservation.

Les documents originaux faisant partie du système qualité de l'exploitant sont classés selon un plan de classement géré par l'intermédiaire d'une base de données.

L'archivage des documents est organisé de la manière suivante :

- ✘ les documents d'utilisation habituelle, dans le cadre des activités d'exploitation, sont localisés dans l'installation,
- ✘ les documents qui ont fait l'objet de tris et qui sont à garder sans limitation de durée sont transférés sous un format papier dans les archives du Centre CEA de Cadarache sous la responsabilité de l'archiviste du Centre. Ils sont recensés selon un plan de classement élaboré en accord avec l'archiviste du Centre.

L'exploitant s'engage à maintenir les moyens nécessaires à cette gestion d'exploitation, pendant toute la durée du démantèlement.

Afin de garantir la conservation et l'accessibilité, l'intégralité des documents liés à l'exploitation de l'installation fait l'objet d'un traitement archivistique sous l'autorité de la cellule archives du Centre (récolements, inventaires, classements, éliminations, conformément au plan de classement et au tableau de gestion de l'installation). Les documents seront ensuite conservés sous la responsabilité de cette cellule, dans le cadre de la convention liant le CEA et la direction des archives de France.

Ces documents, qui sont des archives publiques, seront consultables dans le respect de la réglementation en vigueur relative aux archives.

## B.4 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien des compétences et la connaissance de l'installation

### B.4.1 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien de la connaissance de l'installation

La Gestion Electronique des Documents (GED) permet de rassembler et d'organiser la totalité de la documentation relative au projet de démantèlement, aussi bien sous format papier qu'électronique.

De plus, dans le cadre de la préparation du dossier associé à la demande de démantèlement (DEM), une synthèse des archives intéressant les opérations de démantèlement a été constituée (dossier historique constitué pour les études de scénarios de démantèlement).

Dans le cas où des données ne seraient pas retrouvées, une *interview* des anciens collaborateurs pourrait éventuellement être réalisée afin de recueillir les informations nécessaires au démantèlement. Pour cela, les équipements et/ou circuits représentant un enjeu pour la sûreté lors du démantèlement seront à définir, ce qui permettra d'identifier les personnes détenant les connaissances non formalisées nécessaires. Ces personnes pourraient être du personnel expérimenté de l'installation ou ayant travaillé pour l'installation, du personnel d'installations similaires au traitement des matières, actif ou retraité.

### B.4.2 Dispositions prises par l'exploitant afin de garantir le maintien des compétences

Pour garantir le maintien des compétences et la connaissance, le CEA conserve dans l'INB pour son exploitation et son maintien en conditions opérationnelles et sûres durant son démantèlement, une équipe assurant la mise en œuvre des différents matériels et systèmes nécessaires pour leur disponibilité, pour la sûreté et la sécurité. Le CEA assure notamment les fonctions de chef d'INB, d'Ingénieur de Sûreté et d'Ingénieur de Sécurité de l'installation. Le dispositif de gestion des qualifications et habilitations sera conservé et complété pour les nouvelles fonctions relatives à l'assainissement et au démantèlement.

La conduite des opérations de démantèlement, au sens du management des projets, est assurée par un chef de projet CEA. Il assure la conduite du projet d'assainissement et de démantèlement de l'installation PEGASE.

Dans le cadre du démantèlement, l'ensemble de la documentation et des compétences de l'installation est mis à disposition du chef de projet. L'installation utilisera le REX acquis lors d'opérations de dépose d'équipements non-utilisés et fonctionnera de façon analogue (échanges de données, relectures croisées, réunions préparatoires, interlocuteurs définis...).

Pour les opérations concernées par la sous-traitance, le chargé d'affaires désigné transmettra aux entreprises extérieures les données d'entrée nécessaires à la bonne réalisation des opérations. Ces principales données seront tracées dans le cahier des charges de la prestation.



## B.5 Estimations des quantités et modalités de gestion des déchets issus du démantèlement, tenant compte des solutions de gestion existantes ou en projet, développées dans le cadre du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

Les opérations de démantèlement de l'installation PEGASE généreront des déchets nucléaires et conventionnels. La grande majorité des déchets produits lors du démantèlement de l'installation disposera de caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques compatibles avec les filières de gestion de déchets existantes à ce jour.

Ces déchets suivront donc les modalités de traitement actuellement mises en œuvre sur le Centre du CEA Cadarache. Bien que ces modalités de gestion des déchets soient susceptibles d'être soumises à des évolutions de logiciels ou de systèmes de traitement, les principes à l'origine de l'organisation actuelle de la gestion des déchets demeureront applicables.

Les modalités de gestion des déchets employées lors du démantèlement de l'installation PEGASE tiendront également compte des nouvelles exigences réglementaires ou issues de l'ASN, ainsi que de toute innovation technologique résultant de l'expérience acquise dans le domaine du traitement des déchets.

Les paragraphes suivants ont pour objet de décrire l'organisation actuelle mise en place pour la gestion des déchets sur le Centre du CEA Cadarache. Les modalités de gestion des déchets tiennent compte des solutions de gestion existantes ou en projet, développées dans le cadre du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR).

### B.5.1 Identification des déchets générés lors du démantèlement de l'installation PEGASE

#### B.5.1.1 Déchets, effluents et rejets conventionnels

##### Déchets conventionnels solides :

Les déchets conventionnels seront des déchets issus des zones classées ZSRA et ZNC des installations.

##### Effluents industriels liquides :

Les effluents industriels liquides à gérer seront ceux issus des eaux de lavage ou ceux issus du refroidissement d'outils de découpe en zone conventionnelle. Ces effluents (après dédouanement via des contrôles radiologiques et chimiques) seront directement transférés dans le Réseau des Effluents Industriels (REI) du Centre.

##### Rejets gazeux conventionnels :

Hormis les gaz issus du fonctionnement des moteurs thermiques, des groupes électrogènes et des transports routiers, *a priori* les différents travaux liés au démantèlement ne généreront pas d'effluents gazeux conventionnels.

### B.5.1.2 Déchets, effluents et rejets radioactifs

#### Déchets solides nucléaires (radioactifs ou susceptibles de l'être) :

Les déchets nucléaires seront majoritairement produits par le démantèlement des équipements issus des zones classées ZC, dont les principaux sont la piscine et les bassins (hall bassin), les bassins de vidange et l'atelier de traitement (chaîne de BAG), et les procédés de la cellule blindée.

#### Effluents liquides radioactifs :

Les principales sources d'effluents radioactifs identifiées sont :

- \* Les effluents liquides de la piscine, du bassin d'entreposage et de la cuve à effluents suspects : une prise d'échantillon sera réalisée pour analyse afin de déterminer si ces effluents sont acceptables avec les caractéristiques d'effluents industriels. S'ils ne sont pas acceptables au réseau d'effluents industriels, ils seront traités comme effluents radioactifs,
- \* Les autres effluents liquides : ils sont ceux issus des eaux de lavage des locaux classés en zone contaminante et de certaines opérations de découpe. Une prise d'échantillon de ces effluents sera également réalisée afin de déterminer si ces effluents sont compatibles avec les caractéristiques d'effluents industriels,
- \* Les effluents liquides issus de la vidange des cuves actives : une prise d'échantillon sera réalisée pour analyse afin de déterminer leur compatibilité avec l'installation AGATE (INB 171). Ces effluents sont alors relevés par citerne et transférés pour traitement vers AGATE.

#### Effluents atmosphériques radioactifs :

Les effluents gazeux radioactifs seront constitués des aérosols véhiculés par les réseaux de ventilation, ainsi que de certains gaz (tritium, carbone 14 sous forme gazeuse). Ils seront essentiellement produits par les travaux de découpe et d'assainissement. Les rejets atmosphériques radioactifs seront maîtrisés par l'interposition de filtres THE (filtration des aérosols uniquement) entre les zones de travaux et l'émissaire existant où ces rejets seront surveillés par les dispositifs de contrôle en continu.

## B.5.2 Modalités de gestion des déchets issus du démantèlement

### B.5.2.1 Zonage déchets

#### Généralités

L'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit arrêté INB, précise, dans son article 6.3, que l'exploitant établit un plan de zonage déchets.

La décision ASN n° 2015-DC-0508 du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB, homologuée par l'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2015, précise les modalités relatives à l'établissement du plan de zonage déchets.

Le guide n° 23 de l'ASN décrit le processus d'élaboration du zonage déchets des installations nucléaires et les modalités de contrôle associées. Selon ce guide, le zonage déchets est destiné à distinguer les zones d'un site nucléaire où les déchets produits sont radioactifs ou susceptibles de l'être (ZppDN).

Le zonage déchets consiste à distinguer les installations d'un site nucléaire (bâtiment ou locaux d'une

installation nucléaire, mais aussi ses aires extérieures et voeries) en deux types de zones qui définissent trois sous zones distinctes, conformément aux directives CEA en la matière :

- × Zone à Déchets Conventionnels (ZDC) :

- Zone Sans Radioactivité Ajoutée (ZSRA)

C'est une zone à l'intérieur de laquelle les déchets produits ne sont ni contaminés, ni activés dans les conditions normales d'exploitation, soit parce qu'il n'y a jamais eu de production, traitement, manipulation, emploi, détention, entreposage, manutention de substances radioactives ou d'utilisation d'appareils émetteurs de particules pouvant générer une activation, soit parce que l'assainissement du volume intérieur de la zone et l'assainissement de ses parois a éliminé toute contamination ou l'essentiel de l'activation qui pouvait y avoir été contenue.

- Zone Non Contaminante (ZNC)

C'est une zone à l'intérieur de laquelle les déchets produits ne sont ni contaminés, ni activés dans les conditions normales d'exploitation car les substances radioactives contenues ne sont pas susceptibles de contaminer des déchets qui en sont issus et où il n'existe pas d'émission de particules pouvant générer une activation des déchets qui en sont issus : ceci, même si, dans cette zone, existent ou ont existé production, traitement, manipulation, emploi, détention, entreposage, manutention de substances radioactives.

- × Zone à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN) :

- Zone Contaminante (ZC)

C'est une zone à l'intérieur de laquelle il existe des substances radioactives susceptibles de contaminer des déchets sortants ou dans laquelle il y a, et il y a eu, émission de particules pouvant générer une activation des déchets sortants.

### **Evolution du zonage déchets**

Le zonage déchets de l'installation sera mis à jour en tant que de besoin en fonction des opérations. Ce zonage actualisé intégrera en particulier :

- × le REX des zonages déchets précédents,
- × l'historique de fonctionnement de l'installation PEGASE,
- × l'évolution du terme source au niveau des différents locaux de l'installation PEGASE.

La mise en œuvre de ce zonage sera soumise à l'approbation de l'ASN.. L'adaptation régulière de ce zonage permettra d'optimiser le classement des déchets produits, permettant notamment une rationalisation de l'emploi des filières déchets existantes de manière à limiter leur engorgement, ainsi que des gains économiques.

Les équipements de surveillance radiologique, de contrôle du personnel et des déchets seront également redéfinis et repositionnés en tenant compte de ces évolutions.

Dans le cadre des opérations préparatoires au démantèlement ou lors des opérations de démantèlement, un zonage opérationnel déchet (reclassement temporaire de locaux) sera mis en place pour la réalisation de certains chantiers.

Lors de l'assainissement final, le zonage déchets des locaux est complété par un classement des

éléments de structures constituant le génie civil en prenant en considération la méthodologie du guide n° 14 de l'ASN. L'assainissement final consiste à retirer la radioactivité ajoutée à l'intérieur même des structures et des parois de l'installation. Pour cela, le zonage déchets des locaux est complété par un zonage en profondeur des parties constitutives (voiles, sols, sous-sols, plafonds, dalles) des différents locaux nucléaires qui détermine la limite entre les zones à déchets nucléaires et les zones à déchets conventionnels.

### **B.5.2.2 Modalités de gestion des déchets – Catégorie de déchets – Filières d'évacuation de déchets**

#### **Généralités**

Le démantèlement d'une INB, comme l'exploitation, génère deux familles de déchets : des déchets nucléaires et des déchets conventionnels. La différenciation entre ces deux familles est basée sur l'origine du déchet par une délimitation géographique par le zonage déchets des installations.

Tous ces déchets sont gérés dans des filières d'évacuation, en accord avec les modalités de gestion définies dans le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR). Ces filières sont désignées par son classement initial (nucléaire ou conventionnel), par son devenir définitif ou par les filières de traitement intermédiaire (exemple : incinération, valorisation, stockage).

#### **Les déchets conventionnels**

Les déchets font l'objet d'une classification codifiée à l'article R. 541-8 et ses annexes du code de l'environnement. La réglementation classe les déchets conventionnels en trois catégories :

- \* Déchets Dangereux (DD) : ces déchets présentent des risques pour la santé et l'environnement, qui impliquent des précautions particulières pour leur élimination,
- \* Déchets Non Dangereux (DND) : ils ne présentent pas de caractère toxique,
- \* Déchets Inertes (DI) : il s'agit de déchets naturellement stables du point de vue physique, chimique et biologique, qui ne présentent pas de risque pour l'homme et l'environnement.

Le mode principal de conditionnement et d'évacuation des déchets conventionnels issus du démantèlement s'effectue par bennes pour les déchets solides orientés en décharge ou recyclage, ou en bonbonnes pour les déchets liquides.

L'ensemble des déchets conventionnels sont pris en charge par des entreprises spécialisées.

#### **Les déchets et effluents nucléaires**

La gestion des déchets nucléaires est effectuée conformément à la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs et aux prescriptions du PNGMDR.

Les déchets nucléaires (déchets solides et effluents liquides) regroupent l'ensemble des déchets issus des zones contaminantes (au sens du zonage déchets) de l'installation.

## Les déchets solides nucléaires

Afin de permettre une mise en place des modes de gestion adaptés aux différents déchets nucléaires, ceux-ci sont classés en fonction de deux critères : leur niveau de radioactivité et leur période.

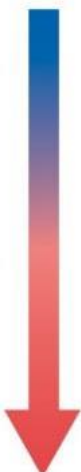
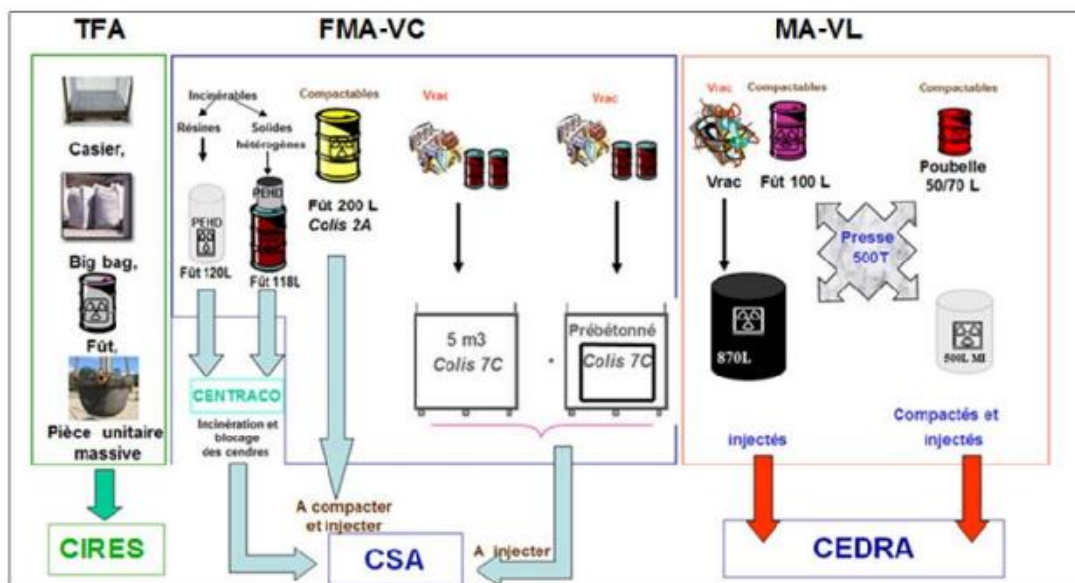
		Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement des radioéléments de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue contenant majoritairement des radioéléments de période > 31 ans
 Centaines Bq/g  Millions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

Figure 13. Classification des déchets solides nucléaires et filières de gestion (PNGMDR 2016-2018)

Les principales filières de traitement et de gestion des différents types de déchets de Cadarache sont présentées dans les synoptiques et figures ci-dessous.

À noter que, en attente de l'ouverture par l'Andra de centres de stockage adaptés, les déchets relevant des filières FA-VL et MA-VL sont entreposés dans l'installation nucléaire de base n° 164, dénommée CEDRA, située dans le Centre de Cadarache. Les colis FA-VL et MA-VL sont préalablement transférés sur l'INB 37-A pour compactage et/ou injection, avant envoi sur CEDRA.



**CIREs** : Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage (ANDRA), nouveau nom du CSTFA

**CSA** : Centre de Stockage de l'Aube

**CEDRA** : Conditionnement et Entreposage de Déchets Radioactifs

Figure 14. *Filières de traitement des déchets solides nucléaires à Cadarache*

Après une mesure de leur activité, les déchets issus des opérations de démantèlement sont triés, d'après les spécifications de prise en charge par les installations destinataires (traitement ou exutoire), selon :

- × leur origine au sens du zonage déchets,
- × leur nature (solides, liquides, métalliques, plastiques, terres...),
- × leurs caractéristiques radiologiques (activités, spectres, catégorie de déchets).

Les colis de collecte des déchets sont conditionnés dans des emballages compatibles avec leur transport vers un exutoire. Les colis de collecte existants à l'heure actuelle et utilisés pour les opérations de démantèlement de l'installation PEGASE sont décrits ci-après :

- × déchets MA-VL :
  - les colis 870 litres,
- × déchets FA/MA-VC : les types de colis identifiés à ce jour pour cette filière sont :
  - les caissons 5 et 10 m<sup>3</sup> Andra (colis 7C) pour les déchets non compactables,
- × déchets TFA : ils sont conditionnés en fonction de leur nature physico-chimique (inertes, dangereux ou non, métalliques, non métalliques, compactables ou non) et leur activité radiologique.

Les principaux types de colis retenus à ce jour sur le Centre de CADARACHE pour le conditionnement des déchets TFA issus du démantèlement de l'installation PEGASE sont les emballages acceptés par l'Andra :

- × des fûts 220L pour les déchets de toute nature,

- ✖ des Grands Récipients Vrac Souples (GRVS) ou big-bags de 1 m<sup>3</sup> pour les déchets inertes et non métalliques compactables,
- ✖ des casiers 1 ou 2 m<sup>3</sup> (parois grillagées avec kit toilé ou parois pleines pour 1 et ), et des caissons 5 m<sup>3</sup> injectables, pour les déchets métalliques non compactables et non métalliques non compactables,
- ✖ des conteneurs réutilisables 2 m<sup>3</sup> pour les déchets métalliques compactables,
- ✖ des caissons ISO 20 pieds pour le transport de déchets (notamment pièce unitaire).

Les déchets générés seront évacués vers les centres de stockage de l'Andra (CSA et CIRES) ou les installations de traitement ou d'entreposage conformément aux spécifications en vigueur lors du démantèlement. Avant évacuation, les déchets sont entreposés dans les zones dédiées de l'installation en fonction de leur type.

L'évacuation de déchets est réalisée conformément aux règles en vigueur au CEA Cadarache et dans le respect de la réglementation générale des transports.

Les opérations de démantèlement pourront mener à la production de Déchets Sans Filière Immédiate (DSFI). Par exemple, à ce jour, les résines échangeuses d'ions issues de l'ancienne station d'épuration situées dans le local 22<sup>E</sup>, de l'installation PEGASE n'ont pas de filière d'évacuation.

La gestion de ces DSFI par le CEA consiste à sécuriser ces déchets et à les conserver dans une zone dédiée, dans l'attente de l'ouverture d'une filière d'évacuation.

#### Les effluents liquides radioactifs

Les effluents liquides radioactifs sont classés en différentes catégories, selon leur composition chimique, leur niveau de radioactivité, leur origine et selon les spécifications d'accueil des stations de traitement des effluents liquides :

- ✖ les effluents radioactifs de catégorie FA (Faible Activité) seront envoyés vers l'installation AGATE,
- ✖ les effluents radioactifs de catégorie MA (Moyenne Activité) seront traités à la STEL de Marcoule.

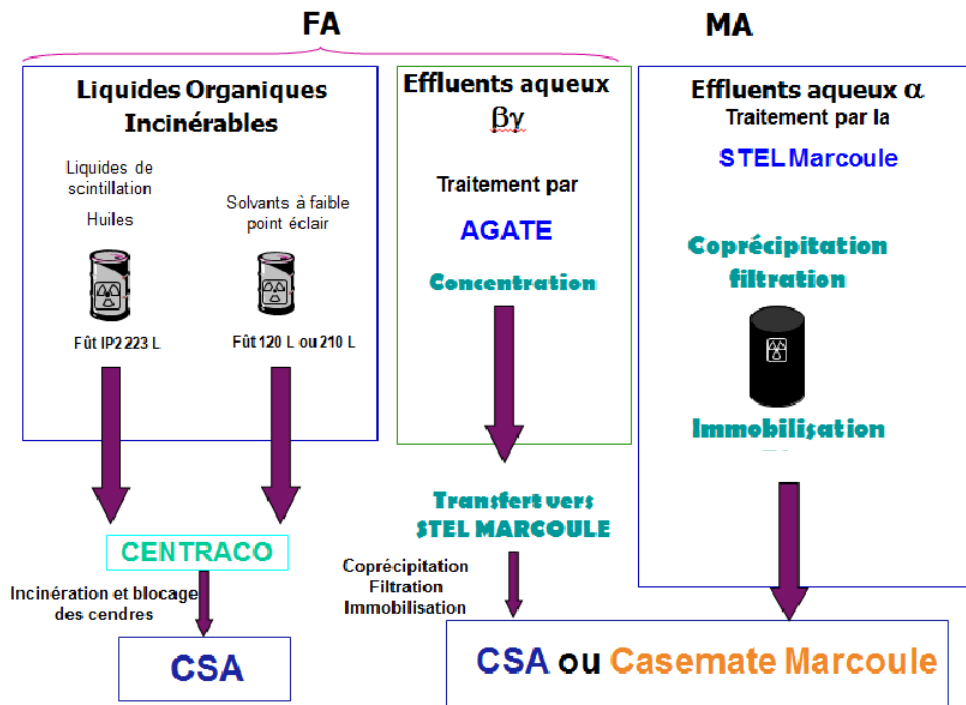


Figure 15. *Catégorie de classement des effluents radioactifs*

### B.5.3 Organisation relative à la gestion des déchets

La gestion des déchets de l'installation PEGASE est actuellement organisée autour :

- ✗ du chef d'INB, responsable de toutes les évacuations de déchets. Il est chargé, dans le cadre de ses missions de surveillance et de contrôle, du respect des prescriptions techniques et de la réglementation en matière de gestion des déchets des installations en particulier du classement et de l'archivage des documents relatifs à cette gestion,
- ✗ du correspondant déchets de l'installation PEGASE, nommé par le chef d'INB, responsable des opérations de tri et de conditionnement des déchets dans le respect des règles de gestion des déchets. Dans le cas où une opération réalisée par une entreprise extérieure est fortement génératrice de déchets, le correspondant déchets informe les entreprises extérieures des règles de gestion des déchets dans les INB et des spécifications d'accueil des différents exutoires. Il contrôle l'application des règles de gestion des déchets produits dans l'installation et apporte des solutions pour optimiser la gestion des déchets.

#### B.5.3.1 Gestion des déchets nucléaires

Les déchets nucléaires sont caractérisés et contrôlés aux différentes étapes de leur gestion de façon à répondre aux exigences de sûreté, aux exigences de la réglementation des transports et aux exigences de prise en charge par les filières d'élimination des déchets.

Toute unité productrice, représentée par son chef d'INB, est chargée de l'établissement du zonage déchets des différents locaux qui la composent et de la gestion des déchets produits.



Pour les déchets solides, il s'agit de :

- ✗ s'assurer de l'existence d'une solution de traitement et d'évacuation, avant de produire tout déchet nucléaire,
- ✗ veiller au respect des exigences de prise en charge pendant la production, notamment aux déclarations portant sur la nature des déchets et l'absence de produits interdits, l'activité des radionucléides et les masses de matières nucléaires contenues.

Pour les effluents liquides, l'installation s'assure que :

- ✗ toutes les dispositions ont été prises pour réduire autant que possible l'activité et le volume de ces effluents,
- ✗ la gestion des effluents est en accord avec les spécifications du Centre de Cadarache.

Les déchets sont triés d'après les exigences de prise en charge par les installations destinataires (traitement ou exutoire). Le tri est réalisé selon :

- ✗ le zonage d'origine,
- ✗ la nature du déchet (solide, liquide, métallique, plastique, terre...),
- ✗ les caractéristiques radiologiques (activités, spectres, catégories de déchets),
- ✗ leur filière d'élimination (cession, recyclage, mise en décharge...).

Ce tri permet ainsi de définir la filière d'évacuation adéquate et le mode de conditionnement adapté.

Le département transverse flux, déchets, exutoire (DFDE), implanté à l'échelle nationale, a notamment pour mission la gestion des déchets solides depuis leur production sur les installations jusqu'à leur évacuation vers un exutoire :

- le CIREs pour les déchets TFA et le CSA pour les déchets FMA-VC (sites Andra) ;
- l'installation CENTRACO pour les déchets liquides ou solides incinérables ;
- l'installation CEDRA du CEA de Cadarache pour les déchets MA-VL et FA-VL, dans l'attente d'un éventuel stockage en couche géologique profonde ;
- l'installation DIADEM du CEA de Marcoule pour les déchets HI dans, l'attente d'un éventuel stockage en couche géologique profonde.

Dans ce cadre, le service de gestion opérationnelle des filières (SGOF) du DFDE coordonne, gère et assure la traçabilité des différentes filières de déchets du CEA civil (TFA, FMA, MA-VL et HI). Le SGOF apporte un soutien aux producteurs de déchets ainsi qu'aux exploitants des installations de traitement et des entreposages intermédiaires par le conseil, la formation et la mise à disposition d'outils de traçabilité (Caraiibes). Il intervient tout au long du « processus déchets » de manière à assurer la conformité des colis de déchets produits.

En particulier, le laboratoire gestion opérationnelle des déchets de Cadarache (LGOC) met en œuvre des contrôles et procédés de traitement et de conditionnement des déchets afin de pouvoir les évacuer vers les filières de traitement et de gestion adaptées. Ces opérations se font dans des conditions strictement réglementées de façon à mettre les déchets sous forme de colis agréés.

L'ouverture et le maintien des filières d'évacuation des déchets sont assurés par le laboratoire gestion opérationnelle des déchets LGOC au travers d'agréments et d'acceptations délivrés par les exutoires. Les transports de déchets nucléaires à l'intérieur des centres sont effectués par le département transports, emballages et logistique (DTEL) sous la responsabilité du Directeur concerné. Ces transports concernent la transmission des déchets solides et effluents entre les différentes installations productrices et les installations de traitement ou d'entreposage. Les déchets conditionnés dans des colis envoyés par la route vers le centre de stockage de surface de l'Andra sont effectués par des sociétés agréées par l'Andra.

### B.5.3.2 Gestion des déchets conventionnels

La gestion des déchets conventionnels suit les principes définis dans le code de l'environnement. Le principe de base de la gestion des déchets conventionnels est le traitement et la valorisation ou l'élimination dans les filières conventionnelles existantes. On peut citer notamment la réutilisation, comme remblais, des bétons et gravats issus de la déconstruction des bâtiments conventionnels ou déclassés, après concassage approprié, afin de combler les cavités et les corps creux des ouvrages restant dans le sous-sol conformément à l'état final visé.

Ainsi, les déchets conventionnels produits sont éliminés par les filières agréées adaptées à leur nature physico-chimique :

- ✗ les déchets dangereux sont éliminés dans les centres de stockage de classe 1,
- ✗ les déchets non dangereux sont valorisés ou éliminés dans des Centres de stockage de classe 2,
- ✗ les déchets inertes sont valorisés ou éliminés dans les Centres de stockage de classe 3. Les gravats provenant de la déconstruction des bâtiments conventionnels peuvent être valorisés en remblais.

### B.5.3.3 Traçabilité des déchets

#### **Déchets nucléaires et conventionnels solides**

Les principales dispositions à respecter par le producteur sont les suivantes :

- ✗ meilleure connaissance possible de la nature et/ou de l'activité radiologique du déchet et conditionnement primaire selon les spécifications. La méthode recommandée est d'effectuer un tri poussé à la production,
- ✗ respect par le producteur des différentes règles techniques et administratives décrites dans les spécifications de prise en charge des déchets.

Les informations principales figurant sur la fiche suiveuse du colis sont : l'origine (zonage déchets), les caractéristiques radiologiques et/ou physico-chimiques du déchet, le producteur, le conditionnement primaire avec indication du volume et de la masse, le débit de dose...

La gestion des déchets nucléaires s'effectue à l'aide d'un système informatique qui assure la traçabilité des déchets depuis leur production, puis leur traitement et jusqu'à leur entreposage ou leur stockage.

Pour les déchets conventionnels, les fiches de production qui sont émises lors des évacuations de déchets sont archivées par le correspondant déchets du CEA.

### **Effluents liquides**

Les effluents liquides nucléaires sont classés en différentes catégories, selon leur composition chimique, leur niveau de radioactivité, leur origine et selon les spécifications d'accueil des stations de traitement des effluents liquides. La gestion des effluents liquides potentiellement contaminables et radioactifs est basée sur une séparation des réseaux (collectes spécifiques) et sur la connaissance de leurs caractéristiques physico-chimiques et radiologiques. Ainsi, toute demande de prise en charge des déchets liquides (dans des cuves ou des bouteillons) nécessite la consignation de la cuve ou du récipient, un prélèvement d'échantillons et une analyse. Une fois les résultats de l'analyse connus, le producteur constitue un dossier de relevage en remplissant une demande de prestation et une fiche suiveuse et le transmet à l'installation nucléaire de base n° 171 dénommée AGATE ou vers une autre filière d'élimination adaptée. La traçabilité repose en particulier sur cette fiche suiveuse.

Concernant les déchets liquides non aqueux, ils sont entreposés temporairement dans les installations productrices pour être traités au cas par cas. Leurs caractéristiques physico-chimiques et radiologiques sont tracées par les chefs d'installation et transmises au service en charge de déterminer les filières d'évacuation existantes ou à créer.

#### **B.5.3.4 Contrôles radiologiques**

Afin de s'assurer de l'absence de déchet radioactif dans les chargements de déchets conventionnels, un contrôle radiologique est réalisé en sortie du Centre de Cadarache pour les transports de déchets conventionnels.

#### **B.5.3.5 Entreposage des déchets dans l'installation**

Pendant sa phase de fonctionnement, l'installation produit des déchets issus des activités d'exploitation et de maintenance. Ils sont traités et évacués vers les exutoires au fil de l'eau.

Pendant la phase de démantèlement, l'installation PEGASE n'aura pas pour fonction de stocker les déchets générés : ils sont destinés à être évacués vers les centres de stockage ou les installations d'entreposage dédiées.

Avant leur évacuation, les déchets générés pourront être temporairement entreposés dans des zones dédiées pour une durée d'entreposage définie.

### B.5.3.6 Transport des déchets

Pour ce qui concerne les opérations de transport interne au sein de l'INB (transport de substances radioactives réalisé dans le périmètre de l'INB, à l'extérieur des bâtiments ou opération concourant à sa sûreté y compris à l'intérieur des bâtiments et zones d'entreposage), les règles générales sont fixées par l'arrêté du 7 février 2012 modifié. En déclinaison de cet arrêté, les prescriptions techniques et réglementaires de référence servant de base pour l'élaboration des référentiels au CEA sont édictées dans les RGTI.

Les transports internes de déchets au sein du périmètre de l'INB 22 et les transports intra-centre (entre l'INB 22 et d'autres INB du centre le cas échéant) se feront en application de la RGE « Transport » et des RGTI. Une procédure de transport interne identifie les catégories de transports réalisables par l'installation ainsi que les prescriptions des RGTI qui s'appliquent dans ce cas.

44

Pièce 3

Les transports de déchets radioactifs entre deux INB du Centre de Cadarache sont organisés et réalisés par le Bureau Transports du DTEL. Ces transports concernent la transmission des déchets solides et effluents entre les différentes installations productrices et les installations de traitement ou d'entreposage du Centre.

L'évacuation de déchets par des transports sortant du périmètre du Centre de Cadarache et empruntant la voie publique est réalisée conformément aux règles en vigueur, notamment celles décrites dans l'arrêté Transport des Matières Dangereuses (TMD). Ces transports, dits de classe 7 (matières radioactives), concernent les expéditions de déchets vers les Centres de stockage de l'Andra et sont effectués par des sociétés agréées.

La gestion des transports s'effectue à l'aide d'une application informatique, qui assure l'entière traçabilité des transports de son expression du besoin à sa réalisation.

### B.5.4 Estimations des quantités de déchets et des effluents issus du démantèlement

Une estimation prévisionnelle de la quantité des déchets solides générée par le démantèlement de l'installation PEGASE (hors opérations d'assainissement GC des locaux, de la cellule blindée et des parois des bassins et de la piscine) en fonction de la catégorisation de ces déchets a été effectuée et est présentée dans le tableau suivant.

Catégorie	Type d'emballage	Nombre de colis	Volume de colis (m <sup>3</sup> )	
Conventionnel	Benne 15 m <sup>3</sup>	75	1 125	1 187
	Benne 6 m <sup>3</sup>	2	12	
	Vrac sur palette (amiante)	17	17	
	GRVS (amiante)	33	33	
TFA	Casier 2,7 m <sup>3</sup> réutilisable	25	68	1 362
	Casier 2,7 m <sup>3</sup> parois pleines	30	82	
	Caisson 5 m <sup>3</sup> injectable	10	50	
	Casier 1,35 m <sup>3</sup> parois grillagées	2	2	
	Casier 0,67 m <sup>3</sup> demi hauteur	1	1	
	Casier 1,35 m <sup>3</sup> parois pleines	522	705	
	Casier 1,35 m <sup>3</sup> parois pleines (amiante)	18	26	
	GRVS	427	427	
	Fût 200L / 225L	4	1	
FMA-VC	Caisson 7C	2	10	24
	Caisson 7C (amiante)	1	5	
	Fût 200 L	42	9	
MA-VL	870 litres	24	21	21

Tableau 1 : Bilan estimatif des déchets solides générés par le démantèlement de l'installation PEGASE, incluant les OPDEM (projet DECAP), hors opérations d'assainissement GC

Nota : Les résines échangeuses d'ions, issues de l'ancienne station d'épuration, associées au programme d'études pour l'identification d'une nouvelle filière (cf. § B.6) constituent un volume de déchets (hors colisage) de 2,7 m<sup>3</sup> (hors volume de leur conteneur actuel).

L'estimation d'effluents liquides radioactifs liés aux opérations de démantèlement en fonction des exutoires (effluents issus des vidanges et au rinçage de la piscine, des bassins et des capacités de l'installation, effluents liés aux douches lors d'un chantier amiante, effluents engendrés par le refroidissement lors des découpes) est la suivante :

UNITES	DESTINATIONS EFFLUENTS	
	Réseau d'Eau Industriel	AGATE
m <sup>3</sup>	2 730	40

Tableau 2 : Bilan estimatif des effluents

L'évaluation des déchets et effluents issus des opérations d'assainissement du génie civil (paroi de la piscine et des bassins, paroi de la cellule blindée et paroi des locaux) est la suivante :

Catégorie	Type d'emballage	Nombre de colis	Volume de colis (m <sup>3</sup> )	
<b>Conventionnel</b>	GRV (amiante)	1	<b>1</b>	
<b>TFA</b>	Casier 1,35 m <sup>3</sup> parois pleines	76	103	<b>417</b>
	GRVS	267	267	
	Fût 200L / 225L	32	6	
	Casier 1,35 m <sup>3</sup> parois pleines (amiante)	30	41	
<b>FMA-VC</b>	Caisson 7C (amiante)	10 <sup>2</sup>	50	<b>50</b>

Tableau 3 : Bilan estimatif des déchets – assainissement GC

UNITES	DESTINATIONS EFFLUENTS	
	Réseau d'Eau Industriel	AGATE
m <sup>3</sup>	1	0

Tableau 4 : Bilan estimatif des effluents – assainissement GC

## B.6 Études à réaliser et éventuels travaux de recherche et développement à mener

À l'heure actuelle, des études sont en cours afin d'identifier la filière pour l'évacuation des résines échangeuses d'ions particulières (dont celles issues de l'ancienne station d'épuration de l'installation PEGASE). La filière concerne principalement le Centre de Marcoule sur lequel se trouve la plus grande quantité comptabilisée de REI. La reprise des résines échangeuses d'ions, fortement contaminées en alpha, incompatibles avec les exutoires existants, a nécessité le développement d'un procédé particulier. Le procédé qui avait été retenu à Marcoule dans le cadre de la RCD Usine était l'électrodissolution à l'Ag2+ des REI, avec récupération et transformation en oxyde de la matière fissile : ce procédé a été abandonné. Le procédé de traitement des REI est en cours de R&D sur le site de Marcoule.

<sup>2</sup> La quantité de colis est liée à la limitation de 40 kg d'amiante par colis 7C. Le nombre de colis est donc enveloppe.

## **B.7 Caractérisations à réaliser pour consolider les hypothèses prises en compte dans la démonstration mentionnée à l'article L. 593-7 du code de l'environnement**

Les études de définition du démantèlement intégreront des inventaires physiques et radiologiques en vue de consolider les prévisions de production de déchets et d'effluents conventionnels et radioactifs, ainsi que la dosimétrie prévisionnelle des intervenants induite par les opérations de démantèlement.

À ce titre, des cartographies seront réalisées si nécessaire en amont de certaines opérations, afin d'évaluer ou de conforter les caractéristiques radiologiques des différents locaux et des éléments les constituant après réduction du terme source.

Dès que possible, la caractérisation radiologique des zones actuellement inaccessibles (ex : paroi interne de la piscine) sera réalisée ainsi que les caractérisations radiologiques et chimiques des sols aux abords et sous le radier de l'installation.

## **B.8 Impact éventuel sur le cycle du combustible, le cas échéant**

L'installation PEGASE n'intervient pas sur la gestion du cycle du combustible.

## C. Déroulement du démantèlement

### C.1 Description et justification de l'état initial au début des opérations de démantèlement et des opérations préparatoires à mener dans le cadre du référentiel de fonctionnement

48

Pièce 3

#### C.1.1 État initial de l'installation au début des opérations de démantèlement

L'état initial de l'installation au moment du passage en démantèlement est décrit dans la pièce 2 du présent dossier.

Le terme source à prendre en compte au moment de l'entrée en vigueur du décret de démantèlement est très majoritairement constitué par les combustibles restant entreposés dans la piscine PEGASE. Mi 2027 (date prévisionnelle d'entrée en vigueur du décret de démantèlement partiel (Cf. § C.3)), les substances radioactives entreposées dans la piscine sont les suivantes :

- \* 155 étuis contenant du combustible sans emploi<sup>3</sup>,
- \* 3 étuis B4C,
- \* 35 éléments béryllium,
- \* les éléments activés de structure métallique (environ 1,3 tonnes).

#### C.1.2 Faits marquants intéressants le démantèlement

Le retour d'expérience de l'installation montre entre les années 1984 et 2018 :

- \* 2 événements radiologiques ayant pour cause la rupture de gaine avec perforation et fusion partielle de plusieurs plaques ainsi que la fuite sur un conteneur entreposé au niveau des bassins. Les conséquences de ces deux événements ont été limitées à la contamination des eaux de la piscine et des bassins.
- \* plusieurs événements radiologiques ayant pour cause la mise en évidence de zones contaminées, la présence d'eau contaminée au sol, le perçage accidentel d'une tuyauterie active... Les conséquences de ces événements seront à prendre en compte lors de la catégorisation des surfaces en vue de l'assainissement du génie civil final.

L'ensemble de ces événements est resté sans conséquence sur le personnel et l'environnement.

---

<sup>3</sup> Ces 155 étuis constituent le maximum d'étuis pouvant être présents à l'état initial. À la date d'entrée en vigueur du décret, le procédé DECAP aura été mis en exploitation et certains de ces étuis ne seront plus présents sur l'installation PEGASE à l'état initial.



### C.1.3 Opérations préparatoires au démantèlement

Dans le cadre des OPDEM, les combustibles sans emploi (CSE) entreposés dans la piscine de l'installation PEGASE seront évacués. Cette opération se prolongera après l'entrée en vigueur du décret autorisant les opérations de démantèlement de l'installation PEGASE.

Dans le cas où une solution technique mettant en œuvre de nouveaux équipements afin d'accélérer le processus de désentreposage serait retenue par le CEA, alors, l'exploitant déposera auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire une demande accompagnée d'un dossier comportant tous les éléments de justification utiles pour obtenir une autorisation, notamment les mises à jour rendues nécessaires des documents mentionnés aux I de l'article R. 593-67 et au I de l'article R. 593-69 du code de l'environnement et, en cas de modification du plan d'urgence interne, l'avis rendu par le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail en application de l'article L. 4523-4 du code du travail.

## C.2 Définition des étapes du démantèlement

### C.2.1 Organisation générale

L'organisation générale qui sera mise en place pour le démantèlement de l'installation PEGASE s'appuiera sur les entités existantes du CEA et sur une contractualisation de la maîtrise d'œuvre avec une ou plusieurs entreprises extérieures. Ce paragraphe a pour objet de décrire les entités actuelles du CEA intervenant sur les projets de démantèlement et l'organisation du CEA avec les entreprises extérieures spécialisées dans le démantèlement. Par délégation de l'Administrateur général du CEA, le Directeur du Centre de Cadarache est l'exploitant nucléaire sur le Centre de Cadarache.

L'installation PEGASE est exploitée par le Laboratoire d'Exploitation PEGASE-CASCAD (LEPC) appartenant au Service des Réacteurs Expérimentaux à l'Arrêt (SREA) attaché à l'Unité Réacteurs et Matières de Cadarache (URMC) de la Direction des projets de Démantèlement, de Service nucléaire et de gestion des Déchets (DDSD) du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives (CEA).

La conduite des opérations de démantèlement, au sens du management des projets, est assurée par un chef de projet appartenant à l'URMC. Cette unité appartient à la DDSD ce qui permet de mettre à profit une vision globale des opérations de démantèlement et d'accumuler le retour d'expérience important.

Les travaux de démantèlement seront confiés à une ou des entreprises spécialisées, sous contrôle du CEA qui assurera la maîtrise de la sûreté des opérations au titre d'exploitant nucléaire. Ces entreprises devront obligatoirement avoir obtenu l'acceptation de la CAEAR (Commission d'Acceptation des Entreprises dans le domaine de l'Assainissement Radioactif).

Les opérations de démantèlement seront menées par ces prestataires suivant leur propre organisation définie par un Plan Qualité validé par le CEA. En fin d'affaire, et notamment en cas de difficulté, un retour d'expérience est communiqué à la CAEAR qui peut auditer le prestataire.

Le CEA désignera des correspondants des prestataires qui assureront la surveillance et le bon déroulement de l'ensemble des chantiers dans le respect des contrats et des documents émis par les prestataires et validés par le CEA.

Le chef d'INB dispose de moyens humains au travers de l'organisation Direction, Département ou Unités et Service pour assurer ses responsabilités en matière de sécurité des biens et des personnes. Il s'appuie notamment sur une organisation sûreté et sécurité lui permettant de gérer les opérations réalisées simultanément dans l'installation et de s'assurer du bon déroulement de l'ensemble du chantier.

Les opérations de démantèlement s'effectueront :

- sous le contrôle du CI assisté dans ses missions par des ingénieurs de sûreté, de sécurité, le SPR et les services de soutien du Centre (FLS, SST, STL...) ;
- sous le pilotage opérationnel d'un Chef de Projet, assisté de responsables de lots ;

dans le respect de la réglementation en vigueur et conformément au référentiel de sûreté de l'installation, avec la mise en place, au sein des entreprises extérieures, de correspondants en relation étroite avec l'équipe du CI (ingénieur sécurité, ingénieur sûreté, SPR) pour suivre sur chaque chantier l'application des consignes, en appliquant la démarche ALARA pour définir les conditions d'intervention des opérateurs et les moyens de prévention à mettre en place.

### C.2.2 Principales étapes du démantèlement

Le démantèlement de l'installation PEGASE est envisagé en 5 étapes majeures, en cohérence avec le logigramme présenté en Figure 16 :

- × Étape 1 : finalisation des OPDEM (opérations de traitement et d'évacuation des combustibles sans emploi) et diminution du terme source de l'installation ;
- × Étape 2 : démontage des procédés et de leurs utilités, consolidation de l'état radiologique du génie civil et des sols ;
- × Étape 3 : assainissement et démantèlement de l'ensemble des utilités générales et installations techniques auxiliaires ;
- × Étape 4 : assainissement des structures ;
- × Étape 5 : remise en état des sols (si nécessaire).

Le logigramme suivant présente les principales opérations de démantèlement déclinées en différentes opérations à réaliser dans chacune des 5 étapes du démantèlement :

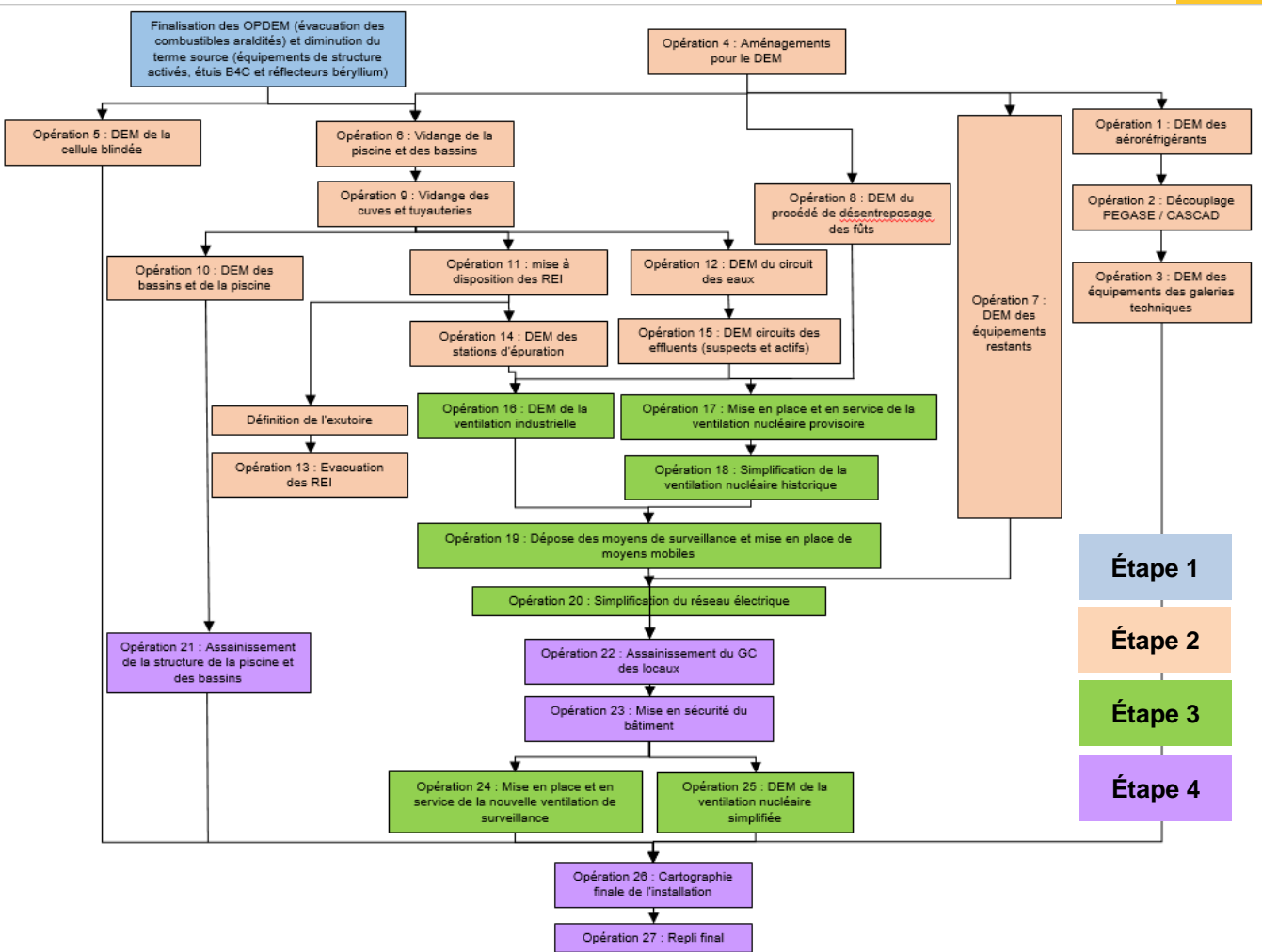


Figure 16. *Enchaînement technique des opérations du démantèlement*

Les différentes zones de l'INB 22 concernées par les opérations de démantèlement et/ou d'assainissement sont représentées en vert sur un plan de l'installation ci-dessous (un plan par niveau).



Figure 17. *Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N-2*

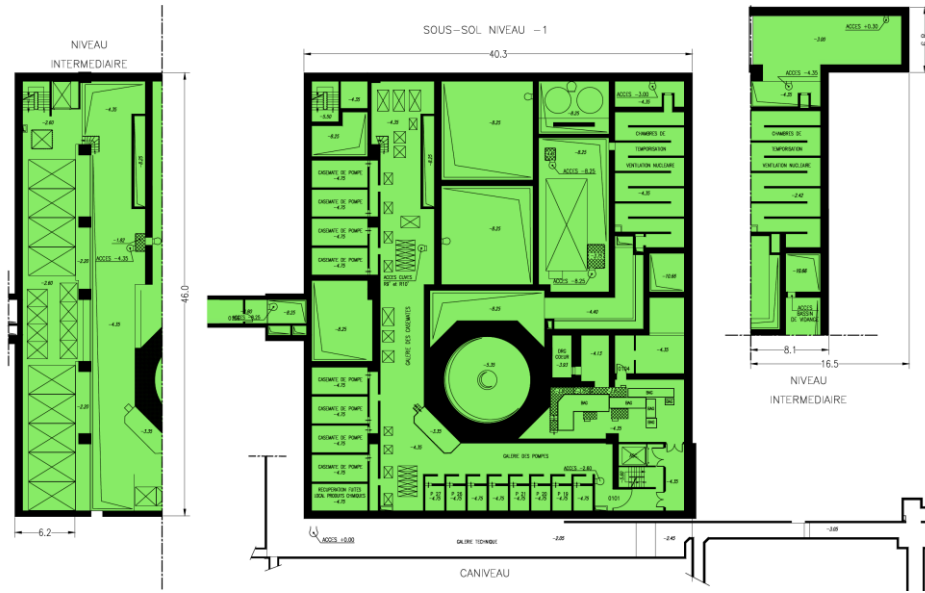


Figure 18. Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N-1

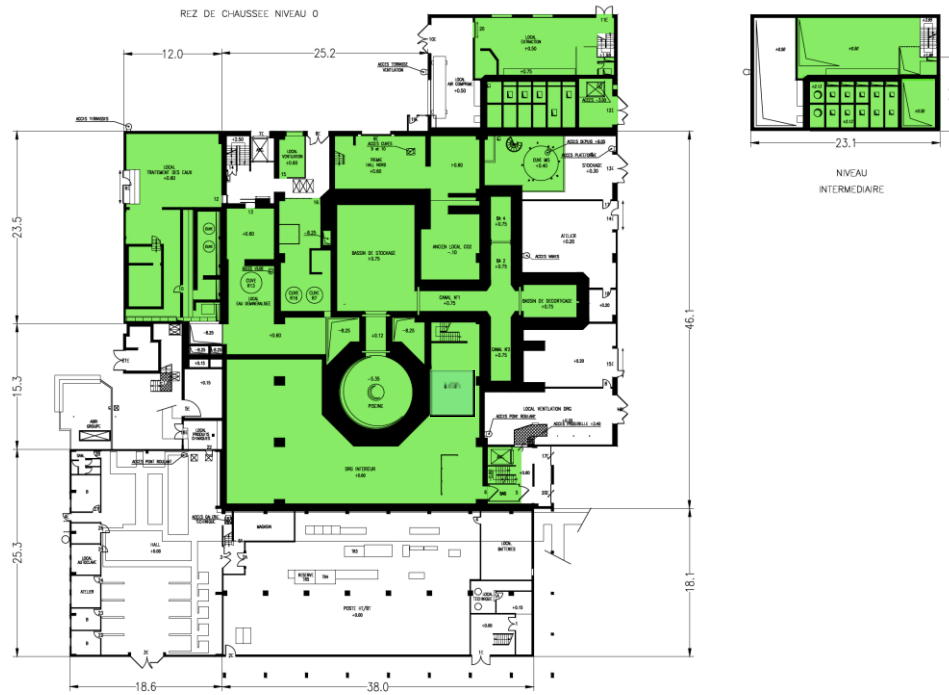


Figure 19. Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau 0

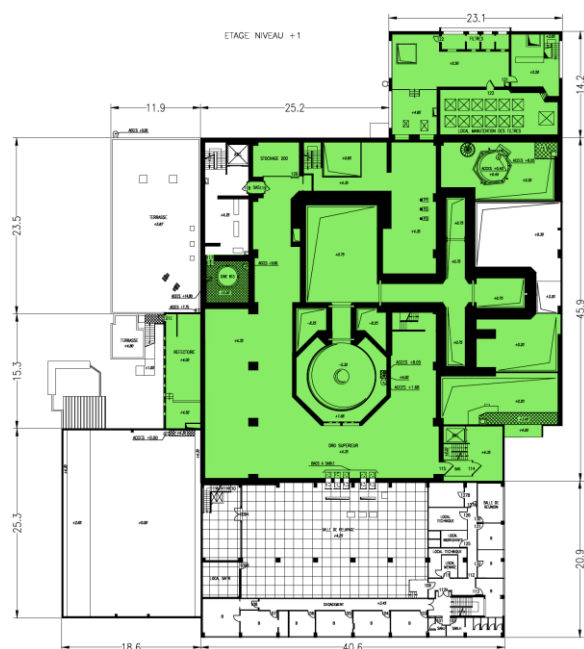


Figure 20. Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N+1

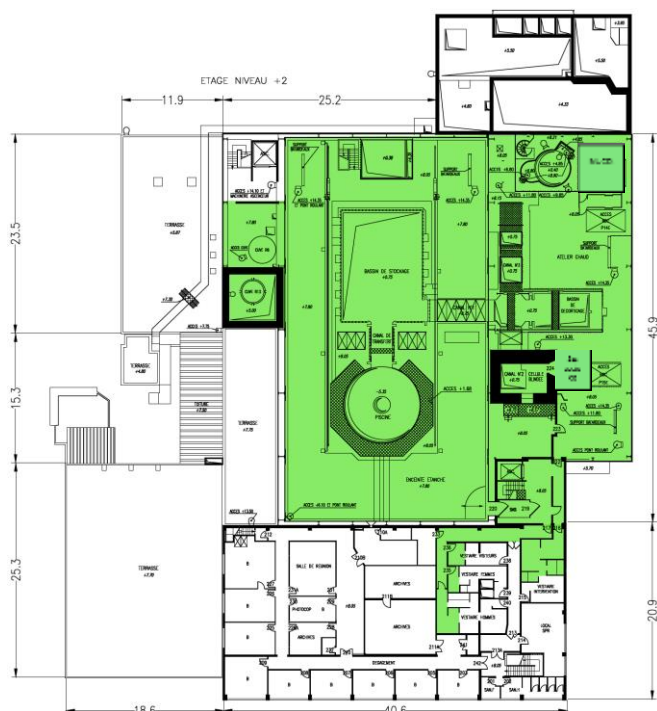


Figure 21. Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – niveau N+2

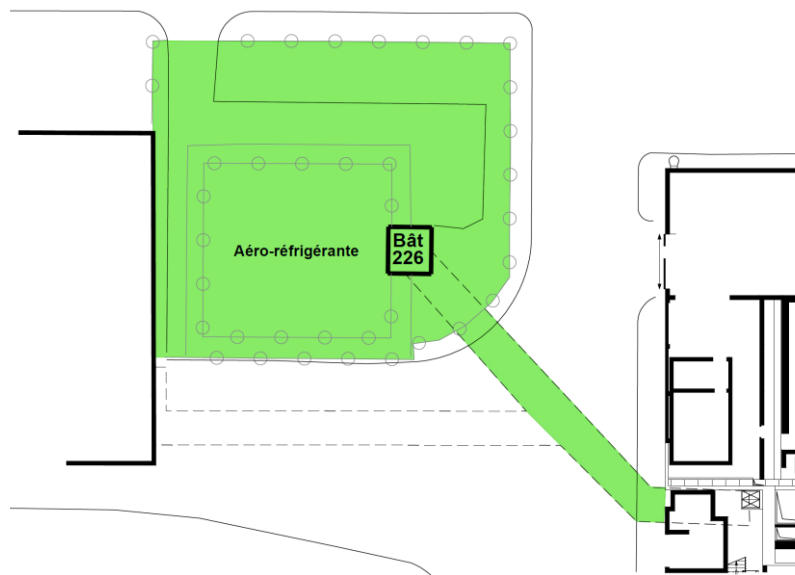


Figure 22. Zones concernées par des opérations de démantèlement et/ou d'assainissement (en vert) – Zone extérieure de l'aéroréfrigérant

### C.2.3 Étape 1 : finalisation des OPDEM (opérations de traitement et d'évacuation des combustibles sans emploi) et diminution du terme source de l'installation

L'objectif de cette première étape est la diminution du terme source de l'installation PEGASE et la poursuite des OPDEM non achevées.

Finalisation des OPDEM :

- ✱ Évacuation des combustibles sans emploi (CSE) entreposés dans la piscine de PEGASE (DECAP).

Les principales opérations sont les suivantes :

- transfert des conteneurs AA173/AA241 contenant le combustible sans emploi entreposés en piscine vers la cellule blindée,
- poinçonnage des conteneurs AA173/AA241,
- découpe du couvercle des conteneurs AA173/AA241 pour extraction de l'étui interne AA161,
- poinçonnage de l'étui interne AA161 pour séchage si besoin,
- mise en place d'un collier équipé d'un filtre métallique qui sera positionné au niveau du trou de poinçonnage
- constitution d'un conteneur CASCAD C3L avec 3 étuis internes AA161,
- soudage du couvercle du conteneur C3L, puis sortie du conteneur C3L de cellule blindée après test étanchéité,
- chargement des conteneurs C3L dans un emballage de transport TN-MTR et évacuation vers CASCAD.

### Évacuation du terme source restant de l'installation :

- ✖ Désentreposage et évacuation des éléments béryllium (Be) : les 35 éléments présents seront repris en piscine, placés sous eau dans un emballage de transport TN/MTR, puis évacués de l'installation PEGASE et transportés jusqu'à l'installation ISAI du centre de Marcoule pour y être reconditionné, soit :
  - pour un entreposage dans l'installation DIADEM du centre de Marcoule,
  - dans un emballage d'entreposage spécifique.

Cette opération sera réalisée dès que les installations ISAI et DIADEM seront disponibles.

- ✖ Désentreposage des éléments carbure de bore ( $B_4C$ ) : ces éléments actuellement entreposés dans 3 étuis dans la piscine feront l'objet d'un chargement en emballage de transport (type IR200 ou autre) via la cellule blindée de l'installation PEGASE, puis transportés vers l'INB PHENIX du centre de MARCOULE pour entreposage avec les autres  $B_4C$  de PHENIX.
- ✖ Évacuation des éléments activés de structure métallique : ces pièces en acier, d'une masse totale d'environ 1,3 tonnes, entreposées dans un casier entreposés dans la piscine du hall bassin, sont issues du démontage du cœur du réacteur PEGASE. Elles nécessitent pour la majorité une réduction de volume (découpe à froid par cisaille et/ou découpe par point chaud).

Concernant l'évacuation des éléments activés de structure métallique, des campagnes de mesure ont été réalisées entre 2007 et 2008, complétées par des mesures effectuées en 2015 et 2019.

Les archives permettent de définir les principales natures physico-chimiques des pièces :

- AG3 N.E.T (alliage à base d'aluminium),
- acier inoxydable de type Z12 – C13,
- acier inoxydable de type AP X 100,
- Indium – Cadmium – Argent (barres d'absorbant neutronique),
- acier inoxydable 304L.

Les seuls radionucléides susceptibles d'être présents en quantité importante dans ces déchets métalliques irradiants sont par ordre d'importance :

- le  $^{60}Co$ , le  $^{63}Ni$  et le  $^{59}Ni$  pour les morceaux en acier inoxydable,
- le  $^{60}Co$  pour les morceaux en AG3 N.E.T,
- le  $^{60}Co$  et l' $^{108}Ag$  pour les absorbants en AIC.

La figure ci-dessous synthétise le scénario envisagé pour leur reprise, conditionnement et évacuation :

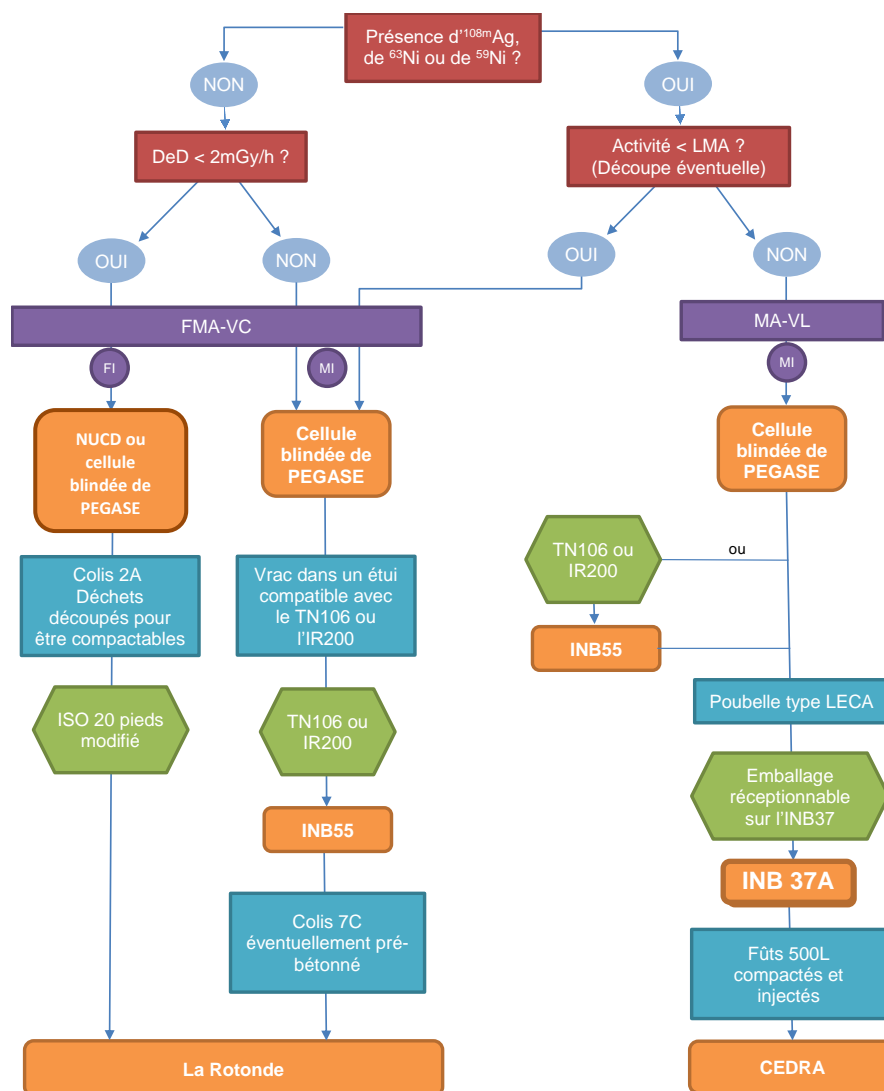


Figure 23. Scénario envisagé pour la reprise, le conditionnement et l'évacuation des déchets métalliques activés entreposés dans l'installation PEGASE

Le scénario envisagé est susceptible d'évoluer en fonction des capacités de reprise des installations concernées.

### C.2.4 Étape 2 : démontage des procédés et de leurs utilités ; consolidation de l'état radiologique du génie civil et des sols

Cette deuxième étape consiste à déposer l'ensemble des procédés présents au sein du périmètre de l'installation PEGASE et à consolider, à la suite de ces opérations, l'état radiologique du génie civil et des sols. Les opérations de dépose suivantes sont réalisées :

- \* Le démantèlement de l'aéroréfrigérant,
- \* Le découplage PEGASE-CASCAD et le démantèlement des équipements présents au niveau de la galerie technique.
- \* La vidange de la piscine, des bassins ainsi que des cuves et des rétentions présentes sur l'installation PEGASE,



- ✘ Le démantèlement de la piscine et des bassins d'entreposage,
- ✘ Le démantèlement des réseaux d'effluents suspects et actifs,
- ✘ Le démontage du circuit des eaux (tuyauteries, cuves et rétention) et des stations d'épuration,
- ✘ L'évacuation des résines échangeuses d'ions des stations d'épuration,
- ✘ Le démantèlement de la cellule blindée,
- ✘ Le démontage du procédé de désentreposage des fûts de sous-produits plutonifères,
- ✘ La dépose et l'évacuation de tous les équipements restants.

### C.2.5 Étape 3 : assainissement et démantèlement de l'ensemble des utilités générales et installations techniques auxiliaires

Après l'évacuation des procédés et l'assainissement des parois de la piscine et des bassins d'entreposage, de la cellule blindée, des bassins de vidange et de la cuve à effluents suspects pour atteindre des niveaux compatibles avec un déclassement en zone non délimitée et zone non contaminante la nécessité d'une ventilation nucléaire n'est plus pertinente, de même que les surveillances et alarme afférentes.

Les opérations à réaliser dans le cadre de cette étape sont les suivantes :

- ✘ La dépose et l'évacuation de la ventilation nucléaire et de la ventilation industrielle,
- ✘ La mise en place d'une ventilation nucléaire simplifiée pour permettre l'assainissement GC final des locaux,
- ✘ La dépose et l'évacuation des moyens de surveillance et la mise en place des moyens mobiles nécessaires,
- ✘ La simplification du réseau électrique général. Le local HT/BT, qui fournit les alimentations électriques de l'installation PEGASE et CASCAD n'est pas prévu d'être démantelé.

### C.2.6 Étape 4 : assainissement des structures

La méthodologie d'assainissement des structures GC envisagées pour l'installation PEGASE est explicitée au § C.9.

### C.2.7 Étape 5 : remise en état des sols (si nécessaire)

Le déclassement de l'installation peut s'accompagner, si nécessaire, de la réhabilitation des sols. L'objectif de réhabilitation des aires extérieures est choisi au travers d'une démarche analytique. Celle-ci consiste à comparer diverses stratégies en regard d'un certain nombre de critères (radiologiques, économiques, environnemental...) afin de mettre en évidence la solution la plus adaptée, eu égard à ces critères :

- ✘ Dans un premier temps, le retrait complet des substances chimiques/radioactives sera étudié. Cet « assainissement complet » constitue l'option de gestion de référence selon les

recommandations du guide de l'ASN n° 24,

- \* Si l'assainissement complet n'est pas réalisable dans des conditions technico-économiques raisonnables, une démarche d'optimisation appelé « assainissement poussé » est mise en œuvre pour atteindre un état final conduisant à un impact résiduel compatible avec les usages.

Il en découle un plan de gestion des sols. Le début de ces opérations est soumis à l'approbation de l'ASN.

A priori, le déclassement de l'installation PEGASE ne sera pas accompagné de cette étape de réhabilitation. En effet les événements recensés (Cf. § C.1.2) ne devraient pas avoir conduit à la contamination des sols sous les bâtiments de plus, les caractérisations radiologiques et chimiques menées dans le cadre du réexamen périodique de l'installation PEGASE de 2017 concluent à l'absence de marquage chimique et radiologique des aires extérieures de PEGASE .

### C.3 Échéancier envisagé, durée des opérations

L'échéancier envisagé avec la durée de chaque opération sur la période 2017-2065 est donné dans le synoptique suivant :

Dates prévisionnelles	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2050	2060	2065
Dossier de démantèlement de PEGASE			◆ Dépot du dossier de démantèlement partiel									◆ Décret de démantèlement partiel de l'INB 22															
OPDEM PEGASE																											
DEM PEGASE																											
CASCAD																											

Figure 24. Chronologie des opérations du démantèlement de PEGASE

Les durées présentées intègrent des provisions pour risques délais.

Les dates clefs sont :

- \* 2019 : dépôt du dossier de démantèlement partiel,
- \* 2023 : arrêt définitif de l'installation PEGASE,
- \* 2027 : entrée en vigueur du décret de démantèlement partiel de l'INB 22,
- \* 2028 : envoi du dossier de demande de modification non substantielle travaux de découplage CASCAD,
- \* 2030 : fin évacuation des combustibles sans emploi, des étuis B4C et des éléments béryllium,

- × 2035 : fin évacuation des éléments activés de structure métallique, ce qui constitue la vacuité de l'installation PEGASE,
- × 2035 : fin des travaux de découplage PEGASE-CASCAD,
- × 2065 : fin du démantèlement de l'installation PEGASE.

## C.4 Description des travaux qu'il est prévu d'effectuer

Les opérations de démantèlement de l'installation PEGASE de l'INB 22 ont pour objectif de vider et assainir les bâtiments associés, et d'obtenir un état radiologique permettant de déclasser ces lieux au titre du zonage « déchets ».

Pour chaque zone d'intervention, des opérations préalables seront menées pour favoriser :

- × le cheminement du personnel,
- × le cheminement du matériel, des conteneurs de déchets et des déchets à destination de leurs zones de conditionnement respectives,
- × le transfert des conteneurs de déchets dans le périmètre de l'installation, suivant les documents applicables dans l'installation.

Dans le but :

- × d'évacuer les équipements encore présents,
- × de déposer et évacuer tous les circuits de fluides procédés et de fluides auxiliaires, les câbles électriques,
- × de déposer et évacuer tous les réseaux de ventilation en fonction de l'avancement des travaux,
- × de procéder à l'assainissement de toutes les parois (sols, murs, plafonds) en vue d'atteindre un état radiologique équivalent à l'état final,
- × de déposer et/ou remplacer les utilités (ventilation, éclairage, accès...) par de nouveaux équipements.

Les opérations de démantèlement sont réalisées en mettant en œuvre :

- × des procédés de découpe (les procédés de découpe mécanique à froid seront privilégiés),
- × des aménagements de chantiers avec notamment des sas permettant de délimiter une zone devant être confinée lors d'opérations d'assainissement ou de démantèlement,
- × des moyens de manutention supplémentaires lorsque cela est nécessaire.

Elles sont réalisées par bâtiments, locaux ou par procédé et pour les bâtiments, par étages. La chronologie des travaux a été déterminée lors des études de définition et est présentée dans le §C.2.2.

### C.4.1 Aménagement général de l'installation pour le démantèlement

En préalable à la réalisation des différentes opérations de démantèlement et d'assainissement, des aménagements généraux à l'installation doivent être réalisés.

Les vestiaires actuels de l'installation seront utilisés.

Ces aménagements consistent à :

- ✗ Aménager les chemins de circulation du personnel et du matériel (itinéraires particuliers, moyens de contrôle, ...) afin de réduire les risques de chutes ou de heurts,
  - ✗ Aménager les circuits d'évacuation des déchets (pré-conditionnement, zone de transit, entreposage tampon sur les chantiers ...),
  - ✗ Aménager des zones d'entreposage des déchets en attente d'évacuation :
- ✓ L'emplacement N°1 (cf. Figure 25) est une zone extérieure d'entreposage des déchets TFA contrôlés et en attente de l'évacuation. Cet emplacement permettra d'entreposer les colis de déchets TFA produits à l'intérieur de l'installation PEGASE et les colis de déchets TFA issus du démantèlement de l'aéroréfrigérant, de la galerie technique et des locaux extérieurs. La surface assignée à l'entreposage au niveau de l'emplacement N°1 (zone d'entreposage TFA extérieure) est d'environ 200 m<sup>2</sup> au sol, permettant l'entreposage d'environ 80 colis de déchets TFA. Afin de protéger les colis de déchets des intempéries, les colis de déchets au niveau de l'emplacement N°1 (50 m<sup>2</sup>) seront entreposés sous une structure métallique légère recouverte d'un bardage métallique.
  - ✓ L'emplacement N°2 (cf. Figure 26) est la zone d'entreposage des déchets FMA-VC et MA-VL contrôlés et en attente d'évacuation. La capacité maximale de cet entreposage est de 50 colis 870 L. Une partie de la zone de la galerie des pompes et des casemates sera également allouée à l'entreposage des quarts de paniers (paniers constituant les colis 7C).

Les figures ci-dessous proposent un exemple d'aménagement des zones pour la gestion des déchets nucléaires :



**Emplacement N°1 :  
Entreposage TFA  
extérieur**

Figure 25. Emplacement identifié pour l'entreposage des déchets TFA (extérieur)

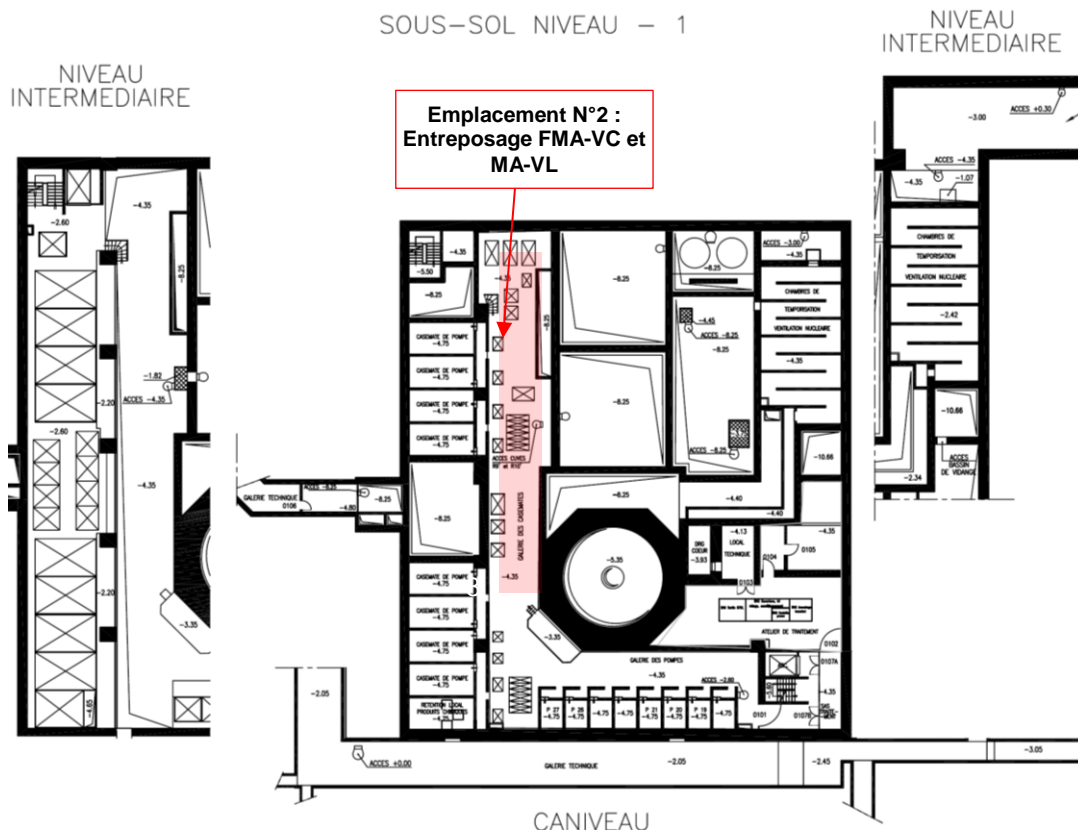


Figure 26. Emplacement identifié pour l'entreposage des déchets FMA-VC et MA-VL (galerie des pompes et des casemates, niveau -1)

### C.4.2 Démantèlement de l'aéroréfrigérant

L'aéroréfrigérant et ses équipements sont situés à l'extérieur du bâtiment PEGASE. Il est composé de deux aérothermes supportés par une structure métallique.

Lors de cette opération, l'aéroréfrigérant et ses équipements sont démantelés et évacués. La dalle sur laquelle l'aéroréfrigérant est positionnée sera également retirée.

### C.4.3 Découplage PEGASE/CASCAD

Le découplage de l'installation CASCAD vis-à-vis de l'installation PEGASE, permettant de limiter la dépendance de CASCAD en matière de servitudes et d'utilités conduit à la réalisation des travaux suivants :

- ✘ installation d'une cuve suspecte et canalisations raccordées au REI du Centre de Cadarache, et création d'une aire de dépotage de la cuve suspecte dans le cas où les effluents ne respecteraient pas les conditions de rejet dans le REI : la cuve suspecte sera installée dans la « salle de bal » au 1<sup>er</sup> sous-sol de CASCAD. Cette implantation se justifie par la proximité avec le sas camion (juste au-dessus) pour faciliter le raccordement pour un dépotage par camion-citerne, et la galerie technique à l'ouest pour faciliter le raccordement au REI.
- ✘ construction d'un émissaire associé à la ventilation nucléaire de CASCAD : l'émissaire sera

installé au niveau du bâtiment 226. Cet émissaire rejettera les rejets de CASCAD actuellement rejetés par l'émissaire de PEGASE. Cette implantation se justifie par sa communication existante directe avec galerie technique dans lequel transite la gaine de ventilation, son positionnement après le DNF et le piquage de la surveillance radiologique de la ventilation d'extraction de CASCAD. Les appareils de radioprotection de la surveillance radiologique de l'émissaire seront implantés dans la salle de bal (sous-sol de CASCAD).

#### C.4.4 Démantèlement des équipements de la galerie technique

Lorsque le découplage PEGASE - CASCAD aura été réalisé, les équipements présents au niveau de la galerie technique pourront être démantelés.

Cette opération consiste donc à démanteler et évacuer l'ensemble des utilités suivantes :

- × le réseau d'effluents suspects provenant de l'installation CASCAD,
- × le réseau de ventilation d'extraction de l'installation CASCAD venant se raccorder sur la cheminée de la ventilation nucléaire de l'installation PEGASE.

#### C.4.5 Vidange de la piscine, des bassins et des tuyauteries

Lors de ces opérations, la piscine, les bassins d'entreposage et les tuyauteries du circuit des eaux sont vidangés par les réseaux existants de l'installation, ainsi que par des moyens de vidange complémentaires (fin de vidange de la piscine). En regard des volumes à vidanger (environ, 2 000 m<sup>3</sup>) et de la capacité de la cuve R12 (240 m<sup>3</sup> de capacité, mais seulement 40 m<sup>3</sup> en exploitation), un by-pass de la cuve R12 sera réalisé, permettant un transfert direct au réseau d'effluents industriels.

Pour l'eau résiduelle de fond de piscine, estimée à environ 255 m<sup>3</sup>, une pompe de type vide-cave sera installée en fond de piscine pour permettre la vidange de la rétention en fond de piscine. Ces effluents résiduels de fond de piscine pourront transiter soit par la cuve R12, selon les modalités actuellement en vigueur sur l'installation de transfert au REI soit par le by-pass de la cuve R12.

À ce jour, ces effluents sont compatibles (radiologiquement et chimiquement) avec le réseau d'effluents industriels. Lors des opérations de vidange, une prise d'échantillon sera réalisée après brassage pour analyse chimique et radiologique afin de confirmer l'acceptabilité de ces effluents au REI. S'ils ne sont pas acceptables au réseau d'effluents industriels, ils seront traités comme effluents actifs.

#### C.4.6 Démantèlement de la piscine et des bassins

À la suite des opérations de vidange, les cuvelages constituant la piscine et les bassins peuvent être découpés et évacués.

Les actions réalisées lors de cette opération consistent à :

- × déposer le cuvelage le plus récent (mis en place suite au réaménagement de la piscine pour la fonction d'entreposage),

- \* caractériser <sup>4</sup> puis retirer le béton coulé par-dessus « l'ancien » cuvelage afin de mettre à niveau le fond de la piscine de l'ancien réacteur PEGASE pour permettre l'entreposage,
- \* déposer « l'ancien » cuvelage.

Une fois les cuvelages retirés, les parois béton de la piscine et des bassins sont assainies (Cf. § C.4.17).

### C.4.7 Démantèlement des circuits des eaux

À ce stade des opérations, le circuit des eaux a déjà été vidangé. Cette opération consiste à déposer, découper et évacuer l'ensemble des éléments (cuves, tuyauteries, pompes...) constituant le circuit des eaux.

### C.4.8 Démantèlement du circuit des effluents

Lors de cette opération, l'ensemble des éléments (cuves, tuyauteries, pompes...) constituant le circuit des effluents suspects et le circuit des effluents actifs sont déposés, découpés et évacués.

Les effluents suspects présents au niveau de la cuve à effluents suspects sont dirigés vers le réseau d'effluents industriels du Centre après la prise d'un échantillon et le contrôle radiologique et chimique afin de confirmer leur acceptabilité au REI. S'ils ne sont pas acceptables au réseau d'effluents industriels, ils seront traités comme effluents actifs.

Les effluents actifs sont collectés via le réseau de l'installation et transférés par l'intermédiaire de camions citernes vers l'installation AGATE sur le Centre CEA Cadarache ou la station de traitement des effluents liquides (STEL) du Centre CEA de Marcoule, pour traitement après contrôle radiologique et chimique.

### C.4.9 Démantèlement des stations d'épuration

Après la vidange des eaux de la piscine et des bassins, les deux stations d'épuration sont démantelées :

- \* l'« ancienne » station d'épuration datant de la construction du réacteur en 1961,
- \* la « nouvelle » station d'épuration installée aux alentours de l'année 2003.

Cette opération vise à déposer, découper et évacuer les équipements (tuyauterie, pompes...) constituant le station d'épuration.

Les résines échangeuses d'ions dites « anciennes résines » issues de l'ancienne station d'épuration sont mises en sécurité dans leur échangeur et entreposées dans une zone dédiée de l'installation en attendant l'ouverture d'une filière d'évacuation. Les résines échangeuses d'ions dites « nouvelles

---

<sup>4</sup> *A priori*, ce béton pourrait soit partir en conventionnel (si vérification d'absence de fuite au niveau du cuvelage supérieur), soit en déchet TFA : ce béton a en effet été mise en place à la suite des opérations d'assainissement de fond de piscine, dans le cadre du démantèlement du bloc réacteur PEGASE, et avant la mise en place du nouveau cuvelage supérieur. Il est donc normalement exempt de contamination lors de sa mise en place initiale.

résines » issues de la nouvelle station d'épuration sont évacuées vers leur exutoire (installation TIRADE) au fur et à mesure en colis de déchets selon les besoins d'exploitation.

#### C.4.10 Démantèlement de la cellule blindée

À la suite de l'évacuation des combustibles sans emploi, des étuis B4C, des éléments Be et des éléments activés de structure métallique, la cellule blindée est démantelée et assainie.

Les actions réalisées lors de cette opération consistent à déposer et évacuer les équipements présents au sein de la cellule blindée (qui auront servi aux opérations DECAP et à la reprise des matériaux irradiants), les puits d'entreposage à sec, le hublot et le cuvelage.

L'état radiologique en cellule blindée permettra un démontage mécanique au contact des équipements installés en cellule blindée pour le procédé DECAP. La mise au gabarit pour leur évacuation dans les filières déchets sera réalisée soit dans la cellule blindée ou soit dans la NUCD.

Après le retrait des équipements et du cuvelage, les parois de la cellule blindée sont assainies.

#### C.4.11 Démantèlement du procédé de désentreposage des fûts plutonifères

Cette opération consiste à démanteler les ateliers ayant été utilisés lors des opérations de désentreposage des fûts plutonifères de l'installation PEGASE. Les ateliers où les opérations de démantèlement sont réalisées sont les suivants :

- \* ateliers de désentreposage simplifié et complet,
- \* atelier de mesure et de caractérisation,
- \* atelier de traitement (chaîne de 10 BAG),
- \* caissons de transfert permettant le transfert des fûts.

L'ensemble des utilités associées au procédé de désentreposage est démantelé dans des opérations spécifiques :

- \* la ventilation nucléaire du procédé est déposée dans l'opération de simplification de la ventilation nucléaire historique (cf. § C.4.14) ou dans l'opération de démantèlement de la ventilation historique simplifiée (cf. § C.4.18) selon les opérations de simplification qui seront effectuées,
- \* le réseau électrique est déposé dans l'opération de simplification du réseau électrique (cf. § C.4.16),
- \* les autres utilités sont déposées dans l'opération d'évacuation des équipements restants (cf. § C.4.12).

#### C.4.12 Évacuation des équipements restants

Les opérations d'évacuation des équipements restants consistent à évacuer les équipements « hors procédé » présents au sein de l'installation PEGASE. Ces équipements sont :



- × le pont roulant 20 T du hall bassin,
- × le pont roulant de la piscine,
- × les voies de roulement des ponts roulants,
- × l'ensemble des moyens de manutention présents dans l'installation,
- × les batardeaux,
- × les casiers et paniers d'entreposage en piscine,
- × les perches de manutention,
- × la Nouvelle Unité de Conditionnement des Déchets (NUCD),
- × l'Unité de Conditionnement des Déchets (UCD) dans les DRG,
- × les équipements du mobilier (chaise, établi, armoire de rangement, bureau, étagère ...) identifiés comme non restants.

#### C.4.13 Démantèlement de la ventilation industrielle

Le système de ventilation industrielle ne possède pas de liaison fonctionnelle avec le système de ventilation nucléaire. Les locaux « nucléaires » sont traités exclusivement par le système de ventilation nucléaire.

Ainsi, le réseau de ventilation industrielle est démantelé de manière indépendante du réseau de ventilation nucléaire.

#### C.4.14 Simplification de la ventilation nucléaire historique

Après évacuation des procédés (circuit des eaux, circuits des effluents suspects et actifs, procédé de désentreposage des fûts plutonifères...) et l'assainissement des parois de la piscine et des bassins d'entreposage, de la cellule blindée, des bassins de vidange et de la cuve à effluents suspects pour atteindre des niveaux compatibles avec un déclassement en zone non délimitée et zone non contaminante, la ventilation nucléaire historique de l'installation est simplifiée de manière à conserver uniquement un réseau de ventilation suffisant pour les opérations suivantes (assainissement GC, dépose des moyens de surveillance et simplification du réseau électrique).

Pour la réalisation des opérations de simplification du réseau de la ventilation historique, une ventilation de chantier (ventilation provisoire) est mise en place.

L'objectif de la simplification de la ventilation historique est de :

- × minimiser les travaux de démantèlement après assainissement,
- × permettre l'accessibilité au maximum des surfaces en vue de l'assainissement GC selon la catégorisation des surfaces.

La ventilation simplifiée sera dimensionnée pour la réalisation des opérations futures, c'est-à-dire pour les opérations d'assainissement GC des locaux et les opérations de dépose des moyens de surveillance et de simplification du réseau électrique.

#### C.4.15 Dépose des moyens de surveillance

Lorsque les opérations de démantèlement et les opérations d'assainissement des procédés auront été réalisées, il n'est plus nécessaire de conserver l'ensemble des moyens de surveillance. Les moyens de surveillance de l'installation PEGASE seront alors déposés ou transférés sur d'autres installations pour réutilisation.

Des moyens de surveillance mobiles seront mis en place afin de réaliser les opérations restantes et la surveillance nécessaire jusqu'au déclassement de l'installation PEGASE.

#### C.4.16 Simplification du réseau électrique

Lorsque les opérations de démantèlement et d'assainissement des procédés ont été réalisées, il n'est plus nécessaire de conserver la totalité du réseau électrique de l'installation. Cette opération consiste à déposer et évacuer l'ensemble des équipements électriques sans emplois sur l'installation (chemin de câbles, câbles électriques, coffrets électriques, armoires électriques...).

L'alimentation de puissance normale de l'installation PEGASE vers l'installation CASCAD est maintenue.

#### C.4.17 Assainissement du génie civil

Une note méthodologie d'assainissement permet de définir la catégorisation des différentes surfaces des locaux de l'installation classés ZC.

En fonction de la catégorisation de ces surfaces, un traitement type défini dans la méthodologie d'assainissement (dépoussiérage, écroutage...) sera réalisé (Cf. §C.9).

#### C.4.18 Démantèlement de la ventilation historique simplifiée et mise en place d'une ventilation de surveillance

Lorsque l'ensemble de l'installation a été assaini, la ventilation historique simplifiée peut être démontée. En parallèle, une ventilation de surveillance est mise en place jusqu'au déclassement de l'installation PEGASE.

La dépose de l'émissaire de rejet est soumise à l'obtention de l'autorisation de déclassement de l'installation PEGASE.

Après déclassement, un renouvellement de l'air doit être toujours assuré afin de palier la problématique radon au sein de l'installation (sous-sol des bâtiments).

#### C.4.19 Cartographie finale

En fin d'opération, des contrôles radiologiques de l'installation seront réalisés afin de vérifier l'atteinte

des objectifs radiologiques fixés préalablement aux opérations. Ces contrôles seront réalisés sous la forme de cartographies radiologiques sur les surfaces de structures de génie civil assainies.

Elles seront réalisées à l'aide d'appareils adaptés aux rayonnements à mesurer et pourront être complétées par des prélèvements d'échantillons qui seront envoyés en laboratoire afin de réaliser des analyses complémentaires.

L'ensemble de ces contrôles radiologiques garantit l'atteinte des objectifs de propreté définis dans la méthodologie d'assainissement en amont des opérations d'assainissement.

#### C.4.20 Repli final

Lors du repli final, les derniers matériels encore présents qui ont été utilisés pour le démantèlement ou l'assainissement de l'installation PEGASE sont évacués.

Les accès au bâtiment sont fermés et les différentes zones sont mises en sécurité par balisage. Les zones de circulation sont délimitées et les chemins de rondes sont sécurisés, un ragréage des sols est effectué si nécessaire.

Des moyens de surveillance adaptés aux risques résiduels sont mis en place.

### C.5 Identification des nouveaux équipements à construire et des principaux procédés associés

À l'heure actuelle, les équipements à construire, nécessaire au démantèlement, sont les suivants :

- × ensemble du procédé de reconditionnement des combustibles sans emploi (projet DECAP),
- × zone d'entreposage extérieur des déchets TFA (abri de la zone).

Pour les besoins des opérations d'assainissement et de démantèlement des équipements et du génie civil de l'installation PEGASE, les sas de confinement et les équipements de manutention complémentaires et nécessaires à ceux existants seront installés dans les locaux.

### C.6 Identification des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement

#### C.6.1 Objectifs de sûreté

La nature des risques, analysés et pris en compte pour l'état initial et au cours des opérations de démantèlement de l'installation, découle des opérations d'exploitation. Le niveau de ces risques est différent et évolue au fur et à mesure du démantèlement.

Ces risques sont les risques nucléaires (risque de dissémination de matières radioactives, risque d'exposition externe...) et les risques non nucléaires d'origine interne ou externe (risque lié à la manutention, risque d'incendie, risque lié à l'usage de produits chimiques, risque électrique...).

La démarche de sûreté est basée sur des méthodes déterministes analytiques traitant de chaque risque interne ou externe identifié et en appliquant les principes fondamentaux de la sûreté nucléaire : défense en profondeur, définition des Eléments Importants pour la Protection (EIP) et exigences définies, principes de radioprotection (dont le principe d'optimisation radiologique ALARA).

L'analyse des risques est conduite en plusieurs étapes :

- × identification des risques et de leurs conséquences potentielles,
- × analyse des défaillances afin de caractériser :
  - les moyens de prévention,
  - les moyens de surveillance et de détection,
  - les moyens de limitation des conséquences.

Les aspects liés aux facteurs humain et organisationnel et à la coactivité sont pris en considération dans l'analyse des différents risques.

### C.6.2 Objectifs de radioprotection

La radioprotection est la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, procédures et moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement.

La radioprotection des travailleurs impose notamment aux exploitants d'installations nucléaires de base et aux employeurs d'entreprises extérieures y intervenant de s'assurer que, en dessous des limites réglementaires en vigueur, toutes les expositions individuelles sont maintenues au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques et des facteurs économiques et sociaux, et en tout état de cause, à des valeurs inférieures aux limites réglementaires en vigueur

L'objectif de la radioprotection est de réduire l'exposition globale et individuelle du personnel intervenant tout au long du démantèlement. Cet objectif se décline selon les deux axes ci-après :

- × limiter l'exposition externe à un niveau aussi faible que raisonnablement possible et, en tout état de cause, à des valeurs inférieures aux limites fixées par la réglementation,
- × éviter toute contamination interne des travailleurs.

Cet objectif est mis en œuvre, selon la démarche ALARA, à la conception des opérations, en définissant l'organisation du travail et les moyens adaptés pour limiter la dose pouvant être prise par les intervenants et, en phase de réalisation, pour réduire encore, autant que possible, la dose prise par les intervenants et bien entendu éviter toute contamination interne des travailleurs.

### C.6.3 Objectifs de protection de l'environnement

Une des caractéristiques du démantèlement d'installations nucléaires est la mise aux déchets des équipements et matériaux issus des travaux de démantèlement et d'assainissement

Un des enjeux majeurs associé est la maîtrise des quantités et la gestion de ces déchets, depuis leur production primaire jusqu'aux filières de traitement.

Les principes généraux de la gestion des déchets de l'installation, qui sont appliqués en phase de fonctionnement, seront reconduits pour le démantèlement. Les objectifs à la base de cette gestion sont :

- ✘ la minimisation des volumes de déchets radioactifs produits,
- ✘ le tri des déchets en fonction des filières de gestion définies, pour éviter notamment leur sur-classement,
- ✘ la densification et l'optimisation du remplissage des conteneurs de déchets, afin de réduire le nombre des conteneurs produits,
- ✘ le respect des spécifications de conditionnement, afin de maîtriser les risques liés à la dangerosité des déchets,
- ✘ la limitation des nuisances (bruits, vibration, odeurs, particules et poussières mises en suspension...).

La minimisation des rejets d'effluents gazeux et liquides et la réduction des besoins en ressources (eau, gaz, électricité...) constituent également des axes majeurs de la politique environnementale du CEA et de la démarche de développement durable et de progrès continu.

L'ensemble de ces éléments est intégré dans la séquence ERC de la Pièce 7 « Étude d'impact » du dossier de démantèlement.

La limitation des nuisances (bruits, vibration, odeur, envol de poussières...) est intégrée dans la Pièce 7 Étude d'impact, conformément au chapitre 3 du titre IV de l'arrêté INB.

## **C.7 Consolidation des estimations des quantités et des modalités de gestion des déchets, précision sur les quantités et modalités de gestion des rejets et description de la prise en compte des risques classiques**

### **C.7.1 Consolidation des estimations des quantités des déchets et des rejets**

Les études de définition du démantèlement permettront de consolider les valeurs des masses de déchets produits, les quantités d'effluents liquides et gazeux à rejeter.

À noter que des repérages avant travaux pour la recherche d'amiante et de plomb ont été engagés en parallèle de l'établissement des différentes étapes d'assainissement et démantèlement. Le rapport d'expertise met en évidence la présence d'enduits amiantés dans certains murs/sols de locaux classés ZNC ou ZSRA, ainsi que la présence d'équipements contenant des joints amiantés (principalement sur des gaines de ventilation nucléaires, ainsi que sur des brides de réseaux fluides). L'impact de ces conclusions sur les scénarios de dépose (chantier amiante en sous-section 3 ou 4) et les déchets amiantés générés sera analysé lors de l'étape 2 du logigramme (cf. Figure 12).

## C.7.2 Consolidation des modalités de gestion des déchets et rejets

Les études de définition du démantèlement ont permis de consolider les modalités de gestion des déchets présentées au § B.5.2.

## C.7.3 Processus de tri des déchets

Les colis sont contrôlés radiologiquement (mesure de débit de dose, contrôle d'absence de contamination dans les zones de production).

## C.7.4 Les spectres déchets

L'installation PEGASE en phase de démantèlement se caractérise par plusieurs spectres types de déchets, selon l'origine géographique et /ou l'équipement associé :

- \* le spectre « aéroréfrigérant », applicable aux déchets générés lors de l'opération de démantèlement de l'aéroréfrigérant,
- \* le spectre « atelier fûts », applicable aux déchets générés lors de l'opération de démantèlement du procédé de désentreposage des fûts plutonifères,
- \* le spectre « cellule blindée », applicable aux déchets générés lors de l'opération de démantèlement des équipements de la cellule blindée suite à l'exploitation du procédé DECAP,
- \* le spectre « installation », applicable aux déchets générés par les autres opérations de démantèlement (démantèlement de la piscine et des bassins, démantèlement du circuit des eaux et des circuits des effluents suspects et actifs, démantèlement de la galerie technique, démantèlement de la station d'épuration...).

Chacun de ces spectres est utilisé dans son périmètre associé, pour la gestion des colis de déchets issus des opérations d'assainissement et de dépose d'équipements, et des colis de déchets induits.

## C.7.5 Entreposages

Les zones d'entreposage existantes des colis de déchets induits dans le cadre du fonctionnement de l'INB sont maintenues pour les besoins des opérations d'assainissement et démantèlement.

Ces zones sont constituées :

- \* au niveau 0 :
  - d'une zone d'entreposage de déchets TFA et FMA-VC (local DRG inférieur),
  - d'une zone d'entreposage de déchets DSFI, TFA et FMA-VC (local 6<sup>E</sup>),
  - de deux zones d'entreposage des REI :
    - local 22<sup>E</sup> pour les REI FMA-VC,
    - local 10 pour les REI DSFI,
- \* au niveau +1, d'une zone d'entreposage de déchets TFA et FMA-VC (DRG supérieur),
- \* au niveau +2 :
  - d'une zone TFA et FMA-VC dans le hall bassin,

- de deux zones d'entreposage dans l'ATC :
  - une pour les déchets TFA et FMA-VC,
  - une pour les prélèvements TFA en attente d'analyse,
- ✗ à l'extérieur, d'une zone d'entreposage de déchets TFA et DSFI au nord-ouest de l'installation.

Des zones d'entreposage supplémentaires viendront compléter ces dernières (cf. § C.4.1).

Les zones d'entreposage des déchets conventionnels utilisées en phase de fonctionnement sont maintenues sur toute la durée du démantèlement.

Ces points de collecte sont identifiés sur la figure ci-dessous :

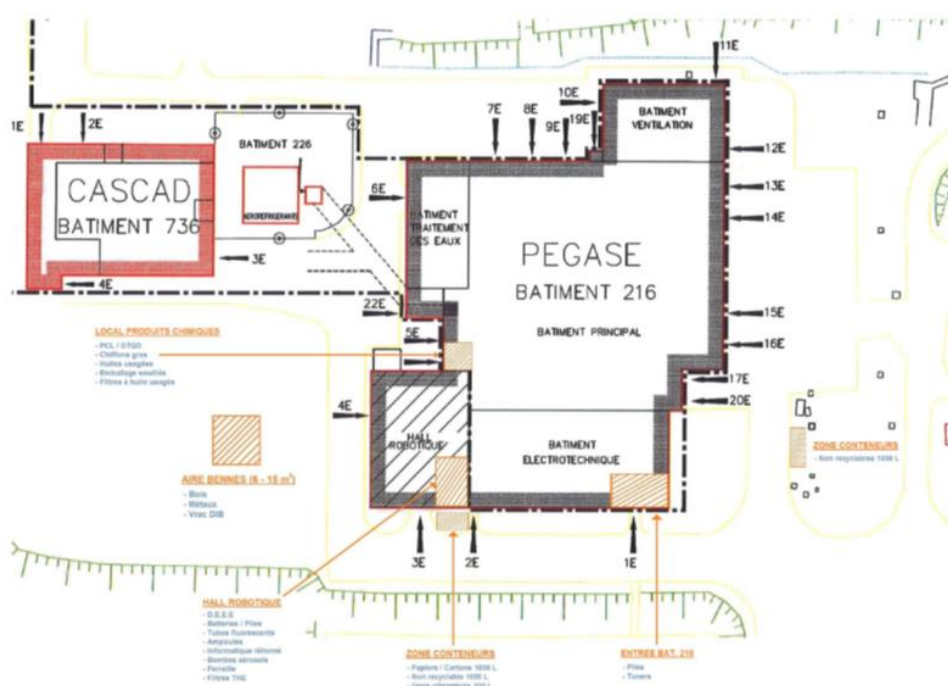


Figure 27. Localisation des points de collecte des déchets conventionnels

### C.7.6 Risques classiques

La spécificité des risques liés à la sécurité, engendrés par les opérations de démantèlement est prise en compte. Les risques considérés sont ceux pouvant induire ou non des conséquences sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement : risque de chute de charge, risque lié au travail en hauteur, risque d'anoxie et d'asphyxie, risque électrique, risque lié à l'amiante, etc.

Les aspects tels que les facteurs organisationnels et humains et la coactivité sont pris en considération dans l'analyse des différents risques.

Les risques conventionnels et la gestion de la coactivité seront gérés de la même manière qu'en phase de fonctionnement.

L'évolution des risques liés aux opérations de démantèlement est détaillée dans la Pièce 9 (Étude de maîtrise des risques) transmise dans le dossier de démantèlement. Des analyses de risques seront systématiquement réalisées avant chaque opération.

## C.8 Présentation des principaux EIP et AIP nécessaires au démantèlement

Les fonctions de protection des intérêts (FPI) sont constituées des fonctions importantes pour la sûreté nucléaire et de fonctions complémentaires liées aux intérêts autres que la sûreté nucléaire.

La liste des FPI retenues pour l'installation PEGASE est :

- \* maîtrise de la sous-criticité et de la réactivité ;
- \* maîtrise du confinement des matières radioactives ;
- \* maîtrise de l'exposition externe aux rayonnements ionisants ;
- \* maîtrise des gaz explosifs produits par radiolyse;
- \* maîtrise du confinement des substances dangereuses (solides, liquides ou gazeuses) ;
- \* protection des personnes et de l'environnement contre des effets dangereux : effets toxiques par dispersions liquides et/ou aériennes, effets thermiques, de surpression, projectiles;
- \* maîtrise des impacts sur l'environnement.

72

Pièce 3

### C.8.1 Éléments Importants pour la Protection des intérêts (EIP)

Les Éléments Importants pour la Protection (EIP) sont les structures, équipements, systèmes (programmés ou non), matériels, composants ou logiciels présents dans une installation nucléaire de base ou placés sous la responsabilité de l'exploitant, assurant une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée.

Au CEA, trois catégories d'EIP sont définies :

- \* les EIPS : ce sont les EIP liés aux accidents radiologiques,
- \* les EIPC : ce sont les EIP liés aux accidents non radiologiques,
- \* les EIPI : ce sont les EIP liés aux inconvénients.

La liste complète des EIP retenus pour le démantèlement sera détaillée dans le référentiel de sûreté de l'installation en tenant compte de l'évolution des risques de l'installation.

### C.8.2 Activités Importantes pour la Protection des intérêts (AIP)

Les Activités Importantes pour la Protection des intérêts (AIP) mentionnées à l'article L. 593-1 du code de l'environnement sont les activités participant aux dispositions techniques ou d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou susceptible de les affecter.

La liste complète des AIP retenues pour le démantèlement sera détaillée dans le référentiel de sûreté de l'installation en tenant compte de l'évolution des risques de l'installation.



## C.9 Description des méthodologies d'assainissement retenues

### C.9.1 Dispositions génériques d'assainissement du génie civil

La méthodologie d'assainissement envisagée pour l'installation PEGASE s'appuiera sur les recommandations du guide inter-exploitants DPSN/SSN/2011/109EF et prendra en considération le guide de l'ASN n° 14.

La méthodologie d'assainissement repose sur l'élaboration d'un zonage déchets qui prend en compte la présence de radioactivité ajoutée à l'intérieur même des structures durant l'exploitation de l'INB. La limite de la zone à déchets nucléaires dans la structure correspond à l'épaisseur au-delà de laquelle on peut garantir qu'il n'y a pas de radioactivité ajoutée, incluant une marge de précaution. La zone à déchets nucléaires ainsi définie constitue l'épaisseur totale à traiter par enlèvement de matière.

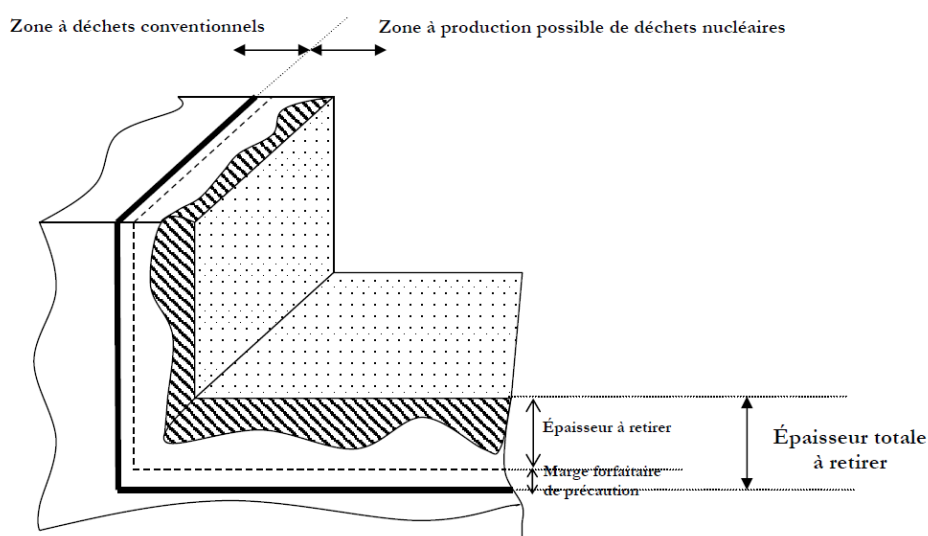


Figure 28. Limite du zonage déchets dans l'épaisseur (extrait du guide ASN n°14)

Cette méthode s'appuie sur la même démarche que pour l'établissement du zonage déchets en fonctionnement, à savoir : la conception de l'installation, ses règles d'exploitation et les événements ayant pu conduire à une contamination ou une activation des structures. Il définit donc une Zone à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN) qui, après assainissement, pourra être définitivement déclassée en Zone à Déchets Conventionnels (ZDC). Cette méthodologie consistera à répartir les zones à déchets nucléaires en quatre catégories de surface, permettant de définir le type de travaux devant être effectués sur le génie civil. Les surfaces des zones à déchets nucléaires ne pouvant être traitées et/ou contrôlées seront déposées (démontage/découpe...) et évacuées en déchets nucléaires.

La démarche utilisée sera décrite dans « Dossier d'Information Relatif à l'Assainissement des Structures » (DIRAS), transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire conformément à l'article 3.6 de l'annexe de la décision n° 2015-DC-0508 du 21 avril 2015 modifiée, avant le démarrage des travaux d'assainissement final.

### C.9.2 Méthodologie d'assainissement des sols (aires extérieures et sous-sols)

La méthodologie d'assainissement des sols s'appuiera sur la méthodologie décrite dans le guide inter-exploitant en date du 20 mai 2019 et prendra en considération le guide ASN n° 24 relatif à la gestion des sols pollués par les activités d'une INB.

Des investigations radiologiques et chimiques autour de l'installation ont été réalisées dans le cadre du réexamen périodique de 2017. D'autres investigations complémentaires pourraient être réalisées. Ainsi, un scénario de référence tel que défini dans le guide n° 24 de l'ASN, avec le retrait total de la pollution chimique et radiologique éventuellement présente, sera étudié.

Si ce scénario est acceptable d'un point de vue technico-économique, il deviendra le scénario d'assainissement des sols de l'installation. Dans le cas contraire, un scénario optimisé sera retenu sur la base du bilan avantage/coût. Il conduira à établir des zones restreintes à assainir.

Les opérations d'assainissement seront conduites selon les dispositions techniques déjà mises en œuvre par le CEA. Les objectifs de propreté radiologique et les critères d'appréciation de l'atteinte de l'état final envisagé seront conformes à ceux retenus pour le bâtiment.

## C.10 Organisation envisagée pour gérer les opérations de démantèlement (effectifs, sous-traitance, organisation...)

Les opérations de démantèlement sont organisées en projet. L'organisation projet comporte un chef de projet, pouvant être assisté de responsables de lot, de chargés d'opérations et de cellules métiers.

Au niveau de l'installation, le chef d'INB est chargé de mettre en œuvre les actions nécessaires à la maîtrise des risques inhérents à son installation dans tous les domaines de la sécurité y compris la gestion des sources de rayonnements, des appareils contenant des sources ainsi que des appareils générateurs de rayonnements. Pour mener à bien ses différentes fonctions, le chef d'INB s'appuie sur un suppléant, qui assure les missions de chef d'INB en cas d'absence, de chargés d'opérations qui réalisent la surveillance des intervenants extérieurs au titre de l'arrêté INB et de personnes en charge des activités transverses (sûreté, sécurité, criticité, qualité, environnement).

Les modalités de transfert des connaissances vers ces entreprises sont présentées au § B.4.2.

La préparation du chantier et la réalisation des travaux se feront en suivant des procédures, modes opératoires et consignes, adaptés aux risques des techniques utilisées. Ces documents seront rédigés par les entreprises extérieures et approuvés par le chef d'INB. Ces documents seront conformes au référentiel de sûreté des opérations de démantèlement de l'installation, approuvé par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Certaines prestations nécessaires au fonctionnement et au contrôle de l'installation sont assurées par des unités rattachées à la direction du Centre du CEA Cadarache.

## C.11 Justificatif des choix techniques du point de vue de la protection des intérêts

Des choix techniques classiques et déjà éprouvés par ailleurs ont été retenus aussi bien à l'égard de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la gestion des déchets, des rejets d'effluents, des risques conventionnels, ainsi que de l'impact environnemental. Ces choix se basent notamment sur le retour d'expérience des opérations de démantèlement conduites précédemment par le CEA.

### C.11.1 Sûreté nucléaire

L'analyse des risques, les contraintes liées aux déchets (filères, emballage, entreposage), aux phasages des opérations seront approfondies à l'issue des études détaillées des chantiers de démantèlement des différents locaux de l'installation PEGASE.

Ces études détailleront les meilleurs scénarii en termes de coût dosimétrique, pénibilité, risques et coût financier en intégrant le REX de l'exploitation et s'il y a lieu les résultats des investigations complémentaires.

Les techniques mises en œuvre auront été éprouvées.

### C.11.2 Radioprotection

La prévention des risques repose sur la mise en place d'une démarche ALARA en déclinaison des préconisations des directives CEA. Cette démarche d'optimisation suit une évaluation de la dosimétrie liée aux opérations effectuées, afin de mettre en place les dispositions matérielles et organisationnelles nécessaires à la limitation de l'exposition.

Les moyens de prévention utilisés incluront notamment des techniques permettant un travail le moins dosant possible et la mise en place de protections biologiques si nécessaire, par le REX d'opérations similaires, ainsi que des essais "à froid" sur maquette pour entraîner les opérateurs, si nécessaire.

### C.11.3 Gestion des déchets

La stratégie de démantèlement choisie vise à optimiser la gestion des déchets.

La flexibilité et la temporisation entre la production des déchets et leur évacuation seront obtenues par la définition de surfaces de transit.

La première étape du démantèlement débutera par le dégagement des espaces stratégiques nécessaires au démantèlement : espace d'entreposage, de caractérisation, de traitement des déchets.

### C.11.4 Incidence sur l'environnement

Le principe de recherche du projet de démantèlement de moindre impact sur l'environnement se décline par la séquence « éviter, réduire, compenser », ou séquence ERC. Cette séquence a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être évitées, et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

La séquence ERC est une démarche itérative, dans laquelle la prise en compte de l'environnement est intégrée le plus tôt possible dans la définition même du projet de démantèlement de façon à conduire à ce qu'il soit le moins impactant possible, de par ses choix techniques et/ou stratégiques. Elle s'applique, de manière proportionnée aux enjeux, à tous types de projets dans le cadre des procédures administratives d'autorisation.

La déclinaison technique de cette séquence est décrite dans la Pièce 7 « Étude d'impact » du dossier de démantèlement.

## D. État final envisagé

### D.1 Présentation et justification de l'état final retenu

#### D.1.1 Objectif état final

L'état final visé à l'issue de l'ensemble des opérations de démantèlement et d'assainissement doit garantir de prévenir les risques ou inconvénients que pourra présenter le site pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, permettant ainsi le déclassement des zonages déchets et radioprotection de l'installation PEGASE et la réutilisation de l'ensemble des zones et structures conservées pour tout type d'activité industrielle, à caractère nucléaire ou non, compte-tenu de la pérennité des activités nucléaires du site de Cadarache.

#### D.1.2 État physique final

À la fin des opérations de démantèlement et d'assainissement, l'état physique final des locaux sera le suivant :

- × les équipements ayant servi au démantèlement seront démontés et évacués,
- × les circuits d'eau et d'air, de gestion des effluents, ainsi que ceux utilisés pour le démantèlement seront déposés et évacués,
- × les réseaux de ventilation seront déposés et évacués,
- × l'émissaire de rejet des effluents gazeux radioactifs de l'installation sera assaini et/ou déposé,
- × les circuits de fluides seront déposés et évacués,
- × les circuits de collecte et d'entreposage des effluents seront déposés et évacués,
- × les moyens de manutention contaminés et/ou activés seront déposés et évacués,
- × les parois et les portes seront assainies,
- × des réseaux électriques permettront d'alimenter un éclairage et les dispositifs de surveillance,
- × les descentes d'eaux pluviales seront maintenues en place,
- × des réaménagements seront réalisés, si nécessaire, pour assurer la sécurité du personnel.

#### D.1.3 État radiologique

L'étape d'assainissement relative au génie civil et éventuellement aux sols conduira à assainir tout ce qui est raisonnablement possible. L'objectif fixé pour l'état radiologique final de l'installation, sauf difficultés particulières évoquées précédemment, est un assainissement des structures permettant le déclassement des zones délimitées en zones non délimitées du point de vue du zonage radioprotection, et le déclassement des zones à déchets nucléaires en zone à déchets conventionnels du point de vue du zonage déchets.

Une cartographie sera réalisée à la fin des opérations afin de s'assurer du respect des objectifs visés.

Compte-tenu du déclassement du zonage radioprotection à l'issue des opérations de démantèlement et d'assainissement, les conditions de circulation du personnel dans les locaux ne seront liées qu'à des contraintes de sécurité classiques.

Dans cette configuration, aucune mesure de surveillance ne sera conservée après assainissement de l'installation, en dehors de celles normalement dévolues à un bâtiment industriel classique.

## D.2 Prévisions d'utilisation ultérieure du site

L'objectif est l'utilisation conventionnelle des bâtiments de l'installation PEGASE. Bien que disposant d'une politique de gestion de son patrimoine, le CEA ne peut prévoir aujourd'hui si les bâtiments de l'installation PEGASE pourraient ou non présenter un intérêt à être réutilisés à cette échéance. Néanmoins, il s'engage à transmettre aux autorités, au plus tard 2 ans avant la date de fin des travaux indiqués dans le décret de démantèlement, le projet de réutilisation.

## D.3 Incertitudes associées à la description de l'état final

L'état actuel de l'installation et des sols permet d'avoir un niveau de confiance élevé quant à la réutilisation des bâtiments maintenus sur pieds.

## D.4 Évaluation de l'impact de l'installation et du site après atteinte de l'état final visé, modalités de surveillance envisagées

### D.4.1 Impact de l'installation et du site après atteinte de l'état final visé

L'objectif est que l'installation démantelée et son terrain d'implantation ne présentent aucun risque pour la santé, la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement pour un usage de type industriel.

La stratégie du CEA repose sur un assainissement aussi poussé que raisonnablement possible avec un impact dosimétrique résiduel acceptable au regard des usages futurs et en tout état de cause inférieur à la valeur guide de l'AIEA de 0,3 mSv/an.

### D.4.2 Modalités de surveillance envisagées

En fin de travaux de démantèlement et d'assainissement, et après acceptation par l'ASN, tous les locaux pourront être déclassés en zones non délimitées (zonage radioprotection) et en zones à déchets conventionnels (zonage « déchets »).

Dans cette configuration, aucune mesure de surveillance radiologique ne sera conservée, mais des moyens de surveillance classique subsisteront afin de maintenir les bâtiments en bon état.

Si le scénario de référence ne pouvait être complètement mis en œuvre, les dispositifs de fixation de la contamination résiduelle feraient l'objet d'une surveillance et de contrôles périodiques : contrôles visuels et mesures d'activité. Des dosimètres seraient également disposés dans plusieurs points de l'installation pour vérifier que le débit de dose ambiant est compatible avec les activités qui seront menées dans les bâtiments.

Des servitudes d'utilité publique pourraient alors être instaurées et viseraient notamment :

- ✕ l'interdiction d'excaver les terres polluées sans contrôle radiologique préalable,
- ✕ la surveillance des eaux,
- ✕ la surveillance radiologique des bâtiments non démolis, ciblée sur les zones présentant une activité radiologique résiduelle.

## Crédits photographiques

---

Photothèque du CEA