



Pièce 9

ETUDE DE MAITRISE DES RISQUES

OCTOBRE 2023

Dossier de Démantèlement de l'installation « Parc d'entreposage des déchets radioactifs » de Cadarache (INB 56)



Sommaire

PREAMBULE.....	7
A. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION	9
A.1- PRESENTATION GENERALE DE L'INB 56.....	9
A.1.1- <i>Objet de l'installation</i>	9
A.1.2- <i>Situation géographique du centre CEA Cadarache</i>	10
A.1.3- <i>Situation géographique de l'INB 56</i>	10
A.1.4- <i>Installations environnantes</i>	12
A.2- ZONE DU PARC D'ENTREPOSAGE	12
A.2.1- <i>Secteur des parties communes du parc</i>	13
A.2.2- <i>Secteur des hangars</i>	13
A.2.3- <i>Secteur des fosses F1 à F6</i>	14
A.2.4- <i>Secteur des piscines P1 à P3</i>	16
A.3- ZONE DES TRANCHEES.....	17
A.3.1- <i>Secteur des tranchées</i>	18
A.3.2- <i>Secteur du hangar TFA (bâtiment 367)</i>	18
B. PRÉSENTATION DU PROJET DE DÉMANTÈLEMENT	19
B.1- PRESENTATION DES TRAVAUX DE REPRISE ET CONDITIONNEMENT DES DECHETS ENTREPOSES	19
B.2- OPERATION A REALISER SUR LE SECTEUR DES HANGARS.....	21
B.2.1- <i>Opérations de RCD (phase A du démantèlement)</i>	21
B.2.2- <i>Opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)</i>	22
B.2.3- <i>Opérations de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)</i>	23
B.3- OPERATIONS A REALISER SUR LE SECTEUR DES FOSSES ANCIENNES (F1 A F4)	23
B.3.1- <i>Opérations de RCD (phase A du démantèlement)</i>	23
B.3.2- <i>Opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)</i>	25
B.3.3- <i>Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)</i>	25
B.4- OPERATION A REALISER SUR LE SECTEUR DES FOSSES RECENTES F5 ET F6	26
B.4.1- <i>Opérations de RCD (phase A du démantèlement)</i>	26
B.4.2- <i>Démontage de l'installation RCD (phases B du démantèlement)</i>	27
B.4.3- <i>Assainissement et déconstruction (phase C du démantèlement)</i>	27
B.4.4- <i>Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)</i>	28
B.5- OPERATION A REALISER SUR LE SECTEUR DES PISCINES	28
B.5.1- <i>Opérations de RCD (Phase A du démantèlement)</i>	28
B.5.2- <i>Dépose des équipements et des procédés d'assainissement des structures de RCD (Phase B du démantèlement)</i>	29
B.5.3- <i>Opérations de déconstruction (phase C du démantèlement)</i>	29
B.5.4- <i>Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)</i>	30
B.6- OPERATIONS A REALISER SUR LE SECTEUR DES TRANCHEES.....	30
B.6.1- <i>Opérations de RCD (phase A du démantèlement)</i>	30
B.6.2- <i>Déroulement des opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)</i>	33
B.6.3- <i>Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)</i>	34
B.7- OPERATIONS A REALISER SUR LE SECTEUR DU HANGAR TFA	34

C.	ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE D'INSTALLATIONS ANALOGUES	35
C.1-	DEFINITION ET ROLE DU RETOUR D'EXPERIENCE (REX)	35
C.2-	REX DE DEMANTELEMENT D'INSTALLATIONS SIMILAIRES EN FRANCE.....	36
C.2.1-	<i>Entreposage de déchets en puits</i>	37
C.2.2-	<i>Entreposage de déchets en alvéoles, en tranchées et sous hangar</i>	38
C.2.3-	<i>Entreposage en piscine</i>	39
C.2.4-	<i>Réhabilitation des zones polluées de la STED du CEA de Grenoble (INB 36/79)</i>	39
C.3-	REX DES INSTALLATIONS SIMILAIRES A L'ETRANGER	41
C.3.1-	<i>Recommandations de l'AIEA</i>	41
C.3.2-	<i>Échanges avec l'étranger</i>	41
D.	PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE RETENUE POUR L'ANALYSE DES RISQUES	43
D.1-	CAS GENERAL	43
D.2-	RISQUES LIES AUX ACTES DE MALVEILLANCE	43
E.	INVENTAIRE DES RISQUES PRESENTS DANS L'INSTALLATION.....	44
E.1-	RISQUES NUCLEAIRES	44
E.2-	AGRESSIONS D'ORIGINE INTERNE	45
E.3-	AGRESSIONS D'ORIGINE EXTERNE.....	46
F.	DISPOSITIONS ENVISAGÉES POUR LA MAÎTRISE DES RISQUES	47
F.1-	RISQUES D'ORIGINE NUCLEAIRE	47
F.1.1-	<i>Risque de criticité</i>	47
F.1.2-	<i>Risque de dissémination radioactive</i>	49
F.1.3-	<i>Risque d'exposition interne</i>	54
F.1.4-	<i>Risque d'exposition externe</i>	57
F.1.5-	<i>Risque de radiolyse</i>	60
F.2-	RISQUES INTERNES D'ORIGINE NON NUCLEAIRE.....	61
F.2.1-	<i>Risque lié à l'émission de projectiles</i>	61
F.2.1-	<i>Risque lié à la défaillance d'équipements sous pression</i>	62
F.2.2-	<i>Risque lié aux collisions et chutes de charge</i>	63
F.2.3-	<i>Risque d'explosion</i>	65
F.2.4-	<i>Risque d'incendie</i>	66
F.2.5-	<i>Risque d'émission de substances dangereuses (risque chimique)</i>	68
F.2.6-	<i>Risque d'inondation</i>	69
F.2.7-	<i>Risque de corrosion</i>	70
F.2.8-	<i>Risque de perte d'alimentation électrique</i>	72
F.2.9-	<i>Risque de perte de la ventilation</i>	73
F.2.10-	<i>Risque de perte de l'alimentation en air comprimé</i>	74
F.2.11-	<i>Risque de perte de l'alimentation en azote</i>	75
F.2.12-	<i>Risque de perte de la surveillance</i>	75
F.2.13-	<i>Risque lié au sodium et aux matières pyrophoriques</i>	76
F.2.14-	<i>Risque lié à la circulation de matériels et du personnel</i>	77
F.2.15-	<i>Risque lié aux Facteurs Organisationnels et Humains</i>	78
F.2.16-	<i>Risque lié à la coactivité</i>	79
F.3-	RISQUES D'ORIGINE EXTERNES	80

F.3.1-	Risque induit par les chutes d'aéronefs	80
F.3.2-	Risque induit par les voies de communication	81
F.3.3-	Risque lié aux installations environnantes.....	82
F.3.4-	Risque lié au séisme	84
F.3.5-	Risque lié à la foudre et interférences électromagnétiques d'origine externe	85
F.3.6-	Risque lié aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes.....	85
F.3.7-	Risque d'incendie d'origine externe	86
F.3.8-	Risque d'inondation d'origine externe	86
F.3.9-	Risque d'éboulement de talus.....	87
G.	ACCIDENTS ENVELOPPES PAR OPÉRATION	89
H.	ACCIDENT DE RÉFÉRENCE	90
H.1-	SCENARIO ET HYPOTHESES	90
H.2-	CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES.....	90
H.3-	CONCLUSION	90

Liste des figures

Figure 1 :	Exemples de colis de déchets entreposés dans l'INB 56	9
Figure 2 :	CEA de Cadarache et implantation des deux zones de l'INB 56	10
Figure 3 :	Vue générale de la zone du parc	11
Figure 4 :	Vue générale de la zone des tranchées	12
Figure 5 :	Vue du secteur des hangars et des colis entreposés	14
Figure 6 :	Vue du dessus de la fosse F1 et de ses aménagements en puits cylindriques	15
Figure 7 :	Vue de face et de profil du gros œuvre des fosses enterrées F1 à F3	15
Figure 8 :	Vue de dessus de la fosse F6 et ventilation associée	16
Figure 9 :	Implantation du secteur des piscines.....	17
Figure 10 :	Vue de la zone des tranchées indiquant l'emplacement des tranchées T1 à T5, des aires d'entreposage externe, et du hangar TFA.....	18
Figure 11 :	Zone du parc d'entreposage	20
Figure 12 :	Zone des tranchées	20
Figure 13 :	Vue générale de l'installation de RCD Vrac-MI	24
Figure 14 :	Vue de la plateforme de manutention de l'ETCMI et de l'enceinte blindée	27
Figure 15 :	Installation possible de RCD des Autres tranchées (T1, T3, T4 et T5)	32
Figure 16 :	Exemple d'appareils de contrôle de la contamination atmosphérique	52
Figure 17 :	Appareil de contrôle de la contamination surfacique du matériel	52
Figure 18 :	Appareil de contrôle de la contamination corporelle du personnel.....	53

Figure 19 : exemple d'appareil de mesure de l'activité volumique.....	53
Figure 20 : Équipement de Protection des Voies Respiratoires (EPVR)	54
Figure 21 : Zonage radioprotection des locaux d'intervention	58
Figure 22 : Dosimètre opérationnel (à gauche) et dosimètre passif (à droite)	59
Figure 23 : Triangle du feu	66

Liste des tableaux

6

Pièce 9

Tableau 1 : Évènements recensés liés à l'entreposage des déchets en puits et actions de l'INB56	37
Tableau 2 : Évènements recensés liés à l'entreposage des déchets en alvéoles, en tranchées et sous hangar et actions de l'INB56.....	38
Tableau 3 : Évènements recensés liés à l'entreposage des déchets en piscine et actions de l'INB56	39
Tableau 4 : Liste des risques nucléaires considérés par secteur de l'INB 56.....	44
Tableau 5 : Liste des agressions d'origine interne considérées par secteur de l'INB 56.....	46
Tableau 6 : Liste des agressions d'origine externe considérées par secteur de l'INB 56.....	46
Tableau 7 : Types de tenues prévues	56
Tableau 8 : Protection individuelles des voies respiratoires	56
Tableau 9 : Tableau de synthèse des accidents enveloppes des différents secteurs de l'INB56 ..	89

Ce document constitue la pièce 9 attachée au dossier de démantèlement de l'INB 56, dans lequel le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives précise et justifie les opérations de démantèlement et les activités de surveillance et d'entretien prévues dans le but du déclassement de l'Installation Nucléaire de Base n° 56 dénommée « Parc d'entreposage des déchets radioactif » sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

Ce document est élaboré conformément aux dispositions de l'article 37-1-I du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié, relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, pris en application de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire. Cette loi fondatrice, dite loi « TSN », a initié la refonte du régime des INB, et a été intégrée, pour la plus grande partie de ses dispositions, dans le Code de l'Environnement.

Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux installations nucléaires de base, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire, qui a été publié postérieurement au dépôt du dossier de démantèlement de l'INB 56, a intégré les dispositions du décret n° 2007-1557 dans le code de l'environnement, et ce à compter du 1er avril 2019. La nouvelle réglementation diffère sensiblement quant aux modalités applicables ainsi qu'au contenu du dossier de démantèlement.

Néanmoins, le V de l'article 13 du décret 2019-190 précise que pour les dossiers de démantèlement déposés entre le 29 juin 2016 et le 1er avril 2019, ce qui est le cas du présent dossier, le dossier à produire comporte les éléments prévus par l'article 37-1 du décret n° 2007-1557 dans sa version antérieure au 1er avril 2019. Ces dossiers sont instruits selon les procédures prévues par l'article 38 du décret n° 2007-1557 dans cette même version. En revanche, le décret de démantèlement est pris dans les conditions prévues par l'article R. 593-69 du code de l'environnement.

Ce document intitulé « Étude de Maitrise des Risques de l'INB 56 », notamment destiné aux consultations locales et aux enquêtes publiques, présente les risques en présence et les moyens de les maîtriser lors des opérations de démantèlement de cette Installation Nucléaire de Base.

Il présente :

- l'inventaire des risques d'origine interne et externe que présentent les travaux liés aux opérations de démantèlement,
- l'analyse des dispositions prises pour prévenir et surveiller ces risques,
- les mesures propres à limiter la probabilité des accidents et leurs effets.

Un Résumé Non Technique accompagne cette Étude de Maîtrise des Risques afin de faciliter la prise de connaissance des informations qu'elle contient.

A. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION

A.1- Présentation générale de l'INB 56

A.1.1- Objet de l'installation

L'INB 56 avait pour vocation principale l'entreposage des déchets solides radioactifs provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations nucléaires situées à l'intérieur ou à l'extérieur du CEA/Cadarache. Ces déchets sont pour la plupart rassemblés en lots unitaires désignés sous l'appellation générique de « colis ». Ces colis sont constitués du déchet radioactif lui-même qui est généralement bloqué ou enrobé dans une matrice, généralement de type liant hydraulique, à l'intérieur d'une ou plusieurs enveloppes (plastiques, métalliques ou en béton), cet ensemble constituant une barrière de confinement.



Figure 1 : Exemples de colis de déchets entreposés dans l'INB 56

Certains déchets ne sont ni bloqués ni enrobés. Il s'agit de certaines catégories de déchets de très faible activité (TFA) ou de déchets radifères, ainsi que de déchets anciens présents dans les hangars, les fosses ou dans les tranchées. Dans ce cas, le conditionnement est en général constitué de poubelles (en acier ou en carton), de conteneurs en acier, de fûts et/ou d'enveloppes vinyle.

En outre, l'INB 56 permettait également l'entreposage sous eau, dans deux piscines, de combustibles nucléaires (Éléments Combustibles Irradiés ou ECI) provenant principalement de la filière uranium naturel graphite gaz (UNGG).

Les principales activités d'exploitation de l'INB 56 en phase de fonctionnement étaient :

- la réception des déchets,
- la manutention des déchets,
- la surveillance des déchets et de l'environnement,
- la maintenance des colis,
- la reprise et l'expédition des déchets (éventuellement après reconditionnement) vers des exutoires autorisés (l'INB CEDRA de Cadarache, Andra, etc.).

A.1.2- Situation géographique du centre CEA Cadarache

L'installation nucléaire de base n° 56 dénommée « Parc d'entreposages des déchets radioactifs » est située sur le Centre de Cadarache du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA).

Le site du CEA de Cadarache est implanté à l'extrémité nord-est du département des Bouches du Rhône, sur la commune de Saint Paul lez Durance, à 15 km de Manosque, 20 km de Pertuis, 30 km d'Aix-en-Provence et 60 km de Marseille. Il est situé au confluent de la Durance et du Verdon, à proximité des départements des Alpes-de-Haute-Provence, du Vaucluse et du Var.

Les activités du Centre de Cadarache sont réparties autour de plusieurs plates-formes de recherche et développement essentiellement pour l'énergie nucléaire (fission et fusion), mais aussi pour les nouvelles technologies pour l'énergie et les études sur l'écophysiologie végétale et la microbiologie.

A.1.3- Situation géographique de l'INB 56

Implanté à l'intérieur du Centre de Cadarache, l'INB 25 « parc d'entreposage des déchets solides radioactifs » regroupe deux zones géographiquement distinctes (la zone du parc d'entreposage et la zone des tranchées sont distantes l'une de l'autre d'environ 1500 m).

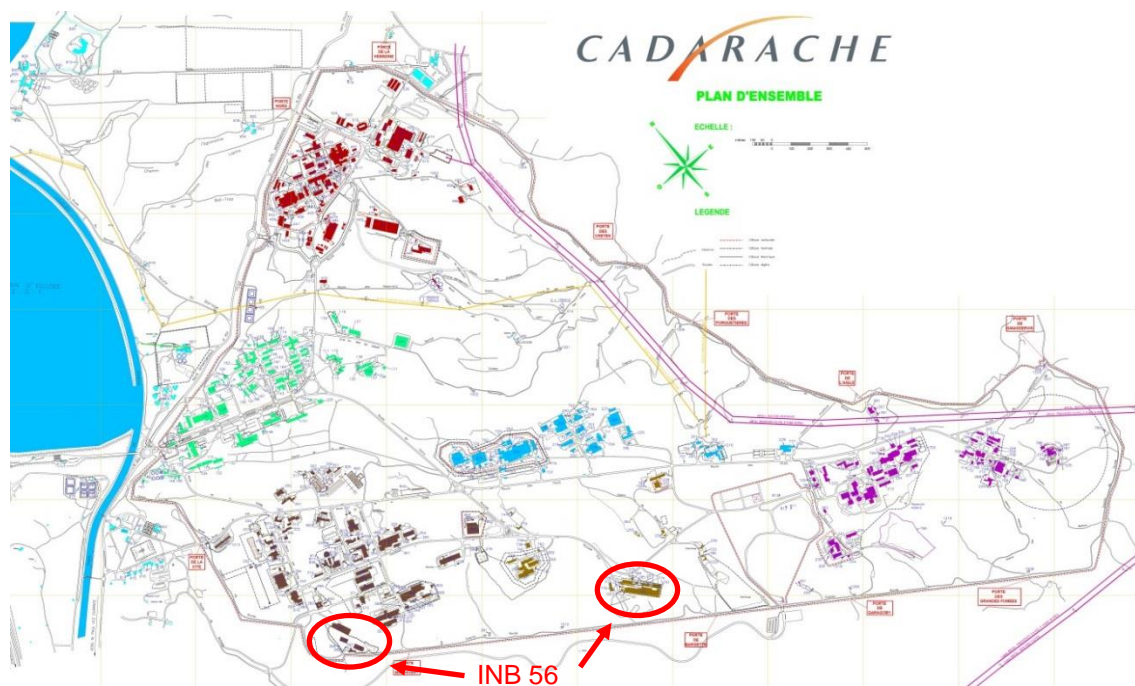


Figure 2 : CEA de Cadarache et implantation des deux zones de l'INB 56

La séparation en deux zones distinctes est une particularité de l'INB 56. Chaque zone est découpée en plusieurs secteurs qui délimitent le contour géographique des différents sous-ensembles de l'installation. La zone du parc d'entreposage des déchets est située dans le quartier Bargette au Sud Est du centre de Cadarache. La zone des tranchées est située dans le quartier de la Bastide, au sud du centre de Cadarache.

La zone du parc d'entreposage, représentée sur la Figure 3, comprend :

- le secteur des parties communes du parc,
- le secteur des hangars,
- le secteur des fosses anciennes F1 à F4,
- le secteur des fosses récentes F5 et F6,
- le secteur des piscines P1 à P3.

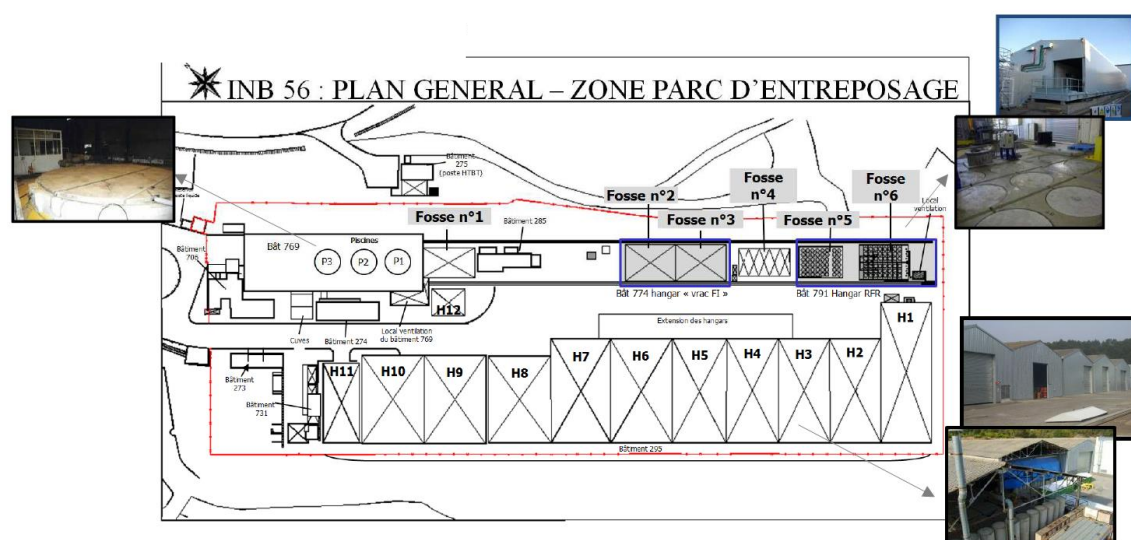


Figure 3 : Vue générale de la zone du parc

La zone des tranchées, représentée ci-après, comprend :

- le secteur des tranchées identifiées T1 à T5, qui comprend également deux aires d'entreposage de déchets,
- le secteur du hangar TFA.

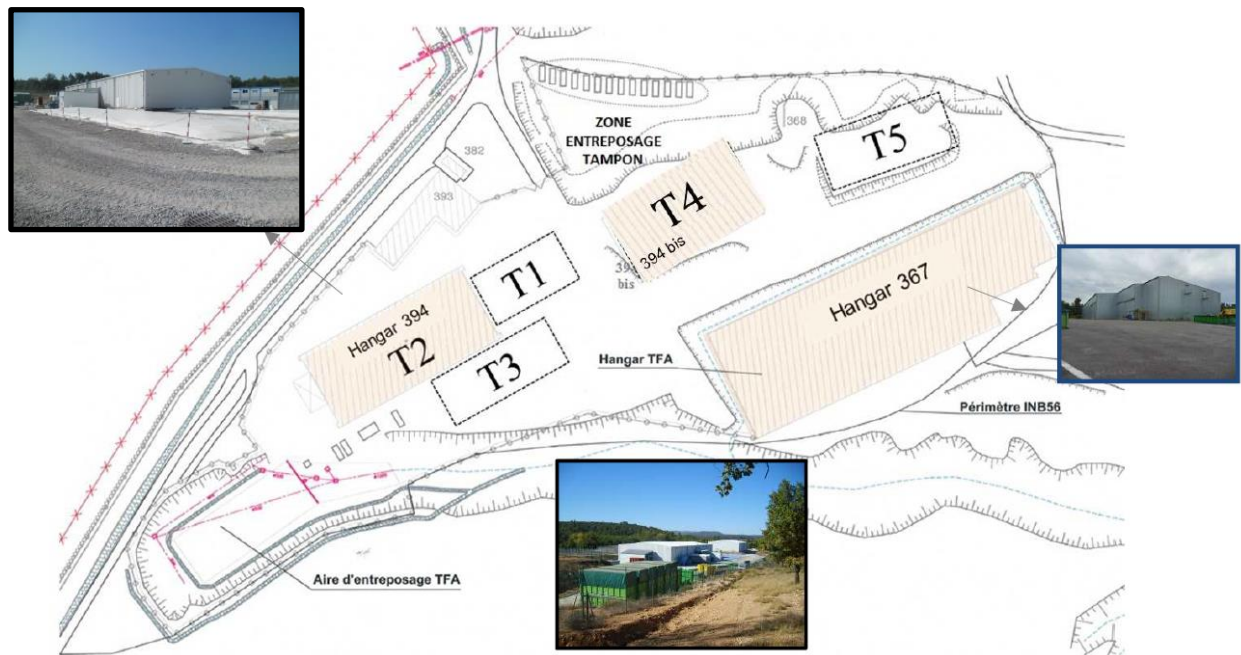


Figure 4 : Vue générale de la zone des tranchées

A.1.4- Installations environnantes

Les installations les plus proches de l'INB 56, qui est située en bordure du centre de Cadarache, sont :

- pour le parc d'entreposage :
 - ✓ les ATUE (INB 52),
 - ✓ la Déposante de Déchets Conventionnels (DDC) du centre,
 - ✓ les réacteurs EOLE et MINERVE (INB 42 et 95),
 - ✓ l'installation PLINIUS II.
- pour la zone des tranchées :
 - ✓ l'ICPE 312,
 - ✓ l'INB 37 (STD et STE),
 - ✓ le labo UO2 (bâtiment 315),
 - ✓ l'INB 55 (LECA/STAR),
 - ✓ l'INB 164 (CEDRA).

Ces installations ne sont pas susceptibles d'engendrer un risque autre que radiologique en cas d'accident, ni de nuisances vis-à-vis de l'INB 56.

A.2- Zone du parc d'entreposage

Cette zone comprend :

- le secteur des parties communes du parc (bâtiments communs à l'ensemble du parc),

- le secteur des hangars,
- le secteur des fosses anciennes (numérotées de F1 à F4),
- le secteur des fosses récentes (numérotées F5 et F6),
- le secteur des piscines (P1 à P3).

La zone du parc a la forme d'un rectangle d'environ 210 m x 65 m et occupe une superficie de 13 500 m². Elle est délimitée par une clôture de tous côtés, sur une hauteur de 1,5 m environ.

A.2.1- Secteur des parties communes du parc

Les parties communes de l'INB 56 sont constituées des différents bâtiments et infrastructures servant à l'ensemble du parc d'entreposage. Ce sont principalement des bâtiments comportant des équipements tels que les cuves à effluents, la production d'air comprimé, des équipements de la distribution électrique, ou abritant des bureaux pour le SPR, les vestiaires d'accès en zone contrôlée, des entreposages divers de matériels non contaminés.

A.2.2- Secteur des hangars

Le secteur des hangars, situé en partie Sud de la zone du parc d'entreposage, comprend pour l'essentiel actuellement 11 hangars contigus, regroupés sous le numéro de bâtiment 295 pour les hangars d'entreposage H1 à H11, et un hangar métallique commun aux hangars H4 à H6, ainsi que le hangar des blocs-cellules (bâtiment 774 implanté au-dessus des fosses F2 et F3).

Les hangars de la zone du parc, représentés en Figure 5, sont utilisés pour l'entreposage des colis de déchets dits faiblement irradiants (FI), c'est-à-dire ceux dont le débit de dose au contact est inférieur à 2 mGy/h. Peuvent néanmoins y être placés, de façon limitée et avec un balisage radioprotection adapté, des colis présentant en quelques points des débits de dose supérieurs à 2 mGy/h.

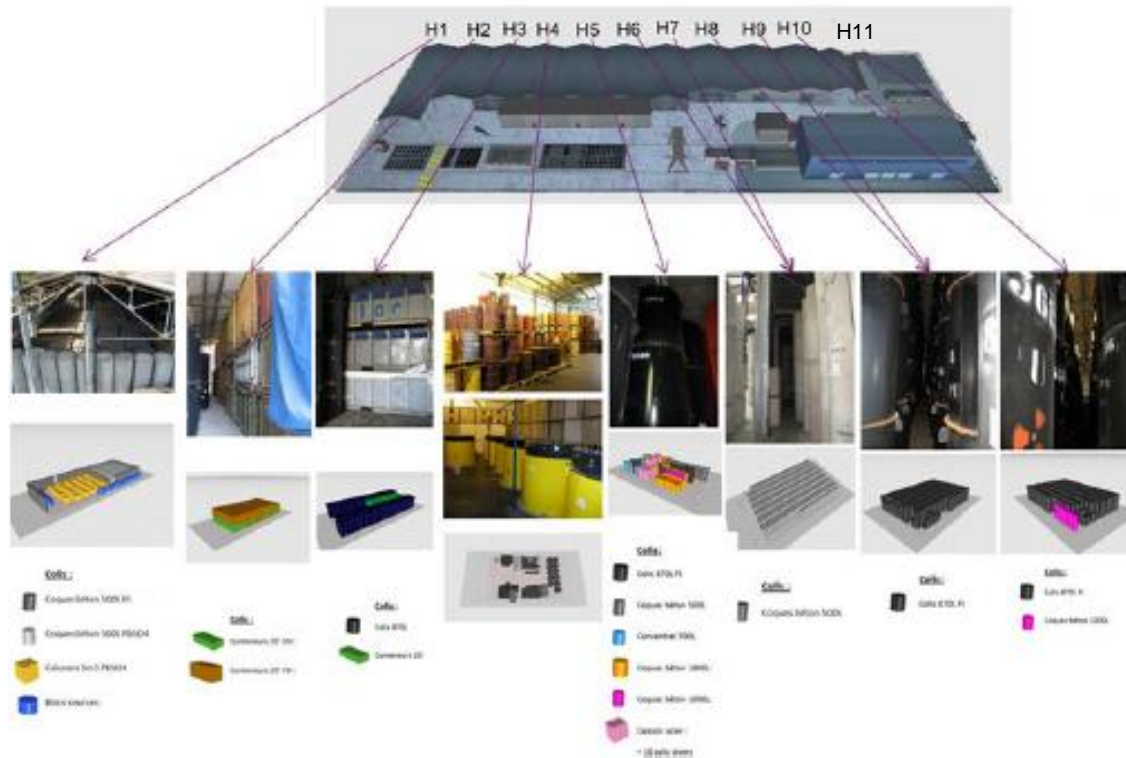


Figure 5 : Vue du secteur des hangars et des colis entreposés

A.2.3- Secteur des fosses F1 à F6

Les fosses F1 à F6 sont des fosses enterrées en béton destinées à entreposer les colis de déchets radioactifs dont le débit de dose ne permet pas un entreposage sous hangar. Elles assurent le confinement des colis qui y sont entreposés ainsi qu'une protection biologique des opérateurs vis-à-vis de ces colis. Les fosses F1 à F4 sont appelées « fosses anciennes » tandis que les fosses F5 et F6 sont appelées « fosses récentes » car de construction plus récente.

Secteur des fosses anciennes F1 à F4

Les fosses F1 à F4 contiennent divers déchets ancien (FI, MI et quelques déchets HI) disposés en vrac, ou bien dans des poubelles métalliques ou en carton.

À l'intérieur de parois en béton armé vibré de 30 cm d'épaisseur pour les parois latérales et le radier, les fosses anciennes sont de forme parallélépipédique et sont aménagées soit avec des puits cylindriques de différents diamètres, soit avec des alvéoles parallélépipédiques. Des bouchons adaptés obturent ces aménagements.

Les fosses anciennes sont toutes de dimensions sensiblement équivalentes : à titre d'exemple, la fosse F1 (longueur 14,4 m x largeur 7,4 m x profondeur 5,2 m), présente un volume intérieur brut de 560 m³ environ.

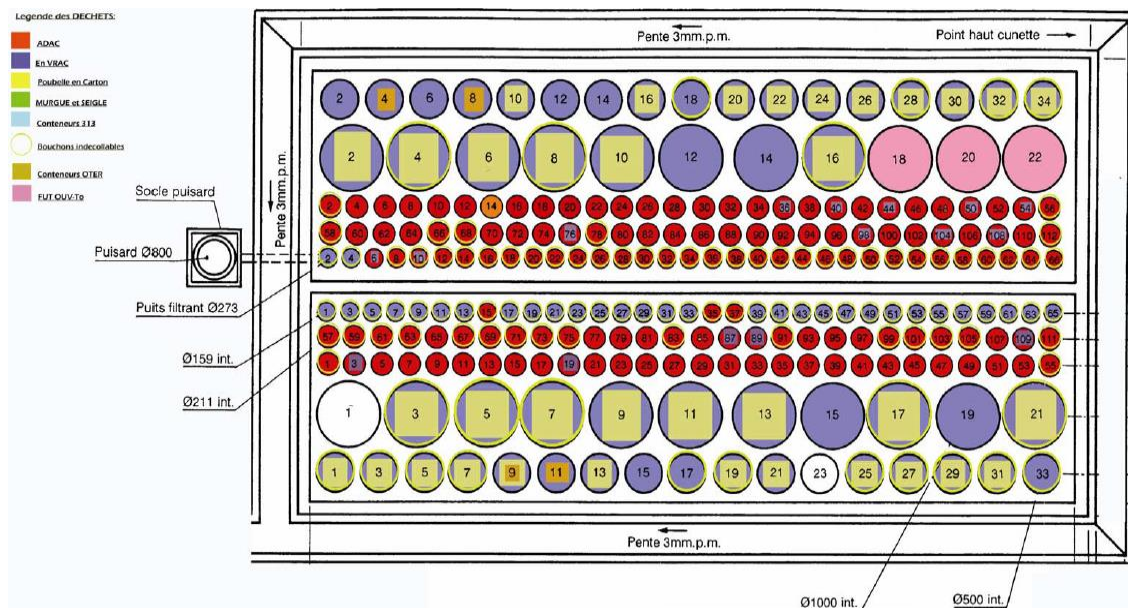


Figure 6 : Vue du dessus de la fosse F1 et de ses aménagements en puits cylindriques

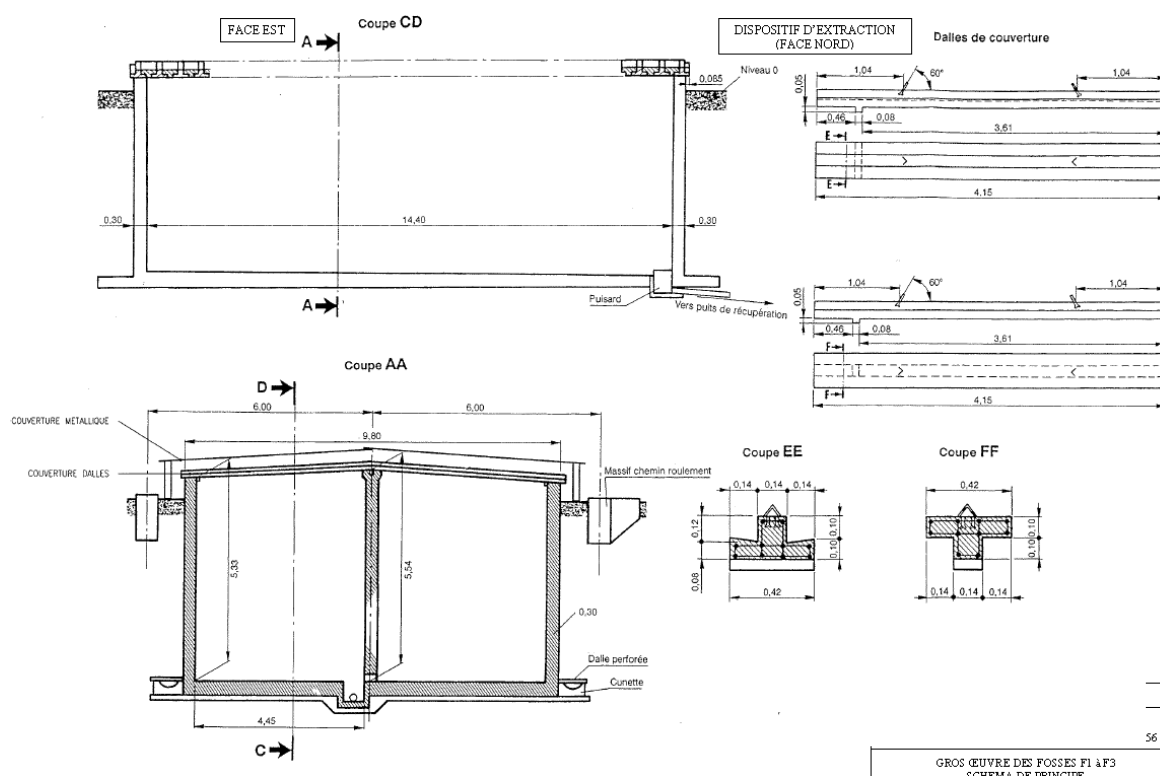


Figure 7 : Vue de face et de profil du gros œuvre des fosses enterrées F1 à F3

Les fosses sont recouvertes d'éléments amovibles en béton, elles-mêmes recouvertes d'une couverture métallique de protection contre les intempéries, en éléments de tôle assemblée.

Secteur des fosses récentes F5 et F6

Les fosses récentes F5 et F6 contiennent exclusivement des déchets bloqués conditionnés en colis MI de 500 litres en acier noir et/ou en acier inoxydable conditionnés à l'INB 37 à partir de déchets irradiants de diverses provenances. Ces fosses, d'un volume intérieur brut identique de 650 m³ environ (longueur 12,5 m x largeur 9 m x profondeur 5,7 m) pour un volume utile 210 m³, sont constituées d'un massif de béton armé dans lequel sont noyés 48 puits de diamètre 1 000 mm formés de tuyaux de type « Bonna » en ciment armé, soit un total de 96 puits.

Chaque puits est équipé d'un bouchon en béton constitué d'une enveloppe d'acier inox dans laquelle sont coulés en fond 10 cm de plomb, puis 30 cm de béton baryté. Ces bouchons sont protégés par des couvercles en tôle. A noter que la fosse F6 comporte des arrangements complémentaires (ventilation, puisards, cf. Figure 8).

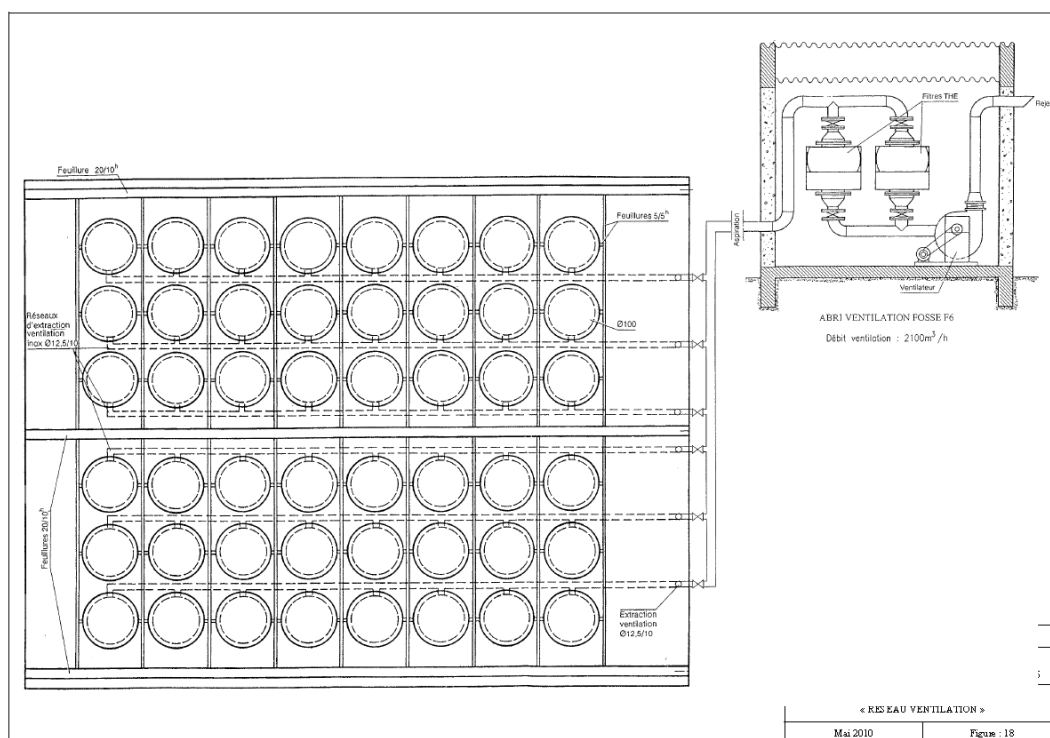


Figure 8 : Vue de dessus de la fosse F6 et ventilation associée

Ces fosses sont recouvertes par un hangar commun (hangar RFR) qui abrite également tous les équipements dédiés aux opérations de reprise des déchets en fosses.

A.2.4- Secteur des piscines P1 à P3

Le secteur des piscines de l'INB 56 comprend un ensemble de trois piscines d'entreposage (P1, P2, P3) abritées sous un hangar (cf. Figure 9). Les piscines sont des ouvrages cylindriques enterrés en béton d'un diamètre de 5 mètres pour une profondeur utilisable de 7,40 m, elles ont un volume unitaire de 145 m³ environ. Les trois piscines sont recouvertes d'un hangar d'une surface de 880 m².

Ces piscines étaient utilisées pour l'entreposage d'éléments combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (filière « Graphite – Gaz » UNGG), et d'éléments combustibles à eau lourde (non UNGG), après que ceux-ci aient subi une série d'examens destructifs et non destructifs au LECA.

Les Éléments Combustibles Irradiés (ECI) se trouvaient dans des conteneurs, qui étaient disposés dans des paniers métalliques. L'ensemble de ces conteneurs a été repris et la majorité des équipements nécessaires à la reprise des ECI n'ont plus d'utilité et ont été mis à l'arrêt.

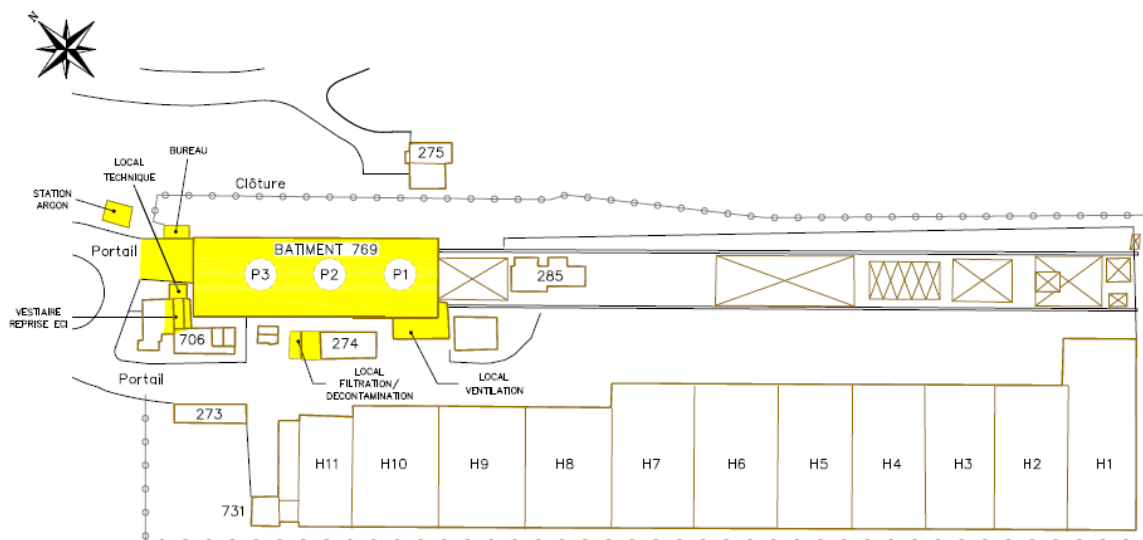


Figure 9 : Implantation du secteur des piscines

Les parois des piscines P1 et P2 sont contaminées par migration de certains radioéléments dans le béton, notamment le ^{137}Cs . L'épaisseur de béton contaminé peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres (estimation).

A.3- Zone des tranchées

La zone des tranchées de l'INB 56, qui est représentée en Figure 10, comprend :

- le secteur des tranchées, comprenant principalement les tranchées numérotées de T1 à T5 (dans lesquelles sont entreposés des déchets en plein terre), mais aussi des aires externes d'entreposage,
- le secteur du hangar TFA (bâtiment 367) qui contient des déchets TFA conditionnés en « open-top ».

La zone des tranchées a une forme de type patatoïde (d'environ 350 m x 200 m dans ses dimensions maximales). Elle est délimitée par une clôture de tous côtés. Deux portails situés en face Nord-Ouest permettent l'accès habituel au personnel et aux véhicules. Un portail en face Nord-Est peut également être utilisé en cas de besoin.

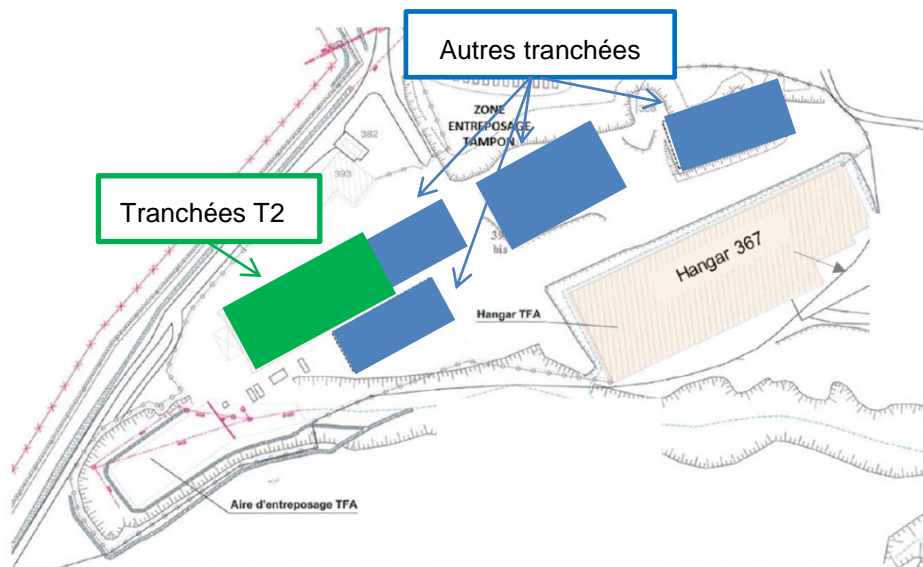


Figure 10 : Vue de la zone des tranchées indiquant l'emplacement des tranchées T1 à T5, des aires d'entreposage externe, et du hangar TFA

A.3.1- Secteur des tranchées

La zone comporte cinq tranchées, numérotées de T1 à T5, dans l'ordre chronologique de leur réalisation. La capacité utile de chacune d'entre elles est variable, en fonction notamment de la nature du terrain et de la profondeur de la nappe à l'emplacement choisi.

Les tranchées ont été remplies de déchets radioactifs (déchets technologiques et déchets de procédé déclarés comme « de faible activité » au moment de leur enfouissement) entre 5 mètres de profondeur et jusqu'à un mètre environ de la surface du sol. Les tranchées sont recouvertes d'un remblai en forme de dôme d'au moins 1 m d'épaisseur sur les côtés et 1,50 m au milieu.

Ce mode d'entreposage a été utilisé entre août 1969 et mai 1974. La tranchée T2 a fait l'objet d'une 1^{ère} opération de RCD et est actuellement vide. Les opérations de RCD des tranchées restantes vont démarrer dès le passage en démantèlement de l'INB 56: l'estimation du volume total de déchets encore enfouis dans les tranchées T1, T3, T4 et T5 est de 2520 m³ environ. Les tranchées T2 et T4 sont recouvertes par des bâtiments.

A.3.2- Secteur du hangar TFA (bâtiment 367)

Le hangar TFA est un hangar métallique fermé situé sur le site des tranchées de 98m de longueur et de 33 m de largeur (pour une surface d'environ 3500 m²) Ce hangar est utilisé comme lieu d'entreposage de conteneurs open top renfermant des déchets TFA.

B. Présentation du projet de démantèlement

D'une manière globale et pour l'ensemble des secteurs de l'INB 56, le projet est prévu en quatre phases se déroulant chacune sur plusieurs années :

- **une phase A de Reprise et de Conditionnement des Déchets entreposés** (RCD ou de poursuite de ces opérations si elles étaient déjà engagées) :
Cette phase, qui peut être précédée par des opérations dites « de préparation au démantèlement » (également nommées « OPDEM »), consiste en la reprise, la caractérisation, le tri et le reconditionnement des déchets si nécessaire avant leur expédition vers des exutoires autorisés (principalement les installations de l'Andra ou l'INB CEDRA de Cadarache).
Pour ce faire, de nouveaux équipements et/ou infrastructures peuvent être nécessaires pour réaliser les opérations de manière mécanisée et automatisée, ce qui permet de réduire les risques radiologiques pour les opérateurs. Cette phase permet notamment de diminuer considérablement la quantité de radioactivité en présence (contenue dans les déchets), pour permettre la réalisation des phases suivantes,
- **une phase B de dépose des équipements et des procédés et assainissement des structures de RCD,**
- **une phase C d'assainissement et/ou de retrait des structures et réhabilitation des sols** : cette phase comprend l'assainissement des équipements ayant été en contact avec les déchets et qui peuvent être contaminés (par exemple, le génie civil des fosses, certains équipements et les bâtiments ayant abrité les déchets),
- **une phase D de contrôles radiologiques finaux de l'installation.**

Ces phases suivent une logique technique et répondent aux exigences de sûreté par l'évacuation prioritaire du terme source au sein de chaque secteur.

Nota : les trois piscines sont vides de combustibles (ECI) et vides d'effluents liquides (fin de vidange des piscines achevée en 2018), seuls restent des dépôts secs et quelques objets contaminés et/ou irradiants en fond de piscine. Ces opérations de vidanges sont équivalentes au début de la phase A de RCD pour ce secteur.

B.1- Présentation des travaux de reprise et conditionnement des déchets entreposés

Les opérations de démantèlement de l'INB 56 consistent préalablement à reprendre et à conditionner les déchets historiquement entreposés (phase de RCD). L'objectif est d'obtenir un état de l'installation permettant d'obtenir les cartographies radiologiques des bâtiments et infrastructures afin de définir de façon optimale les opérations d'assainissement et de démantèlement de celles-ci, et *in fine* de remplir les conditions pour procéder au déclassement de l'installation.

Les différentes phases du projet de diminution du terme source (projet RCD 56) se décomposent comme suit :

- Zone du parc
 - ✓ RCD des fosses anciennes,
 - ✓ RCD des fosses récentes,
 - ✓ RCD des hangars,
 - ✓ Assainissement des piscines,
- Zone des tranchées :
 - ✓ Assainissement de la tranchée T2,
 - ✓ RCD des autres tranchées T1, T3, T4 et T5.

L'occupation des différentes zones associées est présentée dans les figures suivantes.

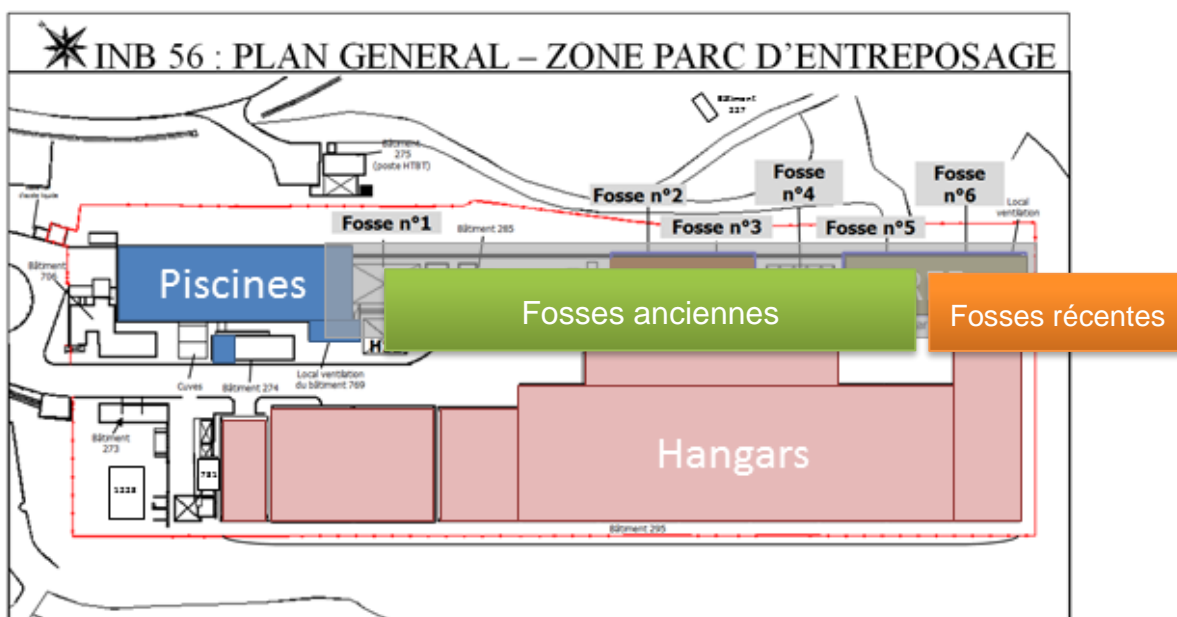


Figure 11 : Zone du parc d'entreposage

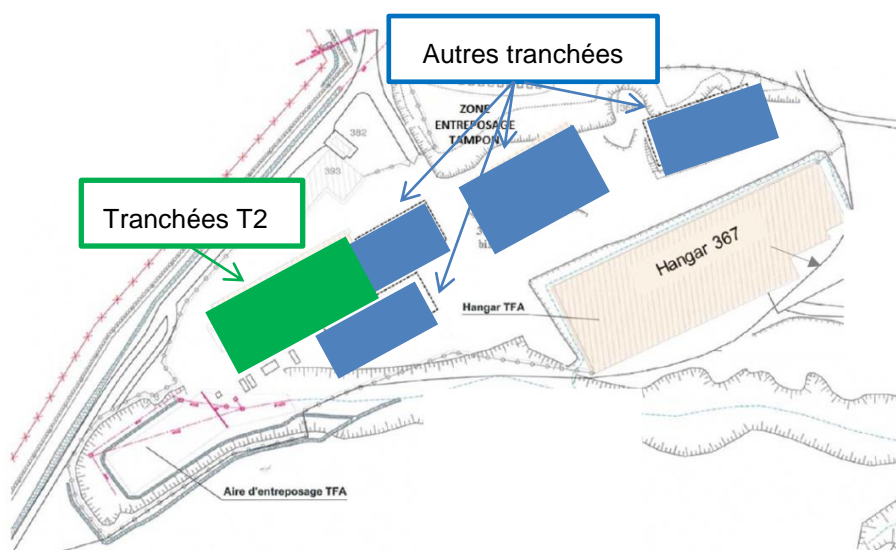


Figure 12 : Zone des tranchées

Le détail des opérations de démantèlement est présenté dans la pièce 3 du dossier de démantèlement.

B.2- Opération à réaliser sur le secteur des hangars

B.2.1- Opérations de RCD (phase A du démantèlement)

Objectif des opérations

Les opérations envisagées au niveau du secteur des hangars consistent à contrôler, caractériser et améliorer le conditionnement des colis de déchets qui le nécessitent avant leur évacuation vers l'exutoire le plus adapté à leur nature.

Pour ce faire, des unités de traitement des colis sont créées au sein de certains des hangars, dans le but d'évacuer tous les déchets qui peuvent l'être puis d'envisager, dans un deuxième temps, l'assainissement des hangars puis à terme, leur déconstruction.

Opérations préparatoires

Certaines opérations préparatoires doivent être réalisées en amont des opérations de reprise des colis de déchets, puis de démantèlement du secteur des hangars. Ces opérations préparatoires concernent :

- **le démontage du bâtiment 285** afin de libérer l'espace nécessaire à la construction de la halle Vrac-MI. Les travaux de démolition des murs et dalle du bâtiment 285 sont réalisés dans un sas de confinement chantier autour de ce bâtiment, à l'aide d'un appareil téléopéré.
- **la réutilisation des blocs-cellules** implantées dans le bâtiment 774 (anciennement appelé « hangar Vrac-FI ») qui ont été mises en œuvre dans le cadre du chantier Vrac FI (chantier aujourd'hui achevé) suite au démontage du bâtiment 285. Cette réutilisation de moyen existants permet ainsi de traiter des colis des hangars avant leur évacuation vers des exutoires autorisés.
- **la réalisation de mesures de caractérisation** des fûts non bloqués de H4. L'objectif est d'utiliser un poste de mesures neutroniques passives transportable dans le hangar extension, ainsi qu'un poste de mesure par spectrométrie gamma, afin de réaliser des mesures nucléaires non destructives sur les fûts non bloqués entreposés dans le hangar H4,
- **l'évacuation préliminaire des terres Bayard** : Certaines opérations de mise à niveau des hangars sont réalisées en amont des opérations de RCD. Elles concernent notamment l'évacuation préliminaire des terres Bayard entreposées en conteneurs demi hauteur dans le hangar H3 vers les installations de l'Andra et la fermeture de la plupart des hangars et la création d'ouvertures à claire voie pour limiter le risque de corrosion des conteneurs métalliques. Cette opération sera finalisée par l'évacuation complète des terres Bayard (restant en H2 et H3) lors de la phase de démantèlement afin de diminuer le terme source (notamment en radon et ses descendants). En effet, les terres Bayard entreposées dans les hangars H2 et H3 ont désormais vocation à rejoindre directement les sites de stockage et d'entreposage de l'Andra.

- **les opérations préliminaires de déplacement des colis entreposés sous le hangar H1** : Le hangar H1 contient, à l'état initial, des conteneurs de sulfate de plomb radifère (coques béton) et des colis blocs sources. Plusieurs scénarios sont envisagés pour déplacer tout ou partie de ces déchets soit en les transférant vers d'autres hangars de l'INB 56, soit en les évacuant vers d'autres installations.
- **la construction de la nouvelle voie d'accès sud** : La nouvelle voie d'accès sud est créée au sud de la zone du Parc, à l'intérieur du périmètre de l'INB 56. Cette voie de roulement permet l'amené d'un camion de transport de colis jusqu'au niveau de l'aire de retournement, et la manutention des colis entreposés sous hangars vers le camion de transport.

Montage de l'installation de RCD des hangars : l'ATC

A terme, les déchets contenus dans les hangars seront traités dans le hangar ATC (pour Atelier de Traitement des Colis des hangars), à construire sur la zone du parc. Cette nouvelle installation ATC comprend notamment des sas personnels et matériels, des postes d'entreposage amont et aval de colis, une zone d'ouverture et de contrôle des colis, une zone de découpe et de casse des colis (au câble diamanté, carottage, etc.), une zone de tri des déchets de reconditionnement et d'injection des colis, une zone dédiée au prélèvement des colis (carottage, entreposage d'échantillons), une zone de réfection extérieure des colis (grenaillage, mise ou remise en peinture), une zone de caractérisation avant expédition (mesures par spectrométrie gamma, caractérisation radiologique, etc.), et enfin une zone pouvant accueillir l'équipement TOMIS (tomographe) qui permettra de réaliser des expertises sur des colis (contrôles non destructifs).

Ces nouveaux équipements permettront de réaliser des opérations de caractérisation et de reconditionnement des déchets plus poussées que celles précédemment autorisées dans le bâtiment 285 ou qui sont effectuées dans les blocs cellules.

B.2.2- Opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)

Après désentreposage, les hangars H1 à H11 et les installations de RCD devront faire l'objet d'opérations d'assainissement puis de déconstruction qui comprendront successivement :

- la réalisation d'une cartographie radiologique des hangars,
- la dépose des équipements restant dans les hangars (utilités et dispositifs de surveillance),
- la dépose des ateliers de reconditionnement des déchets,
- le retrait des revêtements de sol,
- le retrait des terres contaminées,
- le démantèlement des fondations béton,
- le déclassement du zonage déchets,
- la dépose de la toiture des hangars (présence d'amiante),
- le démantèlement des structures métalliques.

Les déchets générés par ces opérations d'assainissement et de déconstruction seront triés et conditionnés en fonction de leur nature physique et radiologique, pour être évacués vers les exutoires adaptés.

B.2.3- Opérations de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)

Enfin, suite aux phases précédentes, la phase de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec comme objectif de confirmer l'atteinte des niveaux de contamination et d'irradiation initialement établi, permettant le déclassement *in fine* de l'installation.

B.3- Opérations à réaliser sur le secteur des fosses anciennes (F1 à F4)

B.3.1- Opérations de RCD (phase A du démantèlement)

Objectif des opérations

Les fosses anciennes contiennent divers déchets anciens disposés en vrac, ou bien dans des poubelles métalliques ou en carton. Le projet RCD Vrac-MI vise à reprendre, trier et reconditionner les déchets « Moyennement Irradiants » (dont le débit de dose au contact est de 3 Gy/h en moyenne, jusqu'à des valeurs hautes de 26 Gy/h) entreposés dans les fosses F1 à F4 afin de les expédier pour stockage sur les sites de l'Andra ou pour entreposage sur l'INB 164 CEDRA du centre de Cadarache.

Pour réaliser l'opération Vrac-MI, l'installation de RCD « Vrac-MI », à construire, comprendra notamment une halle de couverture formée principalement d'une Nef Sud (abritant les fosses anciennes et les équipements de reprise de déchets), et d'un second bâtiment appelé Nef Nord (qui abrite entre autres un bâtiment appelé UTR pour les opérations de tri, de caractérisation et de conditionnement des déchets extraits et une nouvelle fosse d'entreposage F7 destinée aux colis en attente d'expédition).

Opérations préparatoires

Comme sur le secteur des hangars, des opérations préparatoires doivent être réalisées en amont des opérations de reprise des colis de déchets, puis de démantèlement du secteur des fosses anciennes. Ces opérations préparatoires concernent :

- **la réalisation d'opérations d'Inspections Télé Visuelle d'ITV des fosses F1 et F4** : Ces nouvelles inspections sont réalisées avec des moyens techniques plus modernes que ceux utilisés précédemment en 1999 (miniaturisation des sondes, bénéfice du REX des premières ITV, etc.) ; elles doivent donc permettre d'améliorer la connaissance de l'état des puits et des alvéoles ainsi que la caractérisation des déchets contenus en fosses anciennes.
- **la réalisation de travaux préparatoires à la construction de l'installation Vrac-MI** : Deux phases de travaux préparatoires sont prévues pendant le projet :
 - ✓ la première phase, qui vise à dégager de l'espace autour des fosses pour que la halle et ses locaux techniques puissent être construits. Les opérations consistent notamment à démonter le bâtiment 774 (hangar des blocs-cellules), le bâtiment 285 et l'ensemble des équipements qui n'ont plus d'utilité pour faire de la place pour les

nouveaux équipements et préparer le montage du système RCD. A l'issue des travaux de construction, la halle s'étend de F1 au $\frac{3}{4}$ ouest de F4 côté ouest. Les opérations de reprise et conditionnement des déchets présents dans les fosses sont réalisées.

- ✓ la deuxième phase qui consiste à étendre la halle au-dessus de la totalité de la fosse F4, afin que les déchets présents dans la partie Est de F4 puissent être repris,. Ces travaux d'extension de la halle représentent la seconde phase des travaux préparatoires.
- **les opérations de construction de l'installation Vrac-MI**, qui consistent en la construction des ouvrages suivants :
 - ✓ une plateforme au Nord de l'installation associée à un ouvrage de soutènement définitif et permettant la construction d'ouvrages annexes aux nefs sud et nord,
 - ✓ une Nef Sud fermée en charpente métallique recouvrant les quatre fosses anciennes F1 à F4,
 - ✓ une Nef Nord abritant certains ouvrages nouveaux dont notamment :
 - l'Unité de Tri et de Reconditionnement (bâtiment UTR),
 - une nouvelle fosse d'entreposage tampon (nommée F7),
 - ✓ des ouvrages annexes en béton armé ou en charpente métallique situés en périphérie de la halle (bâtiment extraction, centrale mortier, locaux électriques courant fort, etc.),
 - ✓ un sas camion en charpente métallique au droit de l'angle Nord-Est de la Nef Nord,
 - ✓ une rampe d'accès côté Ouest pour permettre la réalisation des travaux d'agrandissement ultérieurs de la halle.

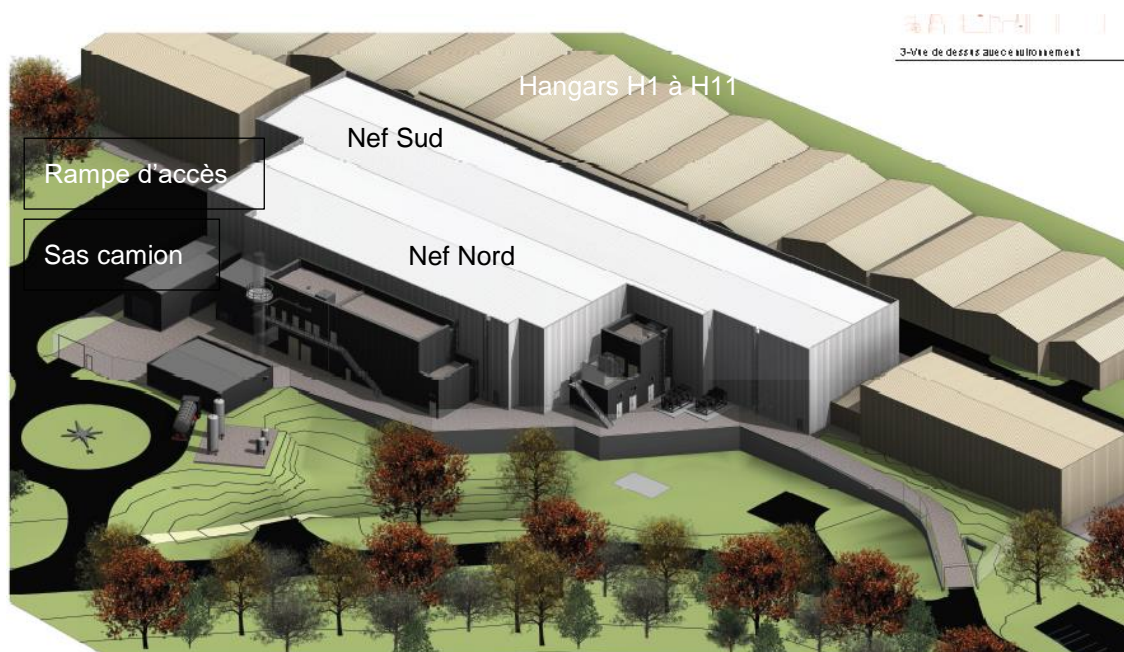


Figure 13 : Vue générale de l'installation de RCD Vrac-MI

Opérations de RCD

Les opérations de RCD concernent prioritairement les fosses F1, F2 et F3. Les mêmes opérations seront réalisées au niveau de la fosse F4 après des travaux d'extension de la halle de couverture qui ne peuvent s'effectuer que les opérations de reprise des colis sur le secteur des fosses récentes (par l'installation RFR) sont terminés..

La séquence suivante présente les différentes étapes de reprise, de tri et de conditionnement des déchets en vrac contenu dans un puits d'une des fosses. On procède puits par puits (et/ou alvéole par alvéole) dans une fosse puis on passe à la fosse suivante, une fois que tous les déchets vrac d'une fosse ont été repris.

Les principales étapes, effectuées à distance avec des moyens automatiques et/ou téléopérés (associés à des protections biologiques contre les rayonnements) sont :

- étapes de reprise des déchets effectués au niveau de la halle: retrait des dalles béton de couverture de la fosse, retrait du bouchon, placement de l'enceinte blindée sur le ciel de puits, extraction d'un ou plusieurs déchets de fosse et remplissage d'un conteneur navette dans l'enceinte blindée, transfert du conteneur navette de l'enceinte blindée vers l'UTR.
- étapes de tri, de caractérisation et de reconditionnement des déchets effectuées dans l'UTR : réception du conteneur navette dans l'UTR, tri des déchets en cellule blindée en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques et radiologiques et leur conditionnement en conteneurs primaires, caractérisation des conteneurs primaires et entreposage dans un ensemble d'alvéoles sur trois niveaux, assemblage des conteneurs primaires contenant les déchets en colis finaux (colis 7C standards ou pré bétonnés, colis 500L MI, colis 870L, colis 500L DSFI).

Les colis 500L MI et 870L sont bloqués par injection de mortier (liant hydraulique) puis séchés dans l'UTR avant d'être entreposés dans un espace dédié (dans la fosse d'entreposage F7 pour les colis 500L MI ou dans la zone tampon prévue à cet effet, qui est située sous la nef sud, pour les colis 870L et 7 C), en attente de leur expédition vers l'exutoire prévu (Andra ou INB 164 CEDRA du centre de Cadarache).

B.3.2- Opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)

Après désentreposage, les fosses F1 à F4 et le système RCD devront faire l'objet, d'opérations d'assainissement puis de déconstruction. Le génie civil des fosses sera alors démantelé avant les contrôles finaux.

B.3.3- Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)

Suite aux phases précédentes, la phase de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec comme objectif de confirmer l'atteinte des niveaux de contamination et d'irradiation qui seront établis dans le cadre de la démarche réglementaire de déclassement.

B.4- Opération à réaliser sur le secteur des fosses récentes F5 et F6

Les fosses F5 et F6, de conception récente, permettent l'entreposage dans des puits (48 chacune) de déchets exclusivement conditionnés en colis 500L MI. Les opérations de désentreposage (RCD) sont en cours ; elles sont couvertes par le référentiel de sûreté d'exploitation de l'INB 56. Comme pour les fosses anciennes, ces opérations visent à désentreposer les colis vers l'INB 164 CEDRA du Centre de Cadarache avant leur envoi vers un exutoire adapté (*a priori*, l'installation CIGEO de l'Andra).

Les opérations de RCD des fosses récentes, sont effectuées avec les moyens existants et leur réalisation ne nécessitent pas la réalisation d'opérations préparatoires.

B.4.1- Opérations de RCD (phase A du démantèlement)

Les opérations de reprise des colis en fosses F5 et F6 peuvent être divisées en cinq étapes :

- l'identification puis l'extraction des colis des puits,
- le contrôle de la contamination surfacique du colis,
- le sur-conteneurage des colis extraits,
- l'entreposage tampon, si nécessaire, du colis en attente d'expédition à l'INB CEDRA,
- l'expédition des colis en château de transport ETCMI vers l'INB CEDRA.



Photographie 1 : Transport d'un ETCMI chargé d'un colis 500L MI vers l'INB 164 CEDRA

La réalisation de l'opération de RCD RFR de reprise des déchets MI dans les fosses récentes nécessite la présence des moyens (déjà existants) suivants :

- un Dispositifs particuliers d'Extraction de Colis (DEC),
- des châteaux de transferts et de transport,
- des emballages de transport appelés « ETCMI »,
- des surconteneurs pour les colis 500L MI,
- des équipements de manutention,
- une distribution électrique,

- des systèmes de ventilation,
- des alimentations en utilité (air comprimé, eau industrielle).
- un mur de protection biologique,
- une plateforme de manutention des emballages de transport ETCMI vers l'INB 164 CEDRA,
- une enceinte blindée et sa potence,
- un platelage équipée d'un amortisseur pour limiter les conséquences d'une éventuelle chute de colis,
- un sas de maintenance.

La plateforme de manutention et les principaux équipements qui lui sont afférents sont représentés ci-après :

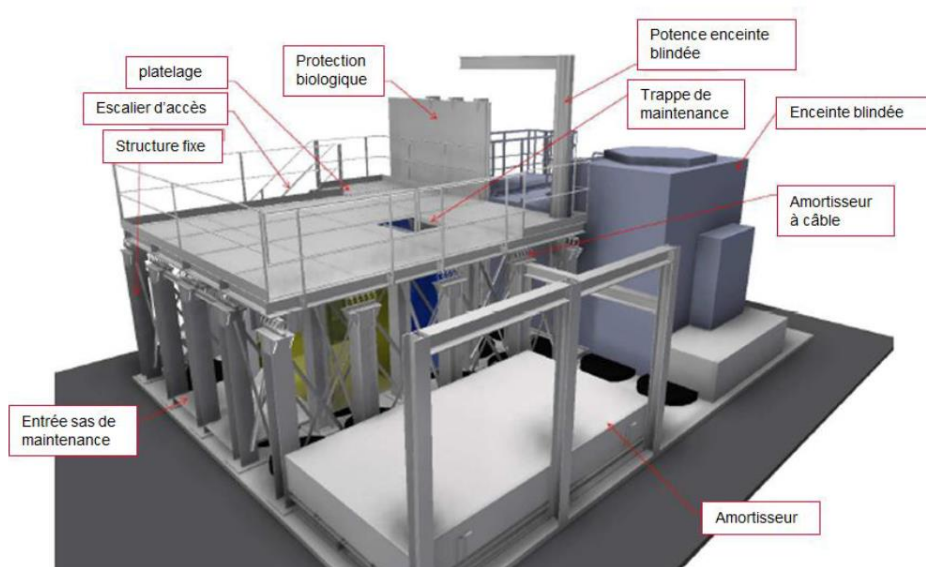


Figure 14 : Vue de la plateforme de manutention de l'ETCMI et de l'enceinte blindée

B.4.2- Démontage de l'installation RCD (phases B du démantèlement)

En fin des opérations de RCD, les équipements nécessaires à la reprise des colis 500L MI sont démontés et mis en attente « sous cocon ». Lorsque les opérations de RCD de l'installation Vrac-MI seront suffisamment avancées et que le temps sera venu de reprendre les colis 500L MI présents dans la fosse F3, ces équipements (plateforme, cellule blindée, sur conteneur, châteaux et emballages ETCMI, etc.) seront transférés vers la halle en vue d'y être utilisés pour l'extraction des colis. Les manutentions s'effectuent alors avec les moyens de l'installation Vrac-MI.

B.4.3- Assainissement et déconstruction (phase C du démantèlement)

Après désentreposage et transfert des équipements de reprise vers la Nef Sud de l'installation Vrac-MI en vue de leur réutilisation, les fosses récentes et l'installation de RCD RFR devront faire l'objet d'opérations d'assainissement puis de déconstruction.

Les fosses récentes seront ensuite remblayées, au moyen d'une pelle mécanique.

B.4.4- Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)

De même, la phase D de contrôle radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec les mêmes objectifs que pour les fosses anciennes.

B.5- Opération à réaliser sur le secteur des piscines

B.5.1- Opérations de RCD (Phase A du démantèlement)

Les piscines ont été vidées de combustibles et vidées d'effluents liquides lors des opérations de préparation au démantèlement déjà réalisées en phase d'exploitation de l'INB 56, seuls restent des dépôts secs en fond de piscine P1 et P2. Ces opérations sont équivalentes à un début de phase A de RCD pour ce secteur.



Photographie 2 : Vue de la piscine P1 vide d'effluents

La poursuite de la phase A est d'abord consacrée aux opérations préparatoires suivantes :

- travaux préparatoires à la construction de l'installation Vrac-MI :
 - ✓ l'installation d'une nouvelle ventilation nucléaire des piscines, et le raccordement de la nouvelle ventilation,
 - ✓ le démontage du local ventilation accolé au hangar 769,
 - ✓ l'assainissement du hangar 769,
 - ✓ la création d'une extension du hangar 769 (ou « abri ») indépendant au-dessus de la piscine P1,
 - ✓ la reconstruction de la façade Sud Est du hangar,
 - ✓ le démontage partiel du hangar, côté piscine P1.

- la préparation de la mise en état sûr de la piscine P1 par la mise en place successive de plusieurs nouveaux dispositifs au-dessus de la piscine P1, assurant les fonctions d'étanchéité, de protection biologique et de protection mécanique contre les chutes d'objets dans la piscine.

L'opération de mise à l'état à l'état sûr de la piscine P1 sera effectuée dans le cadre de la fin de la phase A. Lorsque la construction de la nef sud de l'installation Vrac-MI sera achevée, des opérations de traitement du fond et des parois des piscines seront réalisées, par exemple par écroutage ou tout autre moyen équivalent. Cette méthode permettra de retirer la première couche de béton qui est susceptible de contenir l'essentiel de la contamination radioactive résiduelle. La profondeur d'écroutage sera déterminée de manière à ce que les gravats produits soient des déchets de type FA.

Un confinement statique de type sas souple ou semi-rigide sera implanté au-dessus des piscines avant démarrage des travaux afin d'assurer la non-dispersion des matières radioactives. Il sera complété par un confinement dynamique équipé *a minima* d'une ventilation de chantier munie d'une filtration de Très Haute Efficacité (THE).

On réalise ensuite à la mise à l'état sûr des piscines par la mise en place de couvercles amovibles faisant office de confinement statique et si nécessaire de protection biologique,

La mise en état sûr de la piscine P2, qui sera réalisée postérieurement à celle de la piscine P1, sera effectuée aussi dans le cadre de la phase A. Les dispositifs requis pour cette mise à l'état sûr seront définis sur la base de ceux réalisés pour P1, et adaptés aux enjeux de la mise à l'état sûr de P2.

On procèdera alors à des mesures radiologiques pour caractériser l'état radiologique des parois traitées, préalablement à leur traitement final ultérieur qui sera réalisé en phase C.

B.5.2- Dépose des équipements et des procédés d'assainissement des structures de RCD (Phase B du démantèlement)

Les opérations associées à la phase B du démantèlement sont intégrées aux opérations de la phase C.

B.5.3- Opérations de déconstruction (phase C du démantèlement)

Assainissement et déconstruction des piscines

Après les opérations d'assainissement des parois des piscines réalisées en début de phase C (par piquage, par rabotage ou toute autre technique équivalente, du génie civil des piscines sur une épaisseur d'une dizaine de centimètres), le génie civil en béton armé des piscines ainsi que l'ensemble des équipements encore présents seront démantelés. En préalable du démantèlement des parois verticales, le massif béton des piscines sera probablement démoli à l'aide de l'outil de type brise roche hydraulique monté sur porteur. Une fois les parois verticales déposées, le radier des piscines peut être démoli à l'aide de l'outil de type brise roche hydraulique ou pince à béton, avec les mêmes techniques (aspiration à la source, etc.).

On procède en parallèle à l'enlèvement des terres contaminées situées en périphérie des piscines, puis en fond, et considérées comme TFA.

Traitement des galeries techniques

On procèdera également lors de la phase C aux opérations de traitement des galeries des piscines sous confinement statique et dynamique de type sas souple ou semi-rigide mobile implanté avant le démarrage des travaux au niveau de chaque galerie. Après réalisation d'inspection visuelle et mesures radiologiques, on dépose les équipements restants en galeries (gainés de ventilation, tuyauteries, câbles et chemins de câbles, etc.).

Traitement du bâtiment 769

De la même manière, c'est-à-dire après mise en place d'un confinement statique et dynamique (sas chantier), on procède aux opérations de traitement du hangar 769 qui comprennent :

- la réalisation de mesures radiologiques de type cartographie préalablement au démarrage des travaux,
- la dépose des équipements restants (moyens de manutention, armoires électriques, réseau de ventilation, etc.),
- le retrait de la dalle et du revêtement au sol du hangar. La démolition est réalisée au moyen d'outil type burineur ou marteau piqueur,
- l'enlèvement des terres contrôlées contaminées en sous-sol du hangar 769 et des galeries techniques,
- la déconstruction des structures métalliques du hangar 769 par déboulonnage et découpe des parties métalliques, **puis** des fondations et pieux du hangar 769, à l'aide d'un engin de type pelle mécanique équipé d'un marteau piqueur ou brise roche hydraulique.

B.5.4- Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)

La phase de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec les mêmes objectifs que pour les autres secteurs de la zone du parc. La dernière étape consiste à procéder au remblaiement du secteur des piscines.

B.6- Opérations à réaliser sur le secteur des tranchées

B.6.1- Opérations de RCD (phase A du démantèlement)

Objectif des opérations de RCD

Le secteur des tranchées comporte au total 5 tranchées dont 4 contiennent encore des déchets enterrés directement en pleine terre, après le traitement de la tranchée T2 entre 1995 et 2017. Les déchets enfouis dans ces tranchées doivent donc être extraits, caractérisés, triés et reconditionnés pour pouvoir être orientés dans les filières adaptées.

Opérations préparatoires

Comme sur la plupart des autres secteurs de l'INB 56, des opérations préparatoires doivent être réalisées au niveau de la tranchée T2, sur l'aire TF pour l'équipement TOMIS, et en amont des opérations de reprise des déchets des tranchées T1, T3, T4 et T5. Ces opérations préparatoires concernent :

- pour la tranchée T2 :
 - ✓ **la réalisation d'investigations radiologiques en fond et flancs de la tranchée T2** : Ces opérations d'investigation se dérouleront selon la méthodologie générale suivante :
 - identification des zones d'intérêt,
 - amenée des équipements de forages (carrotage, fonçage), et des équipements de mesures radiologiques, en fond de tranchée,
 - forage des zones d'intérêt, retrait du prélèvement carotté lors du forage et scanning linéaire de celui-ci, insertion d'une sonde de mesure pour caractérisation de l'environnement du prélèvement carotté,
 - fonçage de la zone d'intérêt, retrait de la foreuse, insertion d'une sonde de mesure pour caractérisation de l'environnement de la zone foncée.
 - ✓ **la mise en place d'un nouveau confinement statique de la tranchée T2** : Il est nécessaire de placer la tranchée T2 dans un état sûr et stable dans le temps. A cet effet, le confinement statique d'origine de la tranchée T2 (bâche souple recouvrant la tranchée) est remplacé par un nouveau confinement statique rigide composé de plusieurs modules à poser au-dessus de la tranchée.
 - ✓ **la réalisation de prélèvements et de traitement des déchets extraits de T2** : Les colis de déchets extraits de T2 et encore entreposés sur le secteur des tranchées (aire d'entreposage tampon) ne répondent pas entièrement aux critères d'envoi aux différents exutoires existants (sites ANDRA, installation CEDRA). Des prélèvements, pour caractérisations physico-chimiques de ces déchets (terres, boues et autres Déchets Non Immédiatement Évacuables (DNIE), qui constituent une sous-catégorie des Déchets Sans Filière Immédiate (DSFI), ainsi que sur les coques béton contenant des boues) pourront être effectués afin d'étudier le traitement de ces déchets dans des filières existantes ou pour le développement de nouveaux procédés comme dans le cas du traitement de terres FA (cf. Plan de démantèlement).
- **pour l'équipement TOMIS : la réalisation d'expertise de colis au moyen de l'équipement TOMIS** : Une zone est aménagée à l'intérieur de l'aire TFA pour accueillir le dispositif d'expertise de colis TOMIS, à l'intérieur d'un ensemble de conteneurs IP2. L'un de ces conteneurs aménagés abrite un dispositif de tomographie appelé « dispositif TOMIS » pour « TOMographe In Situ multiénergies à faible impact dosimétrique ». Cet équipement permet de réaliser une caractérisation physique et radiologique des déchets anciens. L'avantage de cet appareil est qu'il est mobile. Il est contenu dans plusieurs conteneurs facilement déplaçables sur différentes installations du CEA.
- pour la construction des nouvelles structures de RCD nécessaires à la reprise des déchets des tranchées T1, T3, T4 et T5 :

Pour les opérations de reprise, de tri et de reconditionnement, de nouveaux bâtiments et équipements, formant le « système RCD » sont mis en place sur la zone des tranchées. Ces équipements seront démantelés à la fin des opérations. Les nouveaux équipements prennent en compte, dès leur conception et dimensionnement, le REX réalisé lors de l'exploitation des équipements installés pour la reprise des déchets de la tranchée T2. Les principaux choix techniques retenus pour les nouveaux équipements sont :

- ✓ **le montage de façon progressive, de bâtiments « tranchée »** formés d'un double confinement fixe sont mis en place au-dessus de chaque tranchée à traiter. Ceci permet d'assurer le maintien du confinement statique lors des opérations de reprise des déchets,
- ✓ **le montage d'un bâtiment appelé « bâtiment support »** commun à l'ensemble des tranchées à traiter, qui abritera l'ensemble des moyens de traitement des déchets, et qui sera normalement situé à proximité de la tranchée T4.

Le confinement dynamique de l'ensemble est assuré par une ventilation comportant une extraction et un soufflage et pouvant desservir les différents bâtiments « tranchées ».

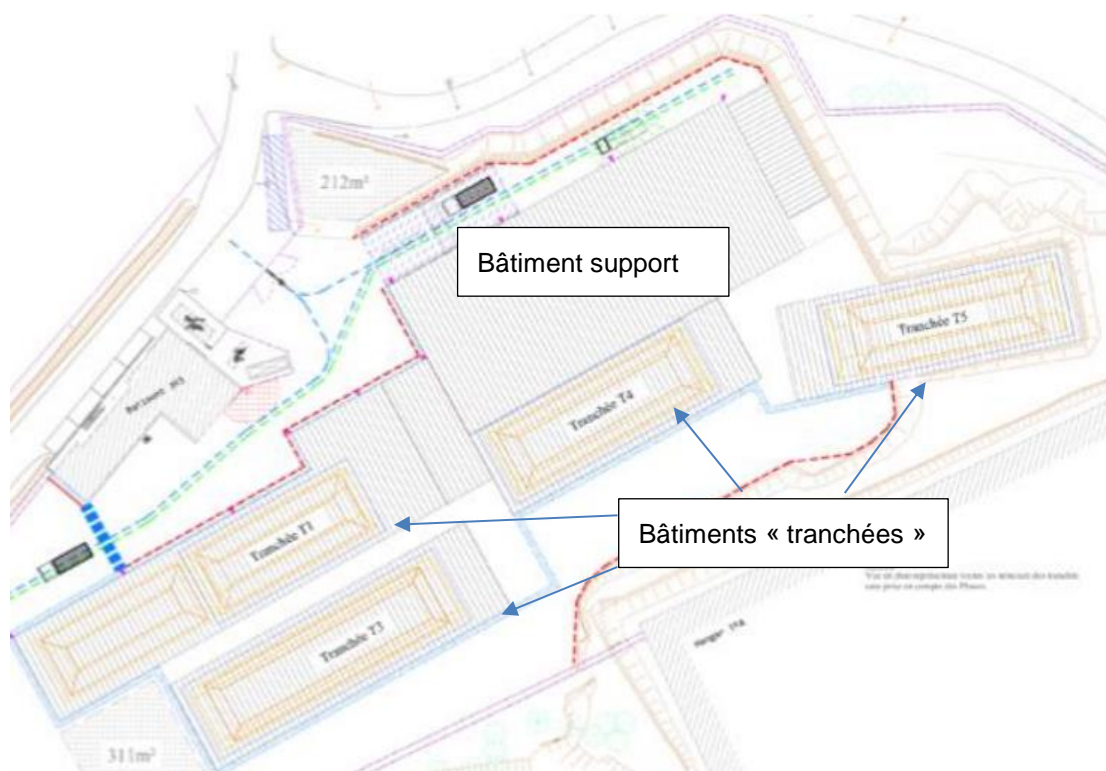


Figure 15 : Installation possible de RCD des Autres tranchées (T1, T3, T4 et T5)

Déroulement des opérations de RCD

Avertissement :

A ce stade du projet de RCD des autres tranchées, le déroulement des opérations décrit ci-dessous ne préjuge pas du choix définitif qui sera effectué par le CEA. Il est donné ici à titre d'exemple et les opérations réellement réalisées pourront être différentes puisque de nouvelles études sont prévues pour débuter à partir de 2023 et devront donner lieu à une autorisation spécifique de réaliser les travaux.

Les opérations de RCD sont effectuées tranchée par tranchée. La majorité des opérations d'extraction des déchets effectuée en tranchée est réalisée de manière téléopérée afin de limiter au maximum les risques liés à l'intervention d'opérateurs au sein des tranchées (exposition externe et interne). Lors de leur extraction, les déchets sont conditionnés dans des futs; ces futs sont transférés, via une porte (« en étanche ») dans le couloir reliant le bâtiment « tranchée » au bâtiment « support ».

Les déchets sont alors acheminés vers une chaîne de Boîtes à Gants (BAG). Ces BAG permettent à des opérateurs d'effectuer le tri manuel des déchets extraits qui sont *a priori* de faible activité, puis leur conditionnement en colis primaire, afin de garantir la conformité des colis finaux de déchets générés aux spécifications des exutoires, tout en garantissant un bon niveau de sécurité d'intervention.

Les colis primaires sont ensuite assemblés en colis de déchets finaux qui sont bloqués avec un liant hydraulique, dans le bâtiment « support » (colis 870L FI, 7C, etc.). Ces colis finaux sont entreposés dans une aire d'entreposage tampon avant leur expédition pour entreposage dans l'INB CEDRA de Cadarache ou directement vers l'Andra.

Lorsque le traitement de la tranchée est achevé (que la tranchée est vide de déchets historiques), les matériels utilisés pour mener à bien ces opérations sont décontaminés puis transférés pour être réutilisés sur la tranchée suivante.

B.6.2- Déroulement des opérations d'assainissement et de déconstruction (phases B et C du démantèlement)

Après aménagement du chantier (mise en place de sas de confinement statique et dynamique au-dessus de chaque tranchée) et démantèlement du bâtiment support, les opérations d'assainissement et de déconstruction concernent :

- les inspections visuelles et les mesures radiologiques (réalisation de cartographies en vue notamment de déterminer les profondeurs de contamination des terres et d'adapter si nécessaire les procédés d'intervention),
- l'assainissement des fonds et des flancs de tranchée par :
 - ✓ le retrait préalable des terres considérées FMA-VC,
 - ✓ puis le retrait des terres considérées TFA,
- le conditionnement de ces terres en big-bags, évacués au fur et à mesure des opérations.

A la fin de cette étape, une nouvelle cartographie est réalisée afin d'identifier puis de traiter les éventuels points singuliers de contamination. Au fur et à mesure du traitement des éventuels écarts, une protection de type bâche étanche est placée au-dessus des terres, de manière à éviter une nouvelle contamination lors des opérations suivantes.

Les équipements restants (mobiliers, équipements, etc.), sont déposés et conditionnés puis entreposés dans une aire d'entreposage tampon, au fur et à mesure de ces opérations. Les structures métalliques des différents bâtiments « tranchées » sont déconstruites par déboulonnage et découpe des parties métalliques.

B.6.3- Contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier (phase D du démantèlement)

Une fois ces opérations achevées, la phase D de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec les mêmes objectifs de déclassement que pour les autres secteurs de l'INB 56.

B.7- Opérations à réaliser sur le secteur du hangar TFA

Ce hangar est utilisé, tout le long des opérations de démantèlement, comme lieu d'entreposage des déchets TFA générés par les différents chantiers de démantèlement de l'INB 56 (y compris dans la zone du parc d'entreposage) .



Photographie 3 : Vue extérieure du hangar TFA

Le secteur du hangar TFA sera le dernier de l'INB 56 à être démantelé, après avoir été entièrement vidés des déchets TFA entreposés, avec des méthodes similaires à celles mises en œuvre pour l'assainissement et la déconstruction des hangars H1 à H11 (cf. § B.2.2-).

Enfin, la phase D de contrôles radiologiques finaux et de repli du chantier pourra être réalisée, avec l'objectif de confirmer l'atteinte des niveaux de contamination et d'irradiation initialement établi, permettant le déclassement *in fine* de l'ensemble de l'installation.

C. ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE D'INSTALLATIONS ANALOGUES

C.1- Définition et rôle du retour d'expérience (REX)

Le retour d'expérience (ou REX) a notamment pour objectif d'identifier et d'analyser les écarts ou anomalies susceptibles de conduire à une dégradation d'une installation, (voire de générer une situation incidentelle ou accidentelle), mais aussi de faciliter la diffusion des bonnes pratiques en matière d'exploitation.

La mise en œuvre du REX repose sur des échanges techniques réguliers entre exploitants d'installations nucléaires de même type, au niveau national et international. L'efficacité du retour d'expérience est un maillon essentiel dans la recherche permanente du maintien d'un haut niveau de sûreté des installations nucléaires, que celles-ci soient en phase d'exploitation ou en phase de démantèlement.

Dans le cas de l'INB 56, le REX se focalise sur l'examen des différentes stratégies de démantèlement et plus particulièrement sur les avantages et inconvénients des différents procédés de RCD mis en œuvre jusqu'à présent.

Concernant les problématiques liées aux opérations de démantèlement plus usuelles (comme par exemple la dépose et le démontage d'équipements et/ou de systèmes de ventilation, l'assainissement du génie civil (des parois et des sols) des locaux ou des cellules, etc.), le CEA bénéficie d'un retour d'expérience significatif grâce aux nombreuses opérations de ce type menées sur le Centre de Cadarache ou sur d'autre Centre CEA (Grenoble, Fontenay-Aux-Roses, Saclay, etc.).

Concernant le REX relatif à l'assainissement des sols (cas des tranchées par exemple), le REX de l'assainissement des sols de la STED de Grenoble est pris en compte. Néanmoins, malgré les incertitudes relatives à l'état final de ce type d'assainissement, aucune difficulté particulière n'a été mise en évidence pour l'exécution de ces travaux.

C.2- REX de démantèlement d'installations similaires en France

L'analyse des événements survenus dans des INB en cours de démantèlement est primordiale afin que les opérations de démantèlement actuelles et futures soient réalisées en toute sécurité.

L'INB 56 est actuellement dans une phase de désentreposage des déchets. Les risques présents sur l'installation sont donc principalement liés à la présence de matières radioactives et aux opérations de manutention dans le cadre de la réduction du terme source radioactif.

L'analyse du retour d'expériences d'INB similaires à l'INB 56 en France est basée sur l'étude des comptes rendus d'incidents et d'événements significatifs survenus sur des installations présentant des déchets entreposés dans des conditions similaires à celles de l'INB 56 :

- entreposage en puits,
- entreposage en fosse, en tranchée et sous hangars
- entreposage en piscine,
- réhabilitation des zones polluées de la STED du CEA de Grenoble (INB 36/79).

Les installations concernées par le REX sont notamment des INB exploitées par le CEA, mais également des installations d'entreposage ou de stockage de déchets exploitées par l'Andra ou EDF :

- Centre CEA de Cadarache :
 - ✓ INB 164 CEDRA,
 - ✓ INB 22 MCMF - Cadarache,
 - ✓ INB 121 irradiateur de Cadarache,
 - ✓ INB 22 PEGASE - Cadarache,
- Centre CEA de Saclay-Fontenay-aux-Roses :
 - ✓ INB 72 - zone de gestion de déchets radioactifs solides,
 - ✓ INB 165 « procédé » et 166 « support », Fontenay-Aux-Roses,
- Centre CEA de Marcoule :
 - ✓ Usine UP1,
 - ✓ MAR 400,
- Centres Andra :
 - ✓ CSTFA - Centre de l'Aube
 - ✓ CSFMA - Centre de stockage de l'aube,
 - ✓ CSM - Centre de stockage de la Manche,
- CNPE de Chinon.

C.2.1- Entreposage de déchets en puits

Les fosses de la zone du parc d'entreposage de l'INB 56 sont notamment destinées à entreposer des déchets radioactifs en puits. Plusieurs événements liés à l'entreposage des déchets en puits ont été recensés dans des installations du même type. Le risque « manutention » est récurrent sur ce type d'entreposage. Les paragraphes suivants proposent un résumé des actions mises en place sur l'INB 56 suite à l'analyse de ces événements :

Descriptif de l'évènement	Actions INB 56
Dégradation de colis, entraînant des difficultés technique à leur reprise.	Les fosses 1 à 4 contiennent des fûts non bloqués en puits. Ces déchets seront repris dans le cadre du projet Vrac-MI. Il a donc été recommandé dans le cadre du projet Vrac-MI de prendre en compte une éventuelle dégradation du fond des fûts à extraire.
Conception des câbles des équipements de reprise ayant entraîné une chute de colis lors de reprise.	Les châteaux utilisés dans le cadre du projet RFR pour la reprise des colis 500L MI en puits sont les châteaux 5 t et 17 t de type GMES (châteaux de transfert et de transport). Les câbles des châteaux utilisés sur le projet RFR sont des câbles serts ; aucun serre-câble n'est ainsi utilisé. Les châteaux font l'objet d'un contrôle annuel.
Mauvaise tenue au vide de ventouse de préhension pour des reprises de colis en puits.	La procédure d'extraction des colis en puits, lors de la reprise des colis 500L MI des puits à l'aide d'un château, prévoit un centrage de la ventouse à l'aide d'une caméra et d'une pince de guidage et un essai de préhension du colis avec la pesée du colis. Ce système a démontré sa fiabilité lors du remplissage des puits. En outre, les ventouses de préhension font l'objet de contrôles périodiques. Ces dispositions limitent donc le risque d'occurrence d'un tel événement.
Emballage de déchets non identifié lors de l'analyse historique des entreposages.	Les colis 500L MI des fosses F5 et F6 proviennent tous de l'INB 37, la présence d'un autre conditionnement est exclue. Concernant les fosses F1 à F4, la majorité des déchets restant après l'opération Vrac-FI sera repris dans le cadre de l'opération Vrac-MI. Les déchets encore présents à la fin de l'opération Vrac-MI (cas particulier de l'alvéole 31 qui contient un monolithe de béton dont le contenu est peu ou pas connu, et éventuellement quelques déchets qui ne pourront être repris par Vrac-MI) seront traités par des moyens spécifiques adaptés.

Tableau 1 : Événements recensés liés à l'entreposage des déchets en puits et actions de l'INB56

C.2.2- Entreposage de déchets en alvéoles, en tranchées et sous hangar

En plus des puits, l'INB 56 entrepose des déchets en alvéoles (fosses F1 à F4), en tranchées et sous hangars. Plusieurs évènements concernant ces types d'entreposage ont été recensés dans d'autres installations nucléaires. Les paragraphes suivants en proposent une analyse et déclinent les actions préventives en place sur l'INB 56.

Descriptif de l'évènement	Actions INB 56
Chute d'un fût en cours de déchargement en mode manuel suite à collision avec son transconteneur.	<p>L'installation dispose également de consignes et procédures vis-à-vis du risque de manutention :</p> <ul style="list-style-type: none"> • consigne de déplacement du portique 300 kN, • consigne de manutention des colis de déchets, <p>certains chantiers disposent en plus de procédures spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • manutention des colis, • mode opératoire de chargement - déchargement de conteneurs. <p>De plus, comme le précise la consigne générale de sécurité de l'INB 56, les intervenants sont habilités à l'utilisation des appareils de manutention, les habilitations sont régulièrement contrôlées, notamment au niveau du suivi des recyclages.</p>
Mesure de contamination surfacique de colis de déchets supérieure aux normes d'acceptation sur INB.	<p>Les contrôles systématiques pratiqués sur chaque colis lors de leur réception sont les contrôles du débit de dose et de la contamination surfacique labile des colis effectués par le SPR de l'installation et les contrôles physiques des colis (contrôle visuel de l'état des colis). Ces contrôles sont formalisés sur les « fiches de réception », conformément à une procédure.</p> <p>En cas de non-conformité sur un colis entrant, la conduite à tenir est de prévenir le responsable d'exploitation et le chef d'installation, informer le producteur primaire, enquêter sur l'origine de l'anomalie, remettre en conformité le colis en le décontaminant suivant les consignes données par le SPR, ou retourner le colis au producteur primaire.</p>

Tableau 2 : Évènements recensés liés à l'entreposage des déchets en alvéoles, en tranchées et sous hangar et actions de l'INB56

C.2.3- Entreposage en piscine

L'INB 56 était destinée à maintenir en entreposage sous eau des Éléments Combustibles Irradiés (ECI). La reprise de l'ensemble des conteneurs d'ECI s'est achevée en juillet 2004. Les opérations de vidange des effluents des piscines ont été réalisées. Plusieurs événements liés à l'entreposage des déchets en piscine ont été recensés dans les INB. Les paragraphes suivants en proposent une analyse et déclinent les actions mises en place sur l'INB 56.

Descriptif de l'évènement	Actions INB 56
Départ de feu à la suite d'essais de découpe par disquetteuse en téléopération.	Les opérations d'assainissement des piscines feront l'objet d'un dossier de sûreté spécifique et de déclaration auprès de l'ASN. Comme pour tout dossier de sûreté spécifique, le risque incendie sera étudié.
Coactivité ayant entraîné une vidange de d'effluents de tuyauteries lors de travaux de démantèlement.	<p>Le risque de coactivité, appréhender de façon générique pour l'ensemble des travaux de RCD, est traité à travers :</p> <ul style="list-style-type: none">• les plans de prévention,• les réunions hebdomadaires de coactivité,• l'autorisation de travail journalière formulée aux différents chantiers après vérification que les risques de coactivité sont pris en compte. <p>Les opérations d'assainissement des piscines feront l'objet d'un dossier de sûreté spécifique et de déclaration auprès de l'ASN. Comme tout dossier de sûreté spécifique, le risque de coactivité et le phasage des opérations y seront détaillés.</p>

Tableau 3 : Évènements recensés liés à l'entreposage des déchets en piscine et actions de l'INB56

C.2.4- Réhabilitation des zones polluées de la STED du CEA de Grenoble (INB 36/79)

Dans le cadre des travaux de démantèlement de l'INB 36/79 (Station de Traitement des Effluents et des Déchets radioactifs) et de la dénucléarisation du site du CEA de Grenoble initiée en 2002, une méthodologie de réhabilitation des aires extérieures et des terres sous bâtiments a été définie puis mise en œuvre. Un retour d'expérience applicable au cas de l'INB 56, qui va également nécessiter *in fine* des travaux de réhabilitation des terres situées dans l'environnement des fosses, des piscines et des tranchées (phase C du démantèlement), est donc disponible.

L'aire extérieure de la STED permettait d'une part la circulation du personnel, du matériel et d'autre part l'entreposage et la circulation de déchets TFA. Les travaux de réhabilitation des terres polluées de cette aire extérieure et des sols sous bâtiments ont été effectués en parallèle des travaux d'assainissement et de démantèlement des bâtiments.

La méthodologie retenue pour la gestion des terres polluées, en accord avec l'ASN, a essentiellement consisté :

- à prioritairement retirer la pollution, en mesure de gestion prioritaire, conformément à la politique nationale en matière de gestion des sites et sols (potentiellement) pollués pour les installations classées,
- en la mise en œuvre d'une démarche d'optimisation pour atteindre un état final conduisant à un impact résiduel le plus faible possible lorsque toute la pollution ne pouvait être retirée dans des conditions technico-économiques raisonnables,
- en la prise en compte des spécificités des contaminations radioactives et de la réglementation des INB (notamment le zonage déchets). Il a notamment été nécessaire de définir des critères de mesures radiologiques de la phase de diagnostic pour tenir compte de l'absence de bruit de fond naturel pour les radionucléides artificiels.

Les travaux réalisés ont d'abord consisté en une identification préalable sur la base de l'historique d'exploitation de l'INB et une caractérisation radiologique et chimique par des mesures par spectrométrie gamma en surface et des sondages/prises d'échantillons analysés en laboratoire des zones concernées (reclassées ZC suite à l'identification d'une pollution potentielle ou avérée).

Une fois le périmètre des travaux de réhabilitation défini, les travaux se sont poursuivis par l'excavation des terres polluées à l'aide de moyens mécaniques usuels, tout en assurant la propreté radiologique des chantiers. Les terres excavées ont enfin été mises au déchet dans les filières adaptées, après conditionnement en big-bags.

Des contrôles de premier niveau (mesures directes à la sonde gamma, mesures par spectrométrie gamma *in situ*, prélèvements) et de deuxième niveau (mesures surfaciques directes, mesures massiques directes par spectrométrie gamma *in situ*), ont ensuite été comparés aux critères de décision définis précédemment afin de vérifier l'atteinte de l'objectif attendu ou du niveau d'activité résiduel.

De ces opérations, on peut tirer le REX suivant :

- les études préliminaires réalisées n'ont pas permis d'identifier toutes les zones en raison du bruit de fond lors des caractérisations initiales qui a masqué certaines zones, mais aussi la présence des bâtiments,
- la disparité des pollutions (en origine, nature (spectre) et migration/étendue) conduit à gérer individuellement l'objectif et les critères de vérification pour chacune des zones identifiées plutôt que d'appliquer une démarche globale à l'INB,
- le REX du chantier de la première zone traitée a notamment conduit à retenir une marge pour les excavations suivantes,
- en vue de faciliter la gestion des déchets et de leur entreposage, le concept de colis calibré a été créé et a constitué un point positif (les colis ont été regroupés par famille pour faciliter leur gestion et réduire leur durée d'entreposage),

En conclusion, la démarche appliquée par le CEA, en accord avec l'ASN, a pu être menée à son terme sans difficulté majeure même si le recensement et le regroupement des archives historiques de l'installation a été difficile (en particulier pour ce qui concerne le marquage chimique des sols).

C.3- REX des installations similaires à l'étranger

C.3.1- Recommandations de l'AIEA

Les exigences de conception des installations de stockage des déchets radioactifs ont grandement évolué depuis les débuts de l'industrie nucléaire. De nombreux pays sont ainsi concernés par la reprise et le traitement des déchets présents dans d'anciens lieux de stockage. Face à cette problématique, l'AIEA a publié un rapport technique intitulé « Technical Reports Series No. 456 Retrieval and Conditioning of Solid Radioactive Waste from Old Facilities ».

L'objectif de ce document est d'établir une méthodologie pour les projets de reprise et de reconditionnement de déchets radioactifs historiques, et d'identifier les solutions techniques à mettre en place. Pour cela, l'AIEA s'est appuyé sur les différents projets de reprise initiés, voir achevés, à travers le monde. Les principaux points abordés dans ce document sont listés ci-dessous :

- caractérisation des déchets entreposés,
- collecte et analyse de la documentation propre aux déchets,
- investigations et mesures complémentaires,
- planification d'un projet de reprise et conditionnement,
- prise en compte des risques d'irradiation et de dissémination,
- process de reprise des déchets,
- tri des déchets,
- moyens de caractérisation des déchets extraits,
- conditionnement, entreposage et transport des déchets.

C.3.2- Échanges avec l'étranger

Plusieurs visites d'installations à l'étranger ont été initiées par le CEA au titre de retour d'expérience sur les projets de reprise de l'INB 56. En septembre 2006, une équipe du CEA s'est rendu au Royaume-Uni pour rencontrer le personnel d'ASSYSTEM-UK impliqué dans un projet de reprise de déchets radioactifs (poubelles) entreposés en puits (projet Retrieval Machine N°2). En effet, ce projet de reprise comportait de grandes similitudes avec le projet FOSSEA du CEA.

Cette visite a fait l'objet d'un compte rendu et a mis en évidence les points suivants :

- importance de la procédure de contractualisation permettant des contacts étroits avec les industriels pour sélectionner *in fine* l'offre la plus adaptée,
- choix d'un dispositif d'extraction démontable permettant de traiter l'ensemble des puits tout en limitant les charges manutentionnées,
- volonté de ne pas ouvrir les emballages primaires avec ce dispositif (seules des opérations d'extraction et de mise en sécurité dans un sur conteneur sont réalisées ; les déchets sont évacués pour un traitement ultérieur et déporté).

En novembre 2006, une équipe du CEA s'est rendu sur le site de Belgoprocess à Desse (Belgique) pour recueillir le retour d'expérience d'un projet qui consiste en la reprise et le conditionnement des déchets actuellement entreposés en fosses et sous hangar sur deux zones (HRA et SOLARIUM).

Comme sur l'INB 56, la zone HRA est constituée de diverses fosses bétonnées enterrées non ventilées et protégées des intempéries par une couverture métallique. Les aménagements des fosses sont également similaires : alvéoles non aménagées avec déchets déposés « en vrac », et alvéoles partiellement aménagées avec différents conditionnements. Un hangar de couverture de la zone HRA a été mis en place.

La zone SOLARIUM couvre une surface d'environ 50 x 50 m couverte par une couverture métallique. Divers types de conteneurs en béton contenant un ou plusieurs conteneurs primaires sont entreposés en surface. Elle présente ainsi de fortes similitudes avec l'entreposage sous hangar de l'INB 56. L'installation B280 X, dédiée à la reprise des déchets de la zone HRA zone SOLARIUM a été construite (cellule de caractérisation, cellule de compactage, zone de chargement, zone d'entrepôts, etc.)

Cette visite a permis d'aborder en détails les aspects liés au dimensionnement de l'équipe d'exploitation et à la nécessité de disposer de zones de travail suffisamment grandes pour intégrer des équipements non prévus à l'origine du projet.

D. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE RETENUE POUR L'ANALYSE DES RISQUES

D.1- Cas général

L'analyse des risques est basée sur des méthodes déterministes pour ceux dont l'origine est interne, ou probabiliste, dans le cadre de certaines agressions d'origine externe. L'analyse a été conduite pour chaque opération de démantèlement prévue, 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 d'action et de limitation des conséquences,
- définition et analyse des situations de cumuls plausibles d'événements entre les différentes agressions internes étudiées précédemment,
- définition du ou des scénarios types, dont les conséquences radiologiques et/ou chimiques sont enveloppes de toutes les situations accidentelles envisageables pour chaque opération (« accidents enveloppes des opérations »).

La dernière étape de la démarche consiste à vérifier que les conséquences des accidents enveloppes des opérations précédemment identifiés sont toutes couvertes par celles de l'accident de référence retenu pour l'installation.

D.2- Risques liés aux actes de malveillance

Les risques liés aux actes de malveillance d'origines interne et externe font l'objet d'études spécifiques relevant d'un cadre classifié et soumises à l'approbation de l'autorité compétente (Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité). Pour des raisons de sécurité, ces études ne sont pas indiquées dans l'EMR.

E. INVENTAIRE DES RISQUES PRESENTS DANS L'INSTALLATION

E.1- Risques nucléaires

Le tableau suivant présente la présence (OUI) ou l'absence (NON) de chaque risque nucléaire dans chacun des secteurs de l'installation.

Secteur Risque	Hangars	Fosses anciennes (période d'exploitation ¹)	Fosses récentes	Piscines	Tranchées	Hangar TFA
Criticité	O	O	O	N	O	N
Dissémination radioactive	O	O	O	O	O	O
Exposition interne	O	O	O	O	O	O
Exposition externe	O	O	O	O	O	O
Radiolyse	O	O	O	N	O	N

Tableau 4 : Liste des risques nucléaires considérés par secteur de l'INB 56

¹ Pour les fosses anciennes, la présente analyse ne présente que les risques liés aux étapes d'exploitation de l'installation de RCD Vrac-MI.

E.2- Agressions d'origine interne

Secteur Agression	Hangars	Fosses anciennes ²	Fosses récentes	Piscines	Tranchées ³	Hangar TFA
Émission de projectiles	O	O	O	N	O	N
Défaillance d'équipements sous pression	N	N	O	N	O	N
Collision et chute de charge	O	O	O	O	O	O
Explosion interne	N	O	O	N	O	N
Incendie interne	O	O	O	O	O	O
Inondation interne	O	O	O	N	O	N
Émission de substances dangereuses (risque chimique)	N	N	O	N	O	N
Risque de corrosion	O	O	O	N	N	N
Perte d'alimentation électrique	O	O	O	O	O	N
Perte de la ventilation	O	O	O	O	O	N
Perte de l'alimentation en air comprimé	O	O	O	N	N	N
Perte de l'alimentation en azote	N	O	N	N	N	N
Perte d'alimentation en eau industrielle	N	O	N	N	N	N
Perte du contrôle commande	N	O	N	N	N	N
Perte de la surveillance	O	O	O	O	O	O
Risque lié au sodium et aux matières pyrophoriques	N	O	N	N	N	N
Risque lié à la circulation de matériels et du personnel	O	O	O	N	N	N
Risque lié aux Facteurs Organisationnels et Humains	O	O	O	N	O	O

² Pour les fosses anciennes, la présente analyse ne présente que les risques liés aux étapes d'exploitation de l'installation de RCD Vrac-MI.

³ Pour les tranchées, la présente analyse ne présente que les risques liés aux étapes d'exploitation de l'installation de RCD des tranchées T1, T3, T4 et T5.

Secteur / Agression	Hangars	Fosses anciennes ²	Fosses récentes	Piscines	Tranchées ³	Hangar TFA
Coactivité	O	O	O	O	O	N

Tableau 5 : Liste des agressions d'origine interne considérées par secteur de l'INB 56

E.3- Agressions d'origine externe

Secteur / Agression	Hangars	Fosses anciennes ⁴	Fosses récentes	Piscines	Tranchées ⁵	Hangar TFA
Risque induit par les activités industrielles	O	O	O	O	O	N
Risque induit par les voies de communication	O	O	O	O	O	N
Chute d'aéronefs	O	O	O	O	O	O
Risque lié aux installations environnantes	O	O	O	O	O	O
Séisme	O	O	O	O	O	O
Foudre et interférences électromagnétiques d'origine externe	O	O	O	O	O	N
Conditions météorologiques ou climatiques extrêmes	O	O	O	O	O	O
Incendie d'origine externe	O	O	O	O	O	N
Inondation d'origine externe	O	O	O	O	O	N
Risque d'éboulement de talus	N	N	N	N	O	N

Tableau 6 : Liste des agressions d'origine externe considérées par secteur de l'INB 56

⁴ Pour les fosses anciennes, la présente analyse ne présente que les risques liés aux étapes d'exploitation de l'installation de RCD Vrac-MI.

⁵ Pour les tranchées, la présente analyse ne présente que les risques liés aux étapes d'exploitation de l'installation de RCD des tranchées T1, T3, T4 et T5.

F. DISPOSITIONS ENVISAGÉES POUR LA MAÎTRISE DES RISQUES

Une démarche dite « de défense en profondeur » est appliquée. Comme pour la phase d'exploitation des installations, les opérations de démantèlement doivent prévoir, pour chaque risque potentiel :

- des mesures spécifiques de prévention permettant de diminuer la probabilité d'occurrence des accidents,
- des mesures de surveillance et de détection des situations anormales ou accidentelles,
- des mesures visant à limiter les conséquences des accidents vis-à-vis du personnel, du public et de l'environnement, dans le cas où un événement s'est produit malgré les mesures de prévention et de surveillance.

De façon générale, les travaux de démantèlement conduisent à ouvrir les barrières de confinement de la contamination, et à utiliser, entre autres, des moyens de découpe qui peuvent être un facteur du risque de dissémination de la contamination. En outre, ces travaux peuvent être réalisés à proximité de sources de rayonnements.

F.1- Risques d'origine nucléaire

F.1.1- Risque de criticité

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque de criticité est lié à la présence de matières fissiles (dont les principales sont l'uranium 235 et le plutonium 239). Une réaction de criticité est une réaction en chaîne de fission nucléaire non désirée et susceptible d'entraîner une exposition externe inacceptable du personnel (exposition aigue accidentelle pouvant conduire au décès des opérateurs se trouvant dans l'environnement proche de la source de rayonnements ionisants) et de conduire parallèlement à des rejets de produits de fission dans l'environnement.

Dans l'INB 56, le risque de criticité est lié à la présence de matières fissiles contenues principalement dans les déchets radioactifs solides entreposés dans l'installation à l'état initial du démantèlement, et enfin potentiellement accumulées dans les équipements au cours des opérations de traitement de ces objets.

Dispositions de maîtrise du risque

L'analyse de sûreté-criticité a pour objectif de définir les dispositions matérielles, organisationnelles et humaines qui visent à :

- prévenir le risque de criticité,
- détecter suffisamment tôt toute anomalie susceptible de remettre en cause la maîtrise du risque de criticité,
- limiter les conséquences d'un potentiel accident de criticité.

Les dispositions générales retenues pour éliminer tout risque d'accident de criticité reposent sur le respect du principe de double défaillance. Un accident de criticité ne doit en aucun cas découler d'une seule anomalie. Si un accident de criticité peut découler de l'apparition simultanée de deux anomalies, il est alors démontré que :

- les deux anomalies sont indépendantes,
- la probabilité d'occurrence de chacune des deux anomalies est suffisamment faible,
- chaque anomalie est mise en évidence à l'aide de moyens appropriés et fiables, permettant la réparation ou la mise en place de mesures compensatoires dans un délai adéquat.

En pratique, la maîtrise du risque de criticité repose sur le respect d'un ou plusieurs modes de contrôle dans des unités géographiques distinctes, appelées Unités de Criticité, auxquelles sont associés un ou plusieurs milieux fissiles de référence. Pour l'INB 56, les modes de contrôle retenus sont essentiellement la masse et la masse couplée à la géométrie.

Mode de contrôle

Un mode de contrôle est défini par une limite imposée à l'un ou plusieurs des paramètres de criticité suivants : masse de matières fissiles, dimensions géométriques des équipements, concentration en matières fissiles, quantité de matières modératrice, concentration en poisons neutroniques.

Milieu fissile de référence

Milieu fissile enveloppe en termes de réactivité de ceux susceptibles d'être présents dans l'installation et conduisant, suite à l'étude des configurations normales et anormales, aux limites associées aux paramètres de criticité les plus pénalisantes compte tenu du mode de contrôle retenu.

L'analyse sûreté-criticité d'une opération comprend :

- la définition et la justification des milieux fissiles de référence,
- le choix des modes de contrôle adaptés aux risques présents,
- l'établissement des limites associées aux modes de contrôle retenus et la définition des dispositions matérielles ou organisationnelles et humaines permettant de garantir, en fonctionnement normal ou anormal, le respect de ces limites,
- la mise en place de dispositions complémentaires afin de respecter le principe de double défaillance.

Au niveau des hangars, les dispositions prises à l'égard de ce risque sont des mesures préventives basées sur la limitation des quantités de matières fissiles présentes dans les déchets entreposés. Les colis mis en entreposage pouvant contenir une masse de matière fissile suffisamment importante pour présenter un risque potentiel sont les coques béton de 500 litres contenant un fût de 223 litres de boues, de cendres ou de concentrats et les conteneurs de 870 litres de déchets solides.

Les quantités de matières fissiles prises en compte sont celles déclarées par les producteurs. Le mode de contrôle retenu pour garantir la sûreté-criticité des entreposages est la limitation de la masse de matières fissiles par unité de surface (densité surfacique).

Au niveau des fosses anciennes, le risque de criticité provient de la présence de matières fissiles ou de déchets contaminés par du combustible au sein des déchets présents dans les fosses. Ce risque est présent lors des opérations d'extraction et de reprise des déchets susceptibles de modifier la géométrie et éventuellement la modération de la matière fissile contenue dans les colis. Il est également présent lors des opérations de tri, de reconditionnement dans l'UTR et d'entreposage des colis reconditionnés, ces opérations étant susceptibles de modifier les quantités de matières fissiles, la géométrie et l'agencement des colis.

La gestion des déchets par un mode de contrôle par la masse lors de la reprise et transfert repose essentiellement sur les spécifications d'acceptation de la prise en charge dans l'INB 56 des déchets entreposés dans les fosses F1 à F4 (et sur l'analyse de l'historique des gestions d'entreposages des colis), et sur la mesure systématique du déchet extrait réalisée à l'intérieur de l'UTR.

Au niveau des fosses récentes, la prévention des risques de criticité repose sur la limitation des masses de matières fissiles dans les colis entrant dans l'installation (cf. spécification de prise en charge des déchets dans l'INB 56) et leur géométrie.

Au niveau des piscines (qui sont vides de combustible et d'effluents, mais contiennent encore des dépôts), les matières fissiles ne sont éventuellement présentes qu'à l'état de traces et ces quantités sont nettement insuffisantes pour générer un risque de criticité.

Au niveau des opérations de reprise, de tri et de reconditionnement des déchets enfouis en tranchées, un mode de contrôle identique est retenu pour toutes les UC, à savoir la limitation du volume de déchets introduits dans chacune des UC. Ainsi, les déchets extraits sont repris au moyen de bac d'un volume limité, puis ces déchets sont triés et conditionnés dans des pots de volume fixe qui font l'objet d'une mesure des quantités de masse fissile (détrompage).

A noter que le REX des opérations de reprise des déchets enfouis dans la tranchée T2 a permis de montrer que la masse de matières fissiles (MF) était en général inférieure à 5 g par volume unitaire de 100 L, avec dans quelques cas des masses pouvant atteindre quelques dizaines de grammes, ce qui permet de conclure que le risque de criticité est extrêmement faible.

Enfin, au niveau du hangar TFA, les déchets TFA ne peuvent contenir de matières fissiles qu'à l'état de traces et les quantités mises en œuvre sont donc nettement insuffisantes pour engendrer une réaction de criticité.

L'analyse détaillée de sûreté-criticité conclut à l'absence de zones susceptibles d'être le siège d'un accident de criticité compte tenu des dispositions prises. Par conséquent, aucun ensemble de détection et d'alarme de criticité n'est mis en œuvre et aucun accident de criticité au niveau de l'installation en cours de démantèlement n'est à prendre en compte dans le plan d'urgence interne du centre du CEA de Cadarache ou dans le plan particulier d'intervention associé au site de Cadarache.

F.1.2- Risque de dissémination radioactive

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Dans l'INB 56, le risque de dissémination de matières radioactive provient essentiellement :

- de la présence dans les hangars de déchets contaminés et des opérations qui sont effectuées dans les bâtiments de reconditionnement (blocs-cellules Vrac-FI, ATC),
- de la présence dans les fosses anciennes de déchets contaminés dont l'intégrité des conditionnements peut ne plus être assurée après un entreposage de plusieurs dizaines d'années ou bien remise en cause par les opérations de reprise des déchets et de tri avant reconditionnement réalisées dans l'installation Vrac-MI,
- des opérations (manutention, décontamination) faites sur des colis entreposés en fosses récentes dont l'enveloppe est potentiellement contaminée,
- de la présence de matériels contaminés, du béton des parois et du fond des piscines qui est contaminé,
- de la présence et de la manipulation des déchets radioactifs, de matériels contaminés, dans le cadre des opérations de reprise des déchets des tranchées,
- dans une moindre mesure, de la présence dans le hangar TFA de déchets contaminés et des opérations qui y sont effectuées.

De manière générale, les travaux de démantèlement conduisent à ouvrir les barrières de confinement de la radioactivité et à utiliser, entre autres, des moyens de découpe qui peuvent être un facteur de risque de dissémination. Le risque de dissémination dans l'INB 56 provient donc essentiellement de la réalisation d'opérations (manutention, extraction, tri et reconditionnement, découpe, etc.) sur des éléments contenant des substances radioactives, des déchets, des équipements ou des structures.

La dissémination de substances radioactives, par voie atmosphérique ou liquide, est susceptible d'entraîner :

- une contamination surfacique ou atmosphérique,
- une exposition interne du personnel aux rayonnements ionisants (cf. risque d'exposition interne),
- un rejet à l'environnement pouvant conduire *in fine* à une exposition du public (cf. risque d'exposition interne).

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les principales mesures de prévention du risque de dissémination sont :

- la caractérisation du niveau de risque radiologique lors des opérations : en préalable de la réalisation d'une opération, le niveau de risque radiologique de la zone d'intervention est caractérisé en localisant et évaluant le terme source présent et les zones de contamination. Cette caractérisation permet de définir les exigences relatives au confinement de la zone d'intervention, les conditions d'intervention des opérateurs (protections collectives et individuelles), et les modalités de contrôle et surveillance associées à la réalisation des opérations,
- le maintien permanent d'un confinement des substances radioactives adapté au niveau de risque induit par les opérations : Le confinement est assuré par la combinaison d'un confinement statique (barrière physique) et d'un confinement dynamique (système de ventilation). La combinaison de barrières statiques (selon le principe des poupées russes) et dynamiques constitue un système de confinement et permet de prévenir ou de limiter la dispersion de la contamination radioactive hors de ce volume,

- la limitation des sources de dissémination par voie atmosphérique ou par voie liquide : la limitation du risque de dissémination repose sur l'isolement des équipements à démonter pour limiter les risques de transfert de contamination, et la fixation de la contamination résiduelle. Pour la dissémination par voie liquide, des rétentions sont aussi mises en œuvre.

L'objectif du confinement statique est d'assurer la protection du personnel, de l'environnement et du public contre toute contamination radioactive et de maintenir la propreté radiologique des zones confinées. Le confinement statique est composé généralement d'un confinement primaire dont la fonction est de limiter le risque de dissémination de substances radioactives dans les zones de présence du personnel. Ce confinement assure principalement une fonction de « protection du personnel ». Un confinement secondaire dont la fonction est de limiter le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement assure principalement une fonction de « protection de l'environnement et du public ».

A titre d'exemple et sans être exhaustif, les emballages des colis des déchets (d'une manière générale) ainsi que les parois des blocs-cellules ou des zones de l'atelier de l'ATC constituent des barrières de confinement statique dans le secteur de hangars. Les puits et alvéoles, le compartiment blindé, les conteneurs ou les parois de l'UTR forment des barrières de confinement statique au niveau des fosses anciennes. Il en est de même de la cellule blindée et des châteaux de transfert et de transport utilisés au niveau des fosses récentes ou des parois des bâtiments « tranchée » et du bâtiment support au niveau des tranchées.

Le confinement dynamique, assuré par la ventilation, permet de pallier les discontinuités du confinement statique. Il limite le risque de dissémination de substances radioactives à l'intérieur de l'installation, en maintenant un sens préférentiel d'écoulement de l'air et une hiérarchisation des dépressions dans les locaux. Cela permet d'assurer un transfert d'air des zones présentant les risques de contamination les plus faibles vers les zones présentant les risques les plus élevés.

C'est notamment le cas de toutes les ventilations nucléaires de l'installation.

La ventilation assure également des fonctions d'assainissement de l'atmosphère des enceintes et locaux, par renouvellement d'air des volumes considérés, et d'épuration des rejets radioactifs atmosphériques en collectant et dirigeant les gaz et aérosols vers des dispositifs de filtrations adaptés (filtres THE) avant rejet à l'environnement.

Filtre THE : Avant rejet via un émissaire, les effluents gazeux passent au travers de filtres destinés à les épurer de tous types de matières mises en suspension (aérosols). Les filtres à Très Haute Efficacité utilisés dans une ventilation nucléaire ont une efficacité supérieure à 99,9 % pour des particules de taille inférieure au micromètre.

Mesures de surveillance

La surveillance du risque de dissémination de substances radioactives a pour objet de s'assurer de la protection du personnel et de l'environnement. Elle repose sur la mise en œuvre d'une série de dispositions :

- les performances associées au confinement statique et dynamique sont vérifiées périodiquement,

- la dissémination de substances radioactives est détectée grâce à la surveillance continue de la contamination atmosphérique des locaux au moyen de dispositifs de mesure en temps réel munis d'alarmes ou de dispositifs de mesure en différé (cf. Figure 16). La surveillance du niveau des cuves et de la présence de liquide dans les rétentions est réalisée au moyen de dispositifs de mesure en temps réel munis d'alarmes,



Figure 16 : Exemple d'appareils de contrôle de la contamination atmosphérique

- le contrôle de la contamination surfacique des matériels et des colis de déchets est effectué avant sortie de la zone d'intervention (cf. Figure 17). De plus, des dispositifs de contrôle de contamination corporelle sont mis à disposition du personnel (cf. Figure 18).



Figure 17 : Appareil de contrôle de la contamination surfacique du matériel



Figure 18 : Appareil de contrôle de la contamination corporelle du personnel

- la surveillance des rejets atmosphériques radioactifs est mise en œuvre au niveau des émissaires de rejets (cheminées) de l'installation (cf. Figure 19).



Figure 19 : exemple d'appareil de mesure de l'activité volumique

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La limitation des conséquences du risque de dissémination de substances radioactives repose sur la mise en œuvre de dispositions visant à diminuer les impacts liés à une dissémination de substances radioactives. En cas de détection d'une dissémination par voie atmosphérique hors du confinement statique établi, la zone impactée est évacuée, et les postes de travail sont mis en sécurité.

Dans ces situations, le personnel présent s'équipe d'un Equipement de Protection des Voies Respiratoires (cf. Figure 20).



Figure 20 : Équipement de Protection des Voies Respiratoires (EPVR)

Lors d'une dissémination par voie liquide, l'équipement à l'origine de la dissémination est isolé et le liquide récupéré au moyen de dispositifs adaptés. Des dispositions visant à maîtriser l'origine de la dissémination sont ensuite mises en œuvre, tout comme un contrôle radiologique et la décontamination éventuelle de la zone impactée. Dans l'éventualité d'une contamination corporelle du personnel, celui-ci est pris en charge par les unités compétentes du centre (SPR et service médical).

F.1.3- Risque d'exposition interne

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque d'exposition interne du personnel est lié aux risques d'inhalation ou d'ingestion de radioéléments lors de leur remise en suspension générée, par exemple, par des opérations sur des éléments contenant de la contamination ou lors de découpe d'objets contaminés.

Le risque d'exposition interne est étroitement lié au risque de dissémination de matières radioactives. Toutes les opérations susceptibles d'être à l'origine du risque de dissémination de matières radioactives présentées au § F.1.2- peuvent entraîner un risque d'exposition interne. L'ensemble des mesures de prévention, de surveillance et de détection et de limitation des conséquences décrites au § F.1.2- est complété par les dispositions présentées ci-dessous.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Organisation de l'intervention

Le personnel affecté aux opérations possède les qualifications et habilitations pour procéder à ce type de travaux et notamment il a suivi une formation sur les risques liés aux travaux dans les INB (formation CEFRI en Prévention des Risques). Le personnel intervenant reçoit une information en radioprotection spécifique aux opérations à réaliser, assurée par le Service de Protection Radiologique (SPR) lors de l'inspection préalable.

Avant toute opération, des réunions d'informations sur les travaux à réaliser seront organisées pour le personnel intervenant. Ces réunions permettront d'insister sur les risques liés aux opérations à réaliser et de rappeler les mesures à prendre en cas d'incident. Les moyens utilisés pour la préparation des opérations sont choisis pour éviter le plus possible une remise en suspension de la contamination.

Les opérations à réaliser sont préparées en concertation notamment avec le SPR et l'ingénieur sécurité de l'installation. Des dispositions sont définies par le prestataire et validées par le CEA à travers des modes opératoires qui spécifient notamment le type de tenue et les équipements de protection individuelle préconisés ainsi que les modalités d'entrée et de sortie de sas et locaux concernés par les opérations.

Mesures de protection

Les mesures de protection reposent sur le respect des règles de radioprotection imposées dans l'installation, qui sont issues de la réglementation et des doctrines de radioprotection du CEA dont celles relatives au port des équipements de protections individuels et des différentes tenues d'intervention.

Les tenues prévues pour les différentes opérations sont adaptées aux risques radiologiques identifiés et analysés au préalable. Le type de tenue et les éventuelles protections individuelles des voies respiratoires sont spécifiées dans les modes opératoires correspondants, validés par le Chef d'Installation en accord avec le SPR et l'ingénieur sécurité de l'installation. Les tenues qui pourraient être utilisées sont présentées dans le tableau suivant :

Personnel de l'installation	<p>Dépose de la tenue de ville</p> <p>Port d'une cotte blanche à bande rouge ou d'une chemisette blanche à bande rouge et d'un pantalon blanc</p> <p>Port de mocassins ou de chaussures de sécurité rouges</p> <p>Pour les travaux salissants, la tenue bleue à bande rouge est tolérée à la place de la cotte blanche à bande rouge.</p> <p>Pour le personnel n'effectuant pas de manipulations de matière ou de matériel radioactif, la tenue simplifiée est tolérée :</p> <ul style="list-style-type: none"> port d'une blouse blanche à bande rouge par-dessus la tenue de ville, port de mocassins ou de chaussures de sécurité.
Personnel intervenant	<p>Dépose de la tenue de ville</p> <p>Port d'une cotte blanche à bande rouge</p> <p>Intervention en zone jaune contaminante :</p> <ul style="list-style-type: none"> Tenue TYVEK et port de l'APVR, Tenue Etanche Ventilée (TEV) avec utilisation d'air respirable (ARI).
Visiteurs	<p>Port d'une blouse par-dessus la tenue de ville</p> <p>Port de surbottes</p>

Tableau 7 : Types de tenues prévues

Des zones d'habillage et de déshabillage pour le port des équipements de protection et le contrôle du personnel sont aménagées dans les sas et locaux nécessaires aux opérations. Concernant les protections individuelles des voies respiratoires disponibles :

Personnels intervenants	<p>L'EPVR sera tenu à proximité du personnel intervenant.</p> <p>Utilisation de l'ARI.</p>
Visiteurs	<p>Des mallettes d'évacuation sont mises à disposition à différents endroits de l'INB 56 en cas d'alerte.</p>

Tableau 8 : Protection individuelles des voies respiratoires

Systèmes de surveillance

Des alarmes sonores et visuelles situées dans les zones où ont lieu les opérations sont associées aux systèmes de détection. Le système de surveillance fixe de l'INB est équipé d'un report d'alarmes vers le tableau local de téléalarme et le PCS du centre. Les systèmes de détection mobiles sont pourvus de deux seuils d'alarmes. La valeur de chacun de ces seuils est fixée par le Chef d'Installation en accord avec le SPR en fonction des opérations, du type de local et du retour d'expérience.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Le personnel intervenant dans le cadre du chantier doit appliquer les consignes suivantes en cas d'alarme : arrêt des travaux, port de l'EPVR, mise en sécurité et évacuation de la zone. Dans le respect des consignes générales de radioprotection, en cas de suspicion d'inhalation ou d'ingestion de contamination, le personnel est dirigé vers le Service de Santé au Travail (SST) du centre.

F.1.4- Risque d'exposition externe

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque d'exposition externe aux rayonnements ionisants provient de la présence de substances radioactives dans les déchets, les équipements et les structures de l'INB 56 devant être démantelés. L'exposition externe aux rayonnements ionisants est susceptible d'entraîner une surexposition du personnel.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Une démarche d'optimisation de la radioprotection dite ALARA (« As Low As Reasonably Achievable ») est appliquée, afin de réduire les doses reçues par le personnel d'intervention (tant pour l'exposition interne que pour l'exposition externe) à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, en deçà de la limite réglementaire.

Des investigations radiologiques sont réalisées systématiquement sous forme de cartographies en préalable des opérations afin de valider la cohérence des données radiologiques initiales avec les conditions définies d'intervention.

Sur la base de ces investigations, un zonage radioprotection est établi (cf. Figure 21). Ce zonage est mis en œuvre afin de classer chaque zone de l'installation en fonction du niveau de risque radiologique présent (le classement prend en compte l'exposition externe mais aussi l'exposition interne).

Des vérifications de cohérence du zonage radioprotection sont effectuées périodiquement, notamment après chaque modification pouvant impacter le niveau d'irradiation. Les modalités d'accès ainsi que les équipements de protection individuels sont adaptés au zonage radioprotection dans lequel les opérateurs évoluent.

Zonage radioprotection		Organisme entier	Équivalence en contamination atmosphérique (RCA ⁽⁶⁾)
Zone	Couleur		
Non délimitée		Dose efficace < 80 µSv/mois	
Surveillée	Bleu	Dose efficace < 1,25 mSv intégrée sur un mois	< 0,3 RCA
Contrôlée	Verte	Dose efficace < 4 mSv intégrée sur un mois Dose efficace < 2 mSv intégrée sur une heure	< 1 RCA
	Jaune	Dose efficace < 2 mSv intégrée sur une heure	< 80 RCA
	Orange	Dose efficace < 100 mSv intégrée sur une heure	< 4 000 RCA
	Rouge	Dose efficace > 100 mSv intégrée sur une heure	≥ 4 000 RCA
D'opération	Rouge	Dose efficace < 0,025 mSv intégrée sur une heure	
D'extrémités	Grise	Dans les situations où les zones surveillées et contrôlées ne permettent pas de maîtriser l'exposition des extrémités et de garantir le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle	
Radon (origine géogénique)		Dose efficace due exclusivement au radon > 6 mSv/an	

Figure 21 : Zonage radioprotection des locaux d'intervention

Des critères spécifiques de classement du zonage sont considérés pour l'exposition externe (équivalent de dose au niveau du cristallin ou des extrémités) et pour l'exposition interne (niveau de contamination atmosphérique). L'ensemble des critères est pris en compte dans l'établissement du classement du zonage radioprotection.

Les débits de dose sont limités autant que raisonnablement possible par l'emploi d'écrans de protection d'épaisseur et de géométrie adaptées aux sources de rayonnements ionisants, comme par exemple :

- la matrice (liant hydraulique) et type des colis de déchets constitués en fin d'opérations de reconditionnement,
- les parois des procédés de traitement des déchets (cellules blindées de l'UTR),
- les équipements et matériels mis en œuvre (conteneur de déchets, compartiment blindé pour les fosses anciennes, enceinte blindée et châteaux de transfert et de transport pour les fosses récentes, conteneurs des déchets et parois du bâtiment support des tranchées, etc.).

Les quantités de substances radioactives dans l'installation sont limitées autant que possible. Ainsi, les déchets radioactifs produits lors du démantèlement et présents dans les différents locaux sont traités et évacués de façon régulière après entreposage dans des zones dédiées.

⁶ La grandeur opérationnelle de l'exposition interne est le Repère de Concentration Atmosphérique (RCA). Pour un radionucléide donné, 1 RCA correspond à l'activité volumique moyenne (Bq/m³) qui conduit, à la suite de l'exposition par inhalation d'une personne pendant une heure, à une dose efficace engagée de 25 µSv. Elle est définie comme suit :

$$RCA (Bq/m^3) = \frac{25 \cdot 10^{-6} (Sv)}{D_r (m^3/h) \cdot 1(h) \cdot DPUI (Sv/Bq)}$$

où :

- D_r : débit respiratoire d'une personne au travail : 1,2 m³/h
- DPUI : dose par unité d'incorporation d'un radionucléide, exprimée en Sv/Bq
- RCA : repère en concentration atmosphérique, exprimé en Bq/m³

En fonction du niveau d'irradiation dans les zones d'intervention, une intervention à distance ou des techniques adaptées sont utilisées afin de limiter le temps de présence des opérateurs à proximité des sources de rayonnements ionisants. Ce principe a notamment fortement conditionné les choix de conception des équipements et des installations de reprise, de tri et de reconditionnement des déchets (par exemple : large recours à la télé opération dans l'installation Vrac-MI, utilisation d'équipements déportés pour le traitement des parois des piscines, opérations télé opérées de reprise des déchets entreposés dans les tranchées, etc.).

De même, pour les opérations entraînant des doses significatives, des essais en inactif ou des chantiers pilotes peuvent être réalisés pour optimiser les temps d'opération. Des protections radiologiques complémentaires adaptées au niveau du risque peuvent être mises en place dans les différentes zones d'intervention, l'objectif étant d'abaisser le débit de dose ambiant.

Les opérateurs intervenant dans les zones délimitées de l'installation disposent des formations et habilitations nécessaires au bon déroulement des différentes opérations et à la limitation des doses intégrées.

Systèmes de surveillance

La surveillance du niveau d'irradiation est assurée de manière collective et individuelle. Le débit d'équivalent de dose ambiant dans les locaux ou lors des opérations est suivi en temps réel par des balises d'irradiation fixes ou mobiles configurées avec des seuils d'alarme prédéfinis par le SPR. Le niveau d'exposition des locaux est aussi mesuré périodiquement au moyen d'appareils portatifs et en différé au moyen de dosimètres de zone.

Le suivi de l'exposition des opérateurs est assuré par un dosimètre opérationnel (cf. Figure 22) permettant la mesure en temps réel de la dose intégrée par l'opérateur, équipé d'alarmes à seuils réglables en « débit de dose » et en « intégration radiologique », et d'un dosimètre passif permettant la mesure en différé de la dose intégrée par l'opérateur conformément à la législation.



Figure 22 : Dosimètre opérationnel (à gauche) et dosimètre passif (à droite)

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En cas de déclenchement d'alarme sur une balise d'irradiation ou d'alarme sur les dosimètres opérationnels :

- les opérations en cours sont arrêtées et mises en sécurité,
- le personnel évacue la zone,
- le SPR est alerté, recherche les causes de l'évènement et définit la procédure à suivre.

F.1.5- Risque de radiolyse

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le dégagement de gaz de radiolyse résulte principalement de l'effet de la radioactivité alpha sur les matières hydrogénées (eau, plastique, etc.) ou organiques présentes. Les gaz formés (principalement de l'hydrogène) peuvent aboutir à la création d'une atmosphère potentiellement explosive, si la teneur en hydrogène dans l'air est supérieure ou égale à 4 %.

Le risque de radiolyse est potentiellement présent notamment au niveau des déchets entreposés encore présents à l'état initial et des colis de déchets finaux produits lors des opérations de démantèlement. La conséquence potentielle d'une explosion d'hydrogène vis-à-vis de la sûreté de l'installation est l'endommagement d'équipements ou de systèmes assurant ou participant à une fonction de protection des intérêts.

Nota : Le risque de radiolyse est absent au niveau des secteurs des piscines et du hangar TFA car les matières radioactives ne sont présentes qu'en faibles quantités (traces de contamination dans le béton des piscines et déchets TFA).

Dispositions de maîtrise du risque

Au niveau des hangars, le dégagement d'hydrogène produit par les déchets entreposés n'est pas suffisant pour entraîner un risque d'explosion puisque les conteneurs ne sont pas étanches aux gaz. Au niveau des fosses anciennes (et récentes), l'hydrogène généré par radiolyse s'échappe au fur et à mesure de sa création par les défauts d'étanchéité des puits et des alvéoles (gaz plus léger que l'air). En effet, la cinétique des phénomènes de radiolyse est faible par rapport au taux de fuite des fosses, ce qui ne permet pas une accumulation en quantité dangereuse dans les fosses.

Concernant les opérations de reprise des déchets des fosses anciennes au moyen de l'installation Vrac-MI, les risques de formation d'atmosphères explosives liées à l'hydrogène, le débit d'hydrogène produit, la concentration en hydrogène et la détermination du temps d'atteinte de la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) dans tous les équipements et locaux accueillant des déchets ont été évalués par calcul, en fonctionnement normal et en situations incidentelle et accidentelle. Des analyses du même type ont été réalisées pour les opérations de reprise des colis de déchets entreposés en fosses récentes.

Des mesures de prévention de l'atteinte de la LIE sont mises en place si nécessaire (filtre « PORAL » laissant passer l'hydrogène, ventilation, mesures organisationnelles, ouverture des puits, etc.). En règle générale, les délais d'atteinte de la LIE sont suffisamment longs pour permettre le retour à un fonctionnement normal sans action particulière.

Pour ce qui est du secteur des tranchées, les dispositions suivantes sont appliquées afin de garantir que la concentration en hydrogène reste inférieure à la LIE :

- réalisation des opérations de reprise des déchets et de traitement des déchets lorsque la ventilation des équipements et des locaux des bâtiments « tranchée » et support correspondants est en fonctionnement,
- respect des règles et procédures garantissant le non dépassement de la masse maximale de matières fissiles (MF) dans les fûts navette de 100L,

- reconditionnement des fûts navette de 100L chargés en matière fissile sous un délai compatible pour ne pas risquer d'atteindre la LIE dans les volumes libres des fûts. La valeur minimale estimée, de manière enveloppe, pour le temps d'atteinte de la LIE dans des fûts de 100L contenant 100g de MF est de 26 jours.

F.2- Risques internes d'origine non nucléaire

F.2.1- Risque lié à l'émission de projectiles

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Concernant l'INB 56, le risque d'émission de projectiles (risque mécanique) a principalement pour origine :

- l'utilisation d'équipements tournants (pompes, ventilateurs, etc.),
- l'utilisation d'équipements ayant des parties mobiles (équipements de découpe, de broyage des déchets, etc.),
- la présence d'équipements sous contrainte (flexibles).

Au niveau des hangars, le risque est essentiellement dû à la présence des ventilateurs des ventilations nucléaire (hangars H3/H4, cellules blindées et hangar ATC).

De même, pour les fosses anciennes et récentes, et pour les tranchées, le risque est respectivement lié à la ventilation de l'ensemble de l'installation Vrac-MI, à la ventilation de la fosse F6 et à la ventilation des tranchées. Les conséquences potentielles pour la sûreté de l'INB 56 sont l'agression d'un Élément Important pour la Protection de l'installation pouvant conduire à une dissémination radioactive, à un accident de criticité ou à une exposition accidentelle aux rayonnements ionisants.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les principales mesures de prévention contre le risque d'émission de projectiles sont les suivantes :

- les équipements tournants utilisés sont conformes aux normes CE,
- ces équipements font l'objet de Contrôles et d'Essais Périodiques (CEP), de maintenances préventives et de contrôles de conformité réglementaires,
- les interventions sont réalisées par des personnes formées,
- les équipements ont été conçus afin de prendre en compte le risque (vitesse limitée, asservissements).

Systèmes de surveillance

La détection d'incidents d'origine mécanique est essentiellement visuelle. Il y a au moins deux personnes en permanence par zone de travail à risque de telle sorte que l'une d'entre elles puisse à tout moment donner l'alerte et porter secours à la personne blessée en cas d'évènement.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Les mesures de limitation des conséquences reposent sur :

- l'implantation préférentielle des machines tournantes dans une zone spécialement aménagée de manière à ne pas agresser une cible de sûreté en cas de défaillance (zone à l'écart d'EIP, parois du local ventilation en béton si nécessaire),
- la mise en place (si nécessaire) de protections physique autour des machines susceptibles d'agresser une cible de sûreté,
- les machines à effort mécanique important sont munies d'un bouton d'arrêt d'urgence.

En cas d'accident conduisant à des risques potentiels de dissémination radioactive, l'installation sera mise en position d'arrêt sûr et les opérateurs évacueront l'installation.

F.2.1- Risque lié à la défaillance d'équipements sous pression

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

L'INB 56 ne compte aucun Equipement Sous Pression Nucléaire (ESPN) répondant à l'article 2 du titre I de la réglementation applicable (arrêté du 12 décembre 2005).

Toutefois, le risque de défaillance d'un Equipement Sous Pression (ESP) doit être pris en compte car quelques équipements de ce type (récipients dont la pression maximale est supérieure à 4 bar et dont le produit volume x pression est supérieur à 200 bar.L) sont présents sur le secteur des fosses anciennes et récentes (compresseur d'air, sécheurs, à noter qu'il n'y a pas d'ESP au sein de la halle). En outre, des bouteilles sous pression (azote, argon/CO2, gaz inflammables) et des compresseurs d'air sont également présents sur le secteur des tranchées.

La défaillance d'un ESP peut entraîner une déformation ou une rupture (onde de détente, fouettement de tuyauterie, projections d'éclats ou dispersion de fluide), susceptible d'être l'événement initiateur d'un autre risque comme une inondation, rupture de confinement etc. De plus, une rupture d'une bouteille de gaz pourrait entraîner l'agression d'un EIP par effet missile. Les conséquences peuvent être directement ou indirectement l'atteinte d'un EIP ou du personnel d'exploitation. Les équipements sous pression sont également susceptibles d'engendrer un risque d'explosion. Ce risque est traité au § risque d'explosion.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les ESP sont conçus et fabriqués pour résister aux contraintes mécaniques correspondant aux marges de surcharge dictées par la réglementation. De plus, les bouteilles de gaz sont entreposées à l'extérieur des bâtiments, de manière verticale et arrimées dans des structures prévues à cet effet.

Par ailleurs, les ESP font l'objet d'un suivi régulier (inspections périodiques, requalification périodique, contrôles de conformité réglementaires effectués par des organismes agréés ou reconnus). Ces dispositions de fabrication et de contrôles sont considérées comme une ligne de défense forte vis-à-vis du risque de défaillance d'un ESP.

Systèmes de surveillance

Des contrôles de la pression des équipements sous pression sont effectués (vérification du respect de la pression nominale de fonctionnement). Des rondes de surveillance sont effectuées pour détecter une éventuelle défaillance.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Les mesures de limitation des conséquences comprennent :

- l'implantation préférentielle des équipements sous pression sur une zone spécialement aménagée (balisée et signalisée), de manière à ne pas aggraver une cible de sûreté en cas de défaillance,
- la mise en place, le cas échéant, de protections autour des équipements sous pression susceptibles d'aggraver une cible de sûreté.

En cas de défaillance d'un ou plusieurs ESP impliqués dans des opérations d'exploitation, ceux-ci sont arrêtés.

Compte tenu des caractéristiques des ESP mis en œuvre et de leur conformité avec les règles en vigueur, le risque lié à ces équipements sous pression est considéré comme faible et maîtrisé.

F.2.2- Risque lié aux collisions et chutes de charge

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque de collision et de chute de charge est lié aux multiples activités de manutention réalisées dans tous les secteurs de l'INB 56 durant les opérations de démantèlement (reprise de colis de déchets radioactifs, déplacement de charges lourdes, montage et démontage des installations de RCD). Les moyens de manutention utilisés sont notamment des ponts roulants, un transbordeur, des portiques, des chariots élévateurs, des transpalette etc.

Une chute de charge ou une collision sur l'INB 56 est notamment susceptible de conduire à :

- une dissémination des substances radioactives,
- l'endommagement ou l'atteinte d'Équipements Importants pour la Protection des intérêts (EIP),
- une dégradation des structures si elles ne sont pas conçues pour résister à un tel impact,
- une exposition externe anormale du personnel en cas de dégradation d'équipement participant à la protection radiologique,
- une inondation d'origine interne notamment en cas de dégradation des réseaux d'effluents liquides de l'installation,
- une perte d'utilités pouvant avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation si l'utilité impactée alimente un EIP.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Concernant les colis de déchets, ceux-ci sont manutentionnés à une hauteur inférieure à celle pour laquelle ils ont été qualifiés, après réalisation de calculs et d'essais réalisés en laboratoires. Les autres mesures de prévention sont :

- le respect des charges maximales (CMU) des moyens de manutention,
- la réalisation des opérations de manutention à vitesse réduite,
- la définition, au préalable, dans la mesure du possible, du cheminement de la charge à manutentionner (balisage) en évitant notamment tout survol d'un EIP,
- en fin d'utilisation, les moyens de manutention sont placés en position de garage (ou sur un emplacement prévu à cet effet) et ceux équipés de moteurs électriques sont mis hors tension,
- la limitation, au strict minimum nécessaire, du nombre d'opérations de manutentions,
- l'adaptation des accessoires de manutention (élingues, etc.) aux charges à manutentionner,
- la sensibilisation des opérateurs aux risques et la formation au poste de travail,
- la disposition du matériel de manutention en adéquation avec les besoins du chantier à réaliser,
- la réalisation des opérations de manutention par un ou plusieurs opérateurs compétents et autorisés par le chef d'installation,
- l'exécution des opérations de manutention dans le respect de procédures écrites,
- l'utilisation de moyens de manutention disposant également d'une source électrique de secours pour conserver leur disponibilité en cas de perte des sources électriques externes, d'autant plus lorsqu'ils participent directement à la sûreté de l'installation,
- le maintien des charges manutentionnées en cas de perte d'alimentation électrique (frein par manque de courant).

De plus, les équipements de manutention, les appareils de levage et leurs équipements annexes font l'objet de CEP et sont périodiquement contrôlés par un organisme agréé, conformément à la réglementation en vigueur. Enfin, les intervenants sont habilités à l'utilisation des appareils de manutention, les formations sont régulièrement contrôlées, notamment au niveau du suivi des recyclages.

Systèmes de surveillance

La surveillance des opérations de manutention est essentiellement assurée visuellement par l'opérateur chargé des opérations, parfois avec assistance lorsque celle-ci est requise au titre d'un risque particulier identifié. Lorsque la manutention s'effectue de manière téléopérée, dans un local inaccessible, la surveillance peut s'effectuer au moyen de hublots ou de caméra.

Concernant les manutentions en zones délimitées, une éventuelle dissémination de matières radioactives consécutive à un accident de manutention serait également détectée par les balises de surveillance radiologique du (ou des) local (locaux) impacté(s) (mesures en temps réel de la contamination atmosphérique ou du débit de dose).

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La limitation des conséquences d'un accident de manutention repose sur les dispositions générales suivantes :

- la limitation de la hauteur de levage,
- le port immédiat de l'EPVR par les opérateurs affectés à l'opération et si nécessaire, l'évacuation du personnel hors de la zone où un accident de manutention est survenu et la mise en place de mesures de restriction d'accès,

- la mise en œuvre, si nécessaire, de moyens de lutte contre la dissémination de matières radioactives, en concertation avec le SPR.

F.2.3- Risque d'explosion

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque d'explosion est identifié comme présent dans les secteurs des fosses anciennes, des fosses récentes et au niveau des tranchées. Selon les cas, il peut être dû :

- à la formation d'une atmosphère explosive par accumulation d'hydrogène lors du chargement des batteries statiques (réseau électrique permanent, réseau de surveillance, téléalarme, etc.) et de celles de certains engins de manutention (chariot électriques, remorque automotrice, etc.),
- à la défaillance d'un équipements sous pression (ESP, cf. § F.2.1-),
- à une réaction chimique ou radiochimique produisant des gaz explosifs (réaction pyrophorique, radiolyse, etc.) ou à la présence de produits chimiques inflammables (gasoil, peinture, diluants, solvants, etc.).

Les conséquences d'une explosion de ce type de produits peuvent être directement ou indirectement l'atteinte d'un EIP. Compte tenu des moyens de prévention et de surveillance résumés ci-après et du peu de produits inflammables présents sur l'INB56, le risque d'explosion est considéré faible.

Si les risques sont avérés, des mesures techniques et organisationnelles sont mises en place pour éviter la formation d'atmosphères explosives, supprimer les sources d'inflammation et réduire les conséquences des explosions.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Risques liés à l'électrolyse des batteries

Pour les batteries électriques en charge, les dispositions générales de prévention suivantes sont notamment retenues :

- la zone de charge est clairement définie par un marquage au sol permanent (distance de sécurité de 0,5 m autour de la zone de charge),
- la zone de charge est éloignée de toute zone contenant un EIP,
- les sources d'allumage telles que des étincelles ou les sources de température élevée sont proscrites autour de la zone de charge,
- la zone de charge est à l'écart des cheminements d'équipements mécaniques.

Risque lié aux produits chimiques

Les principales mesures de prévention vis-à-vis du risque d'explosion causé par les produits précités. sont :

- la réalisation d'un zonage ATEX si nécessaire et la mise en place d'une distance de sécurité,

- la substitution des produits à risque par d'autres pas ou moins inflammables, lorsque cela est possible,
- la ventilation du local et la mise en place d'extracteur mécanique au niveau des armoires de stockage des produits inflammables et la mise à disposition de moyens d'absorption en cas de fuites accidentelles d'un produit inflammable,
- le stockage des produits chimiques inflammables dans un endroit dédié et la mise à disposition des consignes d'utilisation ainsi que l'affichage de fiches signalétiques donnant des informations sur les produits inflammables et leurs caractéristiques physico-chimiques aux endroits à risque.

Systèmes de surveillance

Des visites de sécurité et des rondes périodiques réalisées par l'exploitant permettent de vérifier les consignes relatives aux éventuelles zones ATEX. Le suivi des produits inflammables est réalisé par l'intermédiaire d'un logiciel dédié. Les données inscrites dans ce logiciel sont vérifiées annuellement en les comparant avec l'inventaire des produits réellement stockés dans l'installation.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En cas d'accident pouvant conduire à des risques de dissémination radioactive, l'installation est mise en position d'arrêt sûr et les opérateurs évacuent la zone concernée.

F.2.4- Risque d'incendie

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque incendie concerne tous les secteurs de l'INB 56 ; il a pour origine la présence simultanée des trois éléments formant le « triangle du feu » (cf. Figure 23) :

- une source d'ignition apportant l'énergie d'activation : la défaillance d'un équipement électrique, les opérations par points chauds telles que soudure ou découpe,
- un combustible : les déchets présents dans l'installation, les équipements et câbles électriques, les produits chimiques,
- un comburant : l'oxygène de l'air.

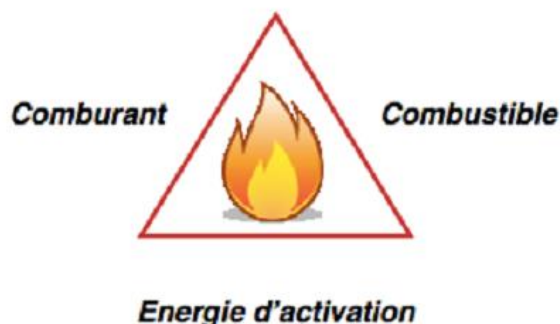


Figure 23 : Triangle du feu

Un incendie est susceptible de porter atteinte à un ou des EIP et notamment de conduire à une dissémination radioactive. Ce risque fait l'objet de la réalisation d'études spécifiques, qui ont permis de mettre en évidence des mesures de maîtrise du risque incendie qui sont résumées ci-après.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

La prévention du risque d'incendie d'origine interne repose sur :

- le choix de matériaux de construction et d'aménagement qui respectent des caractéristiques d'inflammabilité et de non-propagation de la flamme,
- la limitation des matériels combustibles présents dans les locaux,
- la limitation des possibilités d'interaction entre les matières combustibles et les sources d'ignition : Utilisation privilégiée d'outils de découpe à froid (coupe tube, scie alternative, grignoteuse), et mise en place de protections ignifugées. Les travaux par point chaud sont systématiquement soumis à l'autorisation du chef d'installation,
- la mise en œuvre d'appareils et d'équipements électriques faisant l'objet de contrôles périodiques réglementaires par un organisme agréé,
- la mise hors tension des appareils électriques en dehors des périodes d'utilisation.

Systèmes de surveillance

Les dispositions de surveillance reposent sur :

- la présence de réseaux de détection automatique d'incendie (DAI),
- la présence de réseaux de mise en alerte de l'installation et du centre,
- la vigilance des personnels pendant leurs heures de présence. En cas de travaux par point chaud, des rondes sont effectuées après la fin des travaux.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La limitation des conséquences d'un incendie d'origine interne repose sur les dispositions suivantes :

- la présence de moyens de lutte adaptés dans l'installation et les zones d'intervention,
- la gestion de la ventilation de l'installation,
- l'intervention rapide des équipes de secours du centre (FLS) présentes 24 heures par jour et 365 jours par an, complétées si besoin par des moyens de secours extérieurs,
- une protection des éléments de structure ou une sectorisation incendie des locaux de l'installation réalisée de manière à empêcher la propagation d'un départ de feu. Cette sectorisation est assurée par les parois des locaux auquel est associé un degré d'isolation au feu (ou degré « coupe-feu ») adapté au risque encouru.

F.2.5- Risque d'émission de substances dangereuses (risque chimique)

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Les risques liés à l'émission et à la mise en œuvre de substances dangereuses sont présents sur les secteurs des fosses récentes ainsi qu'au niveau des tranchées. Ils sont dus d'une part, à la mise en œuvre de substances chimiques pour les besoins des opérations et d'autre part, à la présence de déchets dans les fosses et les tranchées dont certains peuvent contenir des liquides (solvants, acides, etc.).

Ces produits peuvent notamment entraîner par contact des risques de brûlures au personnel ou conduire à des dégagements gazeux nocifs pour le personnel, et présenter un risque d'explosion.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

La prévention du risque lié à la mise en œuvre de substances dangereuses repose sur les dispositions suivantes :

- dispositions générales : connaissance et identification permanente des substances dangereuses, choix des substances utilisées de manière à minimiser les potentiels de danger, limitation des quantités de substances au strict besoin des opérations, mises en œuvre dans le respect de règles de gestion des produits chimiques qui sont conformes aux recommandations des fiches toxicologiques,
- gestion et suivi : accord préalable du Chef d'Installation ou de l'ingénieur sécurité pour introduire une substance, suivi des quantités de substances dangereuses détenues, inventaire (nature et quantité) mis à jour *a minima* annuellement, étiquetage des substances,
- entreposage des produits chimiques réalisé dans une zone clairement identifiée et prévue à cet effet (zone ventilée et équipée d'une capacité de rétention, etc.),
- identification et étiquetage des conteneurs de produits chimiques portant les symboles de danger conformément à la réglementation en vigueur,
- organisation des zones d'entreposage tient compte des incompatibilités chimiques entre les substances (rangement par classe de substances),
- formation du personnel à la mise en œuvre de substances dangereuses et aux risques associés,
- définition de consignes et de modes opératoires adaptées,
- manipulation de substances dangereuses effectuée avec des protections individuelles adaptées : gants, lunettes, protection respiratoire et tenue de protection.

Systèmes de surveillance

La surveillance du risque lié à la mise en œuvre de substances dangereuses repose sur les dispositions suivantes :

- pendant toute la durée des opérations liées à l'utilisation de substances dangereuses, le personnel est présent et vérifie en permanence le bon déroulement des opérations, dans le respect des consignes de sécurité et des modes opératoires,

- les équipements mis en place pour la maîtrise du risque lié à la mise en œuvre de substances dangereuses (zone d'entreposage et rétention notamment) font l'objet d'opérations d'entretien et de contrôles périodiques adaptés,
- des rondes de surveillance régulières sont réalisées par le personnel afin de vérifier l'état des entreposages de produits chimiques.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La limitation des conséquences du risque lié à la mise en œuvre de substances dangereuses repose sur :

- la présence, au niveau des entreposages de substances liquides, de rétentions spécifiques et adaptées tenant compte des capacités et compatibilités,
- les dispositions retenues pour la maîtrise du risque d'incendie ainsi que pour la maîtrise du risque d'explosion,
- le port des équipements de protection adaptés par le personnel et la présence de douche de sécurité et de rince-œil à proximité des zones de manipulation de substances dangereuses.

En cas d'atteinte du personnel, les dispositions applicables à l'ensemble du centre du CEA sont mises en œuvre, avec si besoin, appel à des secours extérieurs (FLS, médecin du travail, SPR, etc.) en application des consignes prévues à cet effet. Au vu des quantités de substances dangereuses utilisées sur l'installation, l'impact en cas de rejets de substances dangereuses sur l'environnement est négligeable.

F.2.6- Risque d'inondation

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Le risque d'inondation d'origine interne est essentiellement présent sur les secteurs des fosses anciennes, récentes et sur celui des tranchées ; ce risque est notamment lié à :

- l'existence de réseaux d'effluents,
- l'existence d'un réseau de distribution d'eau à proximité des fosses
- la présence de réseaux enterrés (eau potable, eaux usées) sur la zone des tranchées,
- l'utilisation d'eau d'extinction en cas d'incendie.

Les conséquences potentielles du risque d'inondation d'origine interne sont notamment la dissémination de substances radioactives par voie liquide ou l'agression d'EIP.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les principales mesures de prévention sont :

- la limitation de la production d'effluents liquides et l'utilisation d'équipements compatibles avec les fluides transportés dans la conception des différents réseaux (canalisations, vannes d'isolement, cuve de stockage, rétentions adaptées, etc.),
- le choix du matériau et de la surépaisseur des tuyauteries (à double enveloppe si nécessaire) pour maîtriser le risque de fuite par corrosion notamment et le recours à des tuyauteries entièrement soudées,

- le choix du passage des tuyauteries hors des cheminements du personnel et des charges manutentionnées et éloignées des locaux contenant du matériel électrique,
- la consignation des réseaux si nécessaire,
- concernant la conception des fosses :
 - ✓ l'élévation du niveau supérieur des fosses par rapport aux aires de circulation et la conception des couvercles de puits,
 - ✓ le drainage par cunette des remblais au droit des fosses,
 - ✓ le drainage des puits vers des puisards externes pour évacuation des eaux éventuellement infiltrées.

Systèmes de surveillance

La surveillance du risque d'inondation d'origine interne repose sur :

- le contrôle en temps réel du niveau dans les cuves d'effluents liquides au moyen de dispositifs munis de seuils associés à une alarme,
- la détection de présence d'eau dans les rétentions et éventuellement dans les doubles enveloppes des canalisations au moyen de dispositifs munis d'alarme,
- la réalisation de rondes de surveillance et la vérification du bon déroulement des opérations.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La présence de rétention au-dessous de cuves et de doubles enveloppes dans certaines canalisations permet de limiter les conséquences d'une fuite d'effluents. De plus, le sol de la halle (secteur des fosses anciennes) est en pente ce qui permet de récupérer les fuites éventuelles dans des caniveaux.

Concernant les eaux d'extinction d'incendie (situation accidentelle), la stratégie vise à confiner les eaux d'extinction incendie susceptibles de générer un risque de pollution pour l'environnement et à diriger les eaux d'extinction au niveau des zones de rétention.

Enfin, afin de limiter les conséquences d'une inondation, les équipements incriminés sont isolés et vidangés tandis que l'intégralité du liquide épandu dans le bac de rétention dédié (ou à l'intérieur du dispositif anti-épandage) est récupérée. Si nécessaire, l'eau présente est pompée et un échantillon est prélevé à des fins d'analyse de la radioactivité éventuellement présente.

F.2.7- Risque de corrosion

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

La corrosion peut endommager l'intégrité de l'enveloppe en acier des colis (essentiellement FI 870L au niveau des hangars et des colis 500L MI au niveau des fosses anciennes et récentes). Il s'agit de corrosion atmosphérique généralisée provenant de la présence de condensation sur les colis. Tant que le colis est en exploitation, il faut garantir son enveloppe pour assurer son bon confinement, sa manutention et son transport.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les principales mesures de prévention contre la corrosion sont :

- **la protection contre les intempéries** : entreposage des colis 870L sous hangars ou des colis 500L en puits recouverts du hangar RFR (fosses F5 et F6) et de la halle Vrac-MI (fosse F3). A noter que la fosse F6 dispose d'un circuit de récupération des eaux de condensation permettant leur collecte dans des puisards externes,
- **le revêtement des colis** : au moment de la fabrication des colis 870L et 500L MI, les surfaces internes et externes acier noir des enveloppes du conteneur ont été nettoyées puis recouvertes d'une couche d'antirouille et de deux couches de polyuréthane noir. Les colis plus récents sont constitués d'une enveloppe en acier inoxydable, beaucoup plus résistante à la corrosion,
- **le traitement de l'air** des hangars (fermeture des hangars ouverts, création d'ouvertures à claire-voie, drainage de la condensation, etc.) et des fosses F6 et F7 (qui sont ventilées) permettent de limiter les phénomènes de condensation.

Systèmes de surveillance

Le contrôle d'intégrité des colis entreposés dans les hangars est assuré par une ronde de surveillance des colis accessibles réalisée mensuellement (1 hangar/mois) dans le cadre de l'exploitation de l'INB 56. Cette ronde permet la détection précoce d'une éventuelle dégradation de colis (contrôle visuel, contrôle radiologique surfacique sur un échantillon de 50 colis).

Pour les colis identifiés comme dégradés, un plan de surveillance et de contrôle annuel est mis en place avec notamment le remplissage d'un cahier de suivi du vieillissement de ces colis en entreposage.

Au niveau des fosses anciennes et récentes, la surveillance consiste notamment à vérifier l'absence d'eau au niveau des puisards. D'une manière générale, la vérification de l'état des colis au regard de la corrosion est réalisée lors de leur extraction dans le cadre de leur reprise.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En fonction de leur année de production, les déchets sont bloqués et enrobés soit par un mortier d'immobilisation à base de ciment et d'émulsion bitumineuse, soit par un liant hydraulique. Le blocage des déchets permet la limitation de la mobilisation de la matière en cas de détérioration de l'enveloppe acier du colis par les phénomènes de corrosion.

Lors de la détection de colis dégradés par une corrosion importante, ces derniers sont remis en état par un nettoyage et l'application d'une couche de peinture adaptée. Un suivi particulier est ensuite mis en place.

Les colis non standards (colis en acier noir, colis corrodés ou contaminés et non décontaminables, etc.) extraits des fosses récentes sont placés en sur conteneurs avant leur transfert vers l'INB 164 CEDRA.

F.2.8- Risque de perte d'alimentation électrique

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Une perte d'alimentation électrique peut concerner tous les secteurs de l'INB 56. Les risques liés à la perte de l'alimentation électrique lors des opérations de démantèlement concernent principalement la perte de la ventilation, de la disponibilité des ponts ou portiques de manutention et de la surveillance de l'installation (radiologique et incendie).

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de conception (architecture électrique)

Compte tenu du fait que l'INB 56 est formée de deux zones géographiquement distinctes et distantes d'environ 1500 m, l'installation bénéficie d'un réseau d'alimentation électrique par zone, soit deux réseaux indépendants et équivalents dans leur principe de fonctionnement. Ces deux réseaux peuvent être décrits chacun de la même manière, à savoir :

- l'alimentation électrique normale de chaque zone de l'INB 56 est assurée par deux arrivées distinctes et redondantes en 15 kV, délivrées à partir du poste de livraison du centre de Cadarache (boucle souterraine) qui comprend des transformateurs 63 kV/15 kV,
- le poste de livraison est lui-même alimenté par deux lignes externes à haute tension redondantes (63 kV) du Réseau national de Transport d'Électricité (RTE),
- en cas de perte de l'alimentation électrique normale, la conception de l'architecture des différents réseaux électriques de l'INB 56 (**réseau normal, réseau secours**) et la présence de plusieurs sources d'alimentation électriques associées (**Groupes Électrogènes Fixes** affectés aux différentes zones de l'INB, des **Groupes Électrogènes Mobiles** disponibles sur le centre de Cadarache, et **d'alimentations permanentes via un ensemble de batteries/onduleurs** permettent d'assurer une continuité dans l'alimentation électrique des équipements importants pour la sûreté de l'installation.

L'alimentation électrique (normale ou secourue) est choisie en fonction de la priorité de ces équipements.

Mesures de prévention

La maîtrise du risque de défaillance de l'alimentation électrique repose sur les dispositions préventives suivantes :

- l'utilisation d'équipements conformes à la réglementation en vigueur,
- la réalisation des Contrôles et Essais Périodique (CEP) des équipements liés à la distribution électrique,
- l'utilisation de groupes électrogènes fixes et de secours en cas de défaillance du réseau EDF.

Certains équipements sont également équipés de batteries électriques et/ou d'onduleurs afin d'assurer la continuité de l'alimentation entre la coupure du réseau EDF et la reprise de l'alimentation secourue par les groupes électrogènes.

Systèmes de surveillance

Le bon fonctionnement du réseau électrique de l'installation est surveillé en permanence. En cas de défaillance, l'anomalie est détectée et des alarmes sont générées au niveau de l'installation. Au même instant, des automatismes permettent une mise en service des alimentations de secours.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En cas de perte totale de l'alimentation électrique, les mesures qui permettent d'en limiter les conséquences sont :

- l'arrêt des opérations de démantèlement et la mise en sécurité du chantier par les opérateurs,
- le maintien des charges manutentionnées par les ponts roulants. Ces derniers disposent d'un frein à manque de courant, maintenant en position sûre les charges manutentionnées jusqu'à la reprise du pont par le réseau électrique secours,
- la reprise des systèmes de surveillance radiologique assurant le suivi des rejets gazeux par une alimentation de secours.

F.2.9- Risque de perte de la ventilation

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Une perte de ventilation peut concerner tous les secteurs de l'INB 56 excepté celui du hangar TFA, qui n'est pas ventilé. La conséquence potentielle d'une défaillance de la ventilation est la perte de la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives avec :

- la perte de la fonction de confinement dynamique (mise en dépression de locaux et d'enceintes et maintien d'un sens préférentiel d'écoulement de l'air dans l'installation),
- la perte de la fonction d'assainissement de l'atmosphère des enceintes et locaux (renouvellement de l'air),
- la perte de la fonction d'épuration des rejets radioactifs atmosphériques canalisés par la ventilation, normalement assurée par les dispositifs de filtration (dans ce cas les rejets s'effectuent de manière diffuse, sans filtration).

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

La maîtrise du risque de défaillance de la ventilation repose sur les dispositions préventives suivantes :

- l'utilisation de matériels adaptés et conformes à la réglementation en vigueur,
- la réalisation des Contrôles et Essais Périodique (CEP) et d'opérations de maintenance des équipements liés à la ventilation,
- la redondance de l'alimentation électrique des équipements de ventilation des zones à risque de dissémination radioactive.

Systèmes de surveillance

Les dispositions de surveillance reposent sur la vérification des paramètres aérauliques de la ventilation et des dispositifs de filtration.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En cas de perte ou d'arrêt de la ventilation nucléaire, les opérations sont arrêtées. La conduite à tenir et les actions à réaliser sont décrites dans les documents d'exploitation (mise en sécurité, évacuation du personnel dans les zones impactées).

F.2.10- Risque de perte de l'alimentation en air comprimé

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

La perte d'alimentation en air comprimé concerne les secteurs des fosses anciennes et des fosses récentes. Une perte d'alimentation en air comprimé est susceptible d'engendrer :

- le dégonflage des joints gonflables des portes et accostages (fosses anciennes) ou de l'emballage ETCMI (fosses récentes) participant à la première barrière de confinement des déchets : cet évènement pourrait donc engendrer une dissémination de matières radioactives,
- la perte de la production d'air respirable : cet évènement présente un risque pour le personnel en tenue ventilée mais n'a pas d'impact sur la sûreté de l'installation,
- l'arrêt de l'exploitation (arrêt des outils, de l'injection de mortier, etc.) : ceci ne présente pas de conséquence pour la sûreté de l'installation.

Concernant le secteur des tranchées, la défaillance du circuit d'alimentation en air comprimé entraîne l'arrêt des appareils concernés. La perte de l'alimentation en air comprimé n'a pas de conséquence pour la sûreté car les appareils concernés sont arrêtés en position sûre.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les principales mesures de prévention sont :

- le contrôle du bon état du réseau d'air comprimé effectué dans le cadre des Contrôles et Essais Périodiques (CEP) et de la maintenance,
- la présence de soupapes de sécurité redondantes,
- la vérification des capacités éprouvées,
- la prise en compte du risque lors de la conception des équipements,
- les contrôles périodiques des capacités sous pression conformément à la réglementation en vigueur.

Systèmes de surveillance

La surveillance de la pression des réseaux d'air comprimé s'effectue par manomètre, une alarme de pression basse signale la perte du réseau d'air comprimé.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Les principales mesures de limitation des conséquences sont la mise en route d'un compresseur de secours en cas de baisse de la pression d'air. La défaillance des compresseurs est également palliée par une capacité tampon d'air comprimé permettant d'amener les équipements en position sûre.

Dans le cas de la perte d'alimentation d'air comprimé, les opérations d'exploitation sont arrêtées, le personnel d'exploitation évacue la zone et l'installation est mise en position d'arrêt sûr.

F.2.11- Risque de perte de l'alimentation en azote

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

L'azote n'est utilisé que sur le secteur des fosses anciennes. Il permet l'inertage de la cellule de tri et de reconditionnement des déchets extraits hors des fosses lorsqu'ils présentent des risques de pyrophoricité. La perte de l'alimentation en inertage peut être notamment due à une défaillance ou une brèche sur un équipement assurant la distribution de l'azote (réservoir ou réseau).

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

Les réservoirs et les ballons tampons d'azote sont situés en dehors de la halle. Leur risque d'endommagement est donc limité. Le réseau de distribution de l'azote dans la halle est implanté dans des zones où le risque d'agression mécanique est très faible (cheminement le long des murs, en hauteur puis en caniveau).

Systèmes de surveillance

Afin de détecter un éventuel dysfonctionnement sur le réseau d'azote, la pression dans le réseau (tuyauteries, réservoir, etc.) et tout défaut du système de commande du réseau d'azote sont surveillés et reportés en salle de commande.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Le délai avant perte d'inertage est généralement de plusieurs heures. Ce délai est suffisant pour que les opérations d'isolement des déchets pyrophoriques en cours de traitement dans la cellule soient réalisées.

F.2.12- Risque de perte de la surveillance

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Les moyens de surveillance participent à la maîtrise des risques. Leur perte potentielle impose de prendre des dispositions compensatoires afin de maintenir l'installation dans un état sûr, même si cette perte n'induit pas directement de conséquence au niveau de la sûreté. Sont concernés par ce risque les systèmes de surveillance radiologique, d'incendie, de la ventilation et des dispositifs de mesure de niveau et de présence de liquide.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

La prévention du risque de défaillance des systèmes de surveillance repose sur la réalisation de contrôles de bon fonctionnement et d'essais périodiques.

Systèmes de surveillance

La surveillance de bon fonctionnement des dispositifs est effectuée via les reports d'anomalies sur les tableaux d'alarmes, la présence de personnel pendant les heures ouvrables et la réalisation de rondes hors de ces périodes.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

La limitation des conséquences en cas de perte des systèmes de surveillance repose sur l'arrêt des opérations après leur mise en sécurité, la recherche de l'origine de la perte puis la mise en œuvre de mesures compensatoires.

F.2.13- Risque lié au sodium et aux matières pyrophoriques

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

L'inventaire des déchets entreposés dans les fosses de l'INB 56 indique la présence de déchets sodium et de déchets à risque pyrophorique dans les puits des fosses anciennes. Il existe également des quantités de sodium, plus limitées, parmi les déchets exotiques entreposés en tranchées. Les autres secteurs de l'INB 56 ne sont pas concernés par ce risque. Une réaction sodium-eau ou une réaction pyrophorique peuvent engendrer une explosion ou un incendie pouvant conduire à :

- une dissémination de matières radioactives (au niveau des déchets impliqués dans la réaction),
- un endommagement d'EIP (en particulier ceux nécessaires au maintien à l'état sûr, telles que les premières barrières de confinement et les équipements de la ventilation THD et de la surveillance des rejets).

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention et de surveillance

La maîtrise des risques consiste à garantir que les conditions pouvant conduire à une réaction sodium-eau ou à une réaction pyrophorique ne soient pas réunies, tout au long du procédé et pour toute situation. Pour les situations où ceci ne peut pas être garanti, la démarche de sûreté consiste à démontrer que la probabilité de ces situations est très faible.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

Concernant le sodium, l'arrivée d'eau en quantité significative sur des déchets contenant du sodium est exclue en fonctionnement normal, incidentel et accidentel. Concernant le risque pyrophorique, les opérations de tri des déchets peuvent être réalisées sous atmosphère inerte.

A l'intérieur des tranchées, les déchets sont mis dans un bac avant introduction dans la ligne de boîte à gants. En cas de présence de matières réactives dans les déchets vrac, la réaction exothermique se réalisera à l'intérieur de la tranchée dans un volume important, limitant ainsi les effets de surpression de la réaction. Dans ces tranchées, les colis de déchets de sodium, dont l'enveloppe est intacte, sont reconditionnés en fût avec introduction de poudre adaptée pour feux métalliques (Marcalina ou autre). Ces fûts sont ensuite orientés vers le local d'entreposage des DSFI (ou Déchets Non Immédiatement Évacuables (DNIE)).

F.2.14- Risque lié à la circulation de matériels et du personnel

Conséquences potentielles pour les personnes et l'environnement

Les opérations de désentreposage simultané du parc d'entreposage (hangars et fosses) induisent des risques liés à la circulation des colis et du personnel. Les conséquences peuvent être alors une chute de colis après collision de moyens de manutention, ou une collision d'un moyen de manutention et du personnel.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

La prévention du risque repose principalement sur la gestion de la coactivité. Cette dernière, est régie par des réunions hebdomadaires qui permettent de prendre en compte le risque lié à des opérations simultanées sur une même zone. La gestion de la coactivité est notamment prise en compte sous l'angle des facteurs organisationnels et humains. Les moyens de prévention mis en place sur le parc d'entreposage sont les suivants :

- voies d'accès séparées pour le désentreposage des hangars et la reprise des colis en fosses,
- avertissement du personnel des moyens de manutention : tout moyen de manutention en charge avertit de sa présence par un signal sonore et lumineux,
- règles de circulation : l'accès des véhicules au chantier est assujéti aux règles de circulation et de stationnement en vigueur sur le centre,
- chemin de roulement balisé : un chemin de roulement au sol pour chaque moyen de manutention sera balisé lorsque les opérations de désentreposage des hangars et des fosses seront coactives.

Systèmes de surveillance

La détection du risque de circulation est essentiellement visuelle et réalisée par les opérateurs. Les opérations à risques sont réalisées, au minimum, à deux opérateurs permettant une surveillance mutuelle.

Mesures de limitation des conséquences (dispositifs et moyens de secours)

En cas d'accident conduisant à des risques potentiels de dissémination radioactive, l'exploitation en cours est arrêtée et les opérateurs évacuent l'installation (les issues de secours sont localisées et balisées).

F.2.15- Risque lié aux Facteurs Organisationnels et Humains

Origine du risque

Les risques de défaillance humaine existent dès lors qu'une intervention a lieu dans le déroulement d'un procédé (par exemple manutention des colis (entreposage/désentreposage/ré entreposage), décontamination, traitement et reconditionnement des déchets, etc.). Bien que bon nombre des opérations soient téléopérées (hangar ATC, UTR de Vrac-MI, Autres tranchées.) la plupart des opérations réalisées requièrent une intervention humaine. Il s'agit de définir des opérations élémentaires associées à des risques de défaillance permettant de conduire l'analyse.

Les risques de défaillances liés au facteur humain ont été pris en compte pour le démantèlement de l'INB 56, et les dispositions de prévention mises en œuvre sont adaptées aux risques identifiés, tant sur le plan de l'organisation de l'exploitation que de la conception et de la conduite des équipements. Ces dispositions sont de deux types :

- les dispositions d'organisation générale :
 - ✓ la gestion des organisations de travail : la formation et l'information des intervenants pour ce qui concerne leur poste de travail, les risques liés aux tâches à effectuer et le respect des consignes de sécurité, notamment l'établissement de Plans de Prévention, et la tenue de réunions d'inspection communes, l'accueil des intervenants (sûreté, sécurité et radioprotection), l'encadrement du personnel et la surveillance du déroulement des opérations,
 - ✓ la gestion des compétences des intervenants : formation et habilitation des opérateurs,
 - ✓ la gestion de la documentation et des dispositifs techniques : documentation opérationnelle,
 - ✓ la gestion des environnements de travail : l'adaptation du poste de travail (ergonomie) et de son environnement, et l'utilisation d'un outillage approprié,
- les dispositions spécifiques aux activités repérées sensibles vis-à-vis de la sûreté faisant l'objet de dispositions de prévention, de détection, de limitation des conséquences en cas de défaillance humaine.

Analyse FOH

A titre d'exemple, les opérations de déplacements d'objets (colis ou équipements) peuvent être, entre autres, à l'origine de risques de collision ou de détérioration d'équipements. Les mesures de prévention mises en œuvre sont :

- la formation et l'habilitation des agents à la conduite des appareils de manutention,
- la présence d'au moins deux opérateurs pour les opérations de manutention (dont un pour la conduite du moyen de manutention),
- une bonne perception de l'environnement par les agents (éclairage, etc.),
- l'utilisation de moyens de commande clairement identifiés,
- la maintenance des outils de manutention et l'utilisation d'appareils spécifiquement adaptés.

Les opérations d'identification de colis sont facilitées par le marquage visible des colis et par la mise en œuvre de moyens de vision et d'identification adaptés. Lorsque nécessaire, l'identification est effectuée de manière indépendante par deux agents. Les opérations de contrôle (mesure d'activité surfacique et de débit de dose des colis) sont réalisées par mesures multiples, ce qui permet de s'affranchir du risque d'erreur sur mesure unique.

La plupart des situations de fonctionnement des équipements de l'installation sont présentées dans les procédures et consignes. La conduite à tenir y est précisée. En cas de défaillance de matériel ou d'incident, les agents ont été formés pour adopter les réflexes suivants :

- arrêt des opérations en cours,
- examen rapide de la situation,
- information des responsables (Chef d'Exploitation, Chef d'Installation),
- application des mesures prévues dans les procédures ou consignes,
- le cas échéant, réflexion sur les causes et conséquences potentielles, concertation avec l'équipe d'exploitation,
- application des mesures décidées pour le retour à la situation normale.

F.2.16- Risque lié à la coactivité

Le risque lié à la coactivité provient de l'éventuelle interaction entre les différentes opérations réalisées dans l'installation. Ce type de risque, générique à toutes les opérations, est essentiellement lié au fait que les opérations d'assainissement et de démantèlement prévues peuvent être réalisées en parallèle des opérations de RCD.

Les risques peuvent être liés, par exemple, aux opérations d'évacuation des déchets vers des zones d'entreposage situées dans des locaux où se déroulent déjà d'autres chantiers.

Les risques liés à la coactivité sont maîtrisés en optimisant la planification des opérations et s'assurant de la connaissance par tous les intervenants de l'ensemble des opérations en cours dans l'installation.

Dans cette optique, les dispositions suivantes sont mises en place :

- le scénario de référence prévoit la réalisation en série des séquences de démantèlement au sein d'un même bâtiment,
- la préparation des travaux et l'établissement d'un plan de prévention établi par l'Ingénieur Sécurité de l'Installation,
- la tenue de réunions hebdomadaires d'exploitation réunissant les différents intervenants de l'INB durant lesquelles sont examinés les chantiers en cours ou à exécuter prochainement. Ces réunions font l'objet d'un compte rendu déroulant la planification des opérations qui seront réalisées la semaine suivante. Dans ce cadre :
 - ✓ l'obtention de l'Autorisation de Travail Journalière (ATJ) est obligatoire,
 - ✓ la délivrance des ATJ est réalisée quotidiennement, après prise en compte de l'évolution des risques dans le périmètre de l'intervention et en fonction des modes opératoires spécifiques,
 - ✓ le caractère quotidien de ces dispositions participe à la prise en compte du risque de coactivité en phase de réalisation du chantier et de surveillance.

Lors de la réalisation des travaux, les dispositions supplémentaires mises en œuvre sont :

- les réunions périodiques de coordination et de planification des opérations à risque,
- le maintien libre du cheminement emprunté lors de l'évacuation des déchets,
- le suivi des opérations par le chargé de suivi des travaux,
- le contrôle du premier niveau permettant de s'assurer que les consignes applicables au chantier sont bien respectées,
- les inspections régulières réalisées conjointement par le Chef d'Installation et l'Ingénieur Sécurité de l'Installation.

F.3- Risques d'origine externes

F.3.1- Risque induit par les chutes d'aéronefs

Une chute d'aéronef (avions, hélicoptères, etc.) pourrait entraîner une mise en suspension et conduire à un rejet dans l'atmosphère des matières radioactives mobilisables. L'évaluation du risque de chute d'aéronef sur les différents secteurs de l'installation est effectuée à l'aide d'une méthode probabiliste visant à évaluer la probabilité de chute d'un aéronef sur l'INB 56. Cette évaluation est conduite conformément à la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS I.1.a) en s'appuyant sur les données spécifiques au centre de Cadarache et relatives à chaque famille d'aéronef.

Conformément à la RFS I.1.a, l'objectif probabiliste est le suivant :

- la probabilité globale qu'une installation ou un atelier puisse être à l'origine de rejets radioactifs inacceptables suite à un impact ne doit pas dépasser $1\text{E-}06$ par an, en ordre de grandeur,
- pour chaque famille d'aéronef, la probabilité qu'une installation ou un atelier puisse être à l'origine de rejets radioactifs inacceptables suite à un impact ne doit pas être supérieure à $1\text{E-}07$ par an en ordre de grandeur.

La probabilité d'impact P1 sur une cible est déterminée en multipliant les probabilités de chute par an et par m^2 sur la cible par les surfaces dites « virtuelles » de la cible, les surfaces virtuelles étant calculées à partir des dimensions des cibles, des dimensions des avions types et des angles de chute.

Les calculs effectués pour l'INB 56 montrent que les probabilités d'impact toutes familles d'aéronefs confondues sont inférieures ou égales à l'objectif probabiliste de la RFS ($1\text{E-}06/\text{an}$ en ordre de grandeur).

En outre, il faut noter que les calculs de chute d'un avion de l'aviation générale qui apportent la probabilité la plus élevée sont majorants car ils ne prennent pas en compte l'interdiction de survol du centre de Cadarache. Une zone d'interdiction définitive (LF P10) interdit le survol du site à l'aviation générale (limite verticale 4200 pieds).

F.3.2- Risque induit par les voies de communication

Le risque induit par les voies de communication est pris en compte de manière probabiliste.

Voies de communication externes au Centre

Les études réalisées ont montré que les risques externes sont dus essentiellement au transport de matières dangereuses sur les voies de communication alentours et plus précisément la route départementale D952, l'autoroute A51 et la voie ferrée. Le transport de matières dangereuses peut engendrer trois types de risques :

- le risque d'explosion d'un nuage après dérive,
- le risque d'incendie et d'explosion sur place,
- le risque de dérive d'un nuage toxique.

Les études réalisées ont montré que la quasi-totalité du risque est due à l'explosion. Le niveau de risque le plus important concerne la partie du centre située le long de la RD 952 (côté nord-ouest).

Le risque d'agression d'une installation qui serait située au niveau de la clôture est voisin de $1\text{E-}07/\text{an}$ pour un seuil de surpression de 50 mbar, la surpression étant estimée avec la méthode de l'équivalent TNT. La probabilité est par contre de l'ordre de $1\text{E-}06/\text{an}$, si l'on prend en compte un seuil de surpression de 20 mbar. Le risque décroît ensuite très rapidement lorsque l'on s'éloigne des voies de communication. Ainsi, à l'extrémité Sud-Est du centre, le risque est en-deçà de quelques $1\text{E-}10/\text{an}$ (risque dû uniquement à la dérive d'un nuage toxique).

La zone du parc d'entreposage et la zone des tranchées sont plus éloignées des voies de communication que ne l'est l'INB 37 pour laquelle des calculs ont été réalisés. En conséquence, le risque d'agression de l'INB 56, est inférieur à $1,44\text{E-}08/\text{an}$ pour une surpression de 50 mbar, et inférieur à $5,55\text{E-}07/\text{an}$ pour une surpression de 20 mbar.

Voies internes du Centre

Concernant les transports internes du Centre, le risque à moins de 100 mètres de la route est seulement de l'ordre de quelques $1\text{E-}09/\text{an}$ pour une surpression de 50 mbar et de l'ordre de $1\text{E-}08/\text{an}$ pour une surpression de 20 mbar.

L'INB 56 étant éloignée des voies de circulation empruntées par les transports de fioul et de carburants (porte principale – chaufferie – porte principale), ce risque peut être écarté. Le risque d'incendie d'un camion de transport de fuel est également inexistant, la distance de sécurité étant de 21 m.

Concernant les canalisations d'alimentation en gaz, il a été calculé qu'un incident sur celles-ci ou à la chaufferie centrale ne produirait aucune conséquence sur les INB situées à proximité (la surpression de 20 mbar ne peut être atteinte au-delà de 15 m de distance, ce qui signifie que le risque est inexistant pour l'INB 56).

En conclusion, il apparaît que le risque lié aux voies de communication et à l'environnement industriel est faible pour l'INB 56 avec une probabilité d'agression inférieure à $5,55\text{E-}07/\text{an}$ pour une surpression de 20 mbar. La probabilité totale reste inférieure à l'ordre de grandeur de $1\text{E-}06/\text{an}$ requis dans la RFS n°I.1.b.

F.3.3- Risque lié aux installations environnantes

Les installations du Centre de Cadarache susceptibles de générer une agression vis-à-vis de **la zone du parc** de l'INB 56 sont :

- **la Déposante de Déchets Conventionnels (DDC)**, qui est une installation de regroupement des déchets avant leur évacuation vers les filières. C'est une ICPE non nucléaire située à environ 300 m de la zone du parc d'entreposage. Elle n'est pas susceptible d'influer sur la sûreté des INB voisines,
- **les ateliers de traitement de l'uranium enrichi (INB 52 ATUE)**, qui se situent à environ 500 m de la zone parc d'entreposage de l'INB 56 et sont en cours de démantèlement. Parmi les situations accidentelles identifiées, aucune n'est susceptible de déclencher le Plan d'Urgence Interne et ainsi d'impacter la sûreté de l'INB 56,
- **les réacteurs EOLE et MINERVE (INB 42 et 95)** : ces réacteurs expérimentaux se situent à environ 500 m de la zone du parc d'entreposage de l'INB 56. Ils permettaient respectivement de réaliser des études neutroniques sur des combustibles utilisés dans les centrales de la filière des réacteurs à eau légère et sur des réseaux combustibles des différentes filières de réacteurs nucléaires. Ces deux installations sont à l'arrêt définitif et en attente de démantèlement. Parmi les situations accidentelles identifiées, aucune n'est susceptible de déclencher le PUI et ainsi d'influer sur la sûreté de l'INB 56,
- **le Réacteur d'essai Jules Horowitz (INB 172)** : Le Réacteur d'essai Jules Horowitz (RJH – INB 172), situé à environ 900 m, est un futur réacteur d'expérimentation notamment destiné à des recherches sur le comportement de combustibles et de matériaux et à la fabrication de radioéléments destinés à un usage médical et biomédical. L'accident de référence de l'INB 172 peut conduire à des équivalents de dose à 500 m légèrement supérieurs au seuil de 10 mSv nécessitant la mise en œuvre de contre-mesures qui feront l'objet d'une consigne définissant la conduite à tenir pour le personnel présent dans le périmètre de l'INB 56,
- **la chaufferie du centre de Cadarache (ICPE non nucléaire, 257 - 276)** : elle est située à environ 900 m. L'accident enveloppe identifié dans le PUI est une explosion de gaz naturel : une fuite de gaz, due à une rupture de canalisation, se produirait puis une explosion. Un nuage de gaz se répandrait dans l'ensemble de la chaufferie. Toutefois, la surpression dans le rayon de 140 m autour du foyer ne serait pas de nature à menacer l'intégrité des bâtiments de la zone du parc,
- **le réacteur MASURCA (INB 39)** : il se situe à environ 1 km de la zone du parc de l'INB 56. Le réacteur de recherche était destiné aux études de neutronique des cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides. Dans l'INB 39, deux scénarios accidentels, identifiés dans le PUI, pourraient conduire à la fusion du cœur du réacteur. A ce jour, l'INB 39 est à l'arrêt définitif (le cœur du réacteur a été déchargé) et en attente de démantèlement; le risque d'une fusion de cœur est donc inexistant,

- **l'installation MAGENTA (INB 169)** est située à environ 1 km de la zone du parc de l'INB 56 et a pour mission d'entreposer les matières fissiles du CEA. L'accident enveloppe de l'INB 169, identifié dans le PUI, est un incendie impliquant de la matière pyrophorique ou du Pu en boîte à gants avec relâchement de substances radioactives. Au vu des mesures de protection qui seraient mises en œuvre dans le cadre du PUI au niveau du site de Cadarache (regroupement, confinement, évacuation, moyens d'intervention et de protection), on peut considérer que l'impact sur la sûreté (en matière de conséquences radioactives) de l'INB 56 serait faible,

Par ailleurs, les installations situées à proximité de la **zone des tranchées** sont :

- **le labo UO2 (bâtiment 315)** est situé à moins de 300 m de la zone des tranchées de l'INB 56. Cette ICPE nucléaire soumise à autorisation est utilisée pour la réalisation d'études sur les procédés de fabrication de combustibles à base d'uranium, et pour la caractérisation des produits obtenus. Selon le PUI, la valeur de l'activité maximale mise en œuvre dans ce laboratoire est sans conséquence sur le fonctionnement de l'INB 55-LECA STAR, située à environ 200 m du labo UO2. De fait, l'activité du laboratoire est aussi sans influence sur la sûreté de l'INB 56,
- **l'installation CEDRA (INB 164)** située à moins de 300 m de la zone des tranchées de l'INB 56, a pour missions l'entreposage de déchets de faible et moyenne activité à vie longue dans l'attente d'un stockage définitif. Le scénario accidentel identifié dans le PUI est un accident de manutention : collision d'un colis avec un empilement lors d'une opération de manutention dans le bâtiment entreposage FI entraînant la perte d'intégrité de 10 colis,
- **l'ICPE 312**, située à environ 300 m de la zone des tranchées de l'INB 56, réalise les activités de décontamination sur des matériels en provenance des unités opérationnelles du centre ainsi que les opérations de démantèlement concernant les objets contaminés alpha Pu et alpha U. Selon le PUI, l'ICPE ne présente pas de risque pour l'INB 37-STED, situé à 100 m du bâtiment 312. L'installation est donc sans impact sur la sûreté de la zone des tranchées,
- **la Station de Traitement des Effluents et des Déchets Solides**, formée d'une station de traitement des effluents (STE, INB 37B) et d'une station de traitement des déchets (STD, INB 37A), se situe à environ 400 m de la zone des tranchées de l'INB 56. La STE est en cours de démantèlement, elle ne reçoit plus d'effluents depuis le 1^{er} janvier 2012. L'accident de référence de l'INB 37A identifié dans le PUI est l'incendie dans la STD de 400 fûts dans le local d'entreposage des fûts de matière fissile, pouvant entraîner un rejet atmosphérique d'effluents radioactifs.
- **l'installation LECA-STAR (INB 55)** se situe à environ 400 m de la zone des tranchées de l'INB 56 et est constituée du Laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA) et de la station de traitement d'assainissement et de reconditionnement des combustibles irradiés (STAR). Elle est conçue pour effectuer des examens non destructifs et destructifs sur des éléments combustibles et des matériaux de structure fortement irradiés dans les réacteurs expérimentaux ou dans les réacteurs des différentes filières nucléaires et pour conditionner des combustibles.

- **l'INB 171 (AGATE)**, située à environ 400 m de la zone des tranchées de l'INB 56, vise à remplacer l'INB 37B STE. Elle comporte un procédé de traitement des effluents liquides par évaporation, qui permet de concentrer la radioactivité dans un volume réduit (concentrats) avant transfert vers le centre CEA de Marcoule pour traitement final et conditionnement en colis de déchets.

Certains scénarios accidentels au niveau de ces installations conduisent à des conséquences radiologiques au niveau de l'INB 56. Toutefois, au vu des mesures de protection qui seraient mises en œuvre dans le cadre du PUI (regroupement, confinement, évacuation, moyens d'interventions et de protection), on peut considérer que l'impact dosimétrique au niveau de l'INB 56 serait faible.

En conclusion, il apparaît que les situations accidentelles pouvant survenir sur les installations environnantes ne remettent pas en cause la sûreté de l'INB 56.

F.3.4- Risque lié au séisme

La tenue au séisme a été analysée au regard des exigences de comportement de stabilité d'ensemble (non effondrement et stabilité générale moyennant potentiellement l'apparition de désordres locaux irréversibles (fissures pour le béton armé et plastifications pour l'acier)), et de non interaction avec les bâtiments adjacents (vis-à-vis de l'impact sur les EIP).

Pour chaque bâtiment, une analyse de la tenue au séisme a été effectuée en se fondant sur les études et plans disponibles, et sur la réglementation applicable : la tenue est vérifiée au niveau du Séisme Majoré de Sécurité (SMS) pour le site de Cadarache, soit un séisme de magnitude 5,8. Les principales conclusions sont les suivantes :

- il n'existe aucune exigence pour la tenue au séisme des bâtiments conventionnels du parc (leur tenue n'est pas garantie en cas de séisme SMS mais l'impact sur la sûreté est faible)
- de même, il n'existe aucune exigence pour la tenue au séisme des hangars mais seul le hangar H4 contient des matières mobilisables conditionnés en colis non bloqués non enrobés),
- le hangar ATC est dimensionné pour résister à un séisme de niveau SMS (Séisme Majoré de Sécurité) avec effet de site (facteur de majoration F_a compris entre 1 et 1,5 en fonction des fréquences du séisme),
- la stabilité des fosses anciennes en elles-mêmes n'est pas garantie. Les structures sont dimensionnées conformément aux recommandations de l'Eurocode 8 sur la base du zonage parasismique découlant de la réglementation, et applicables aux bâtiments industriels, un tel séisme n'entraînant pas la ruine des bâtiments,
la stratégie retenue pour la conception de l'installation Vrac-MI, qui consiste principalement en un dimensionnement au séisme de niveau SMHV avec effet de site (facteur F_a) vise à maintenir autant que possible la première barrière de confinement statique des équipements contenant des déchets radioactifs en cas de séisme et à assurer le confinement dynamique des locaux potentiellement les plus contaminés. De plus, on a considéré, comme accident de référence de l'installation (cf. § H), un séisme « hors dimensionnement » de niveau SMS tenant compte d'un effet de site (facteur F_a),
- la stabilité des fosses récentes est garantie,
- la stabilité des piscines et du hangar des piscines (bâtiment 769) est garantie,

- la stabilité d'ensemble de l'installation de RCD des déchets en tranchées (bâtiments support et « tranchée ») est garantie sur la base d'un dimensionnement conforme aux recommandations de l'Eurocode 8, sur la base du zonage parasismique découlant de la réglementation, et applicables aux bâtiments industriels, un tel séisme n'entraînant pas la ruine des bâtiments.

La plupart des déchets entreposés sont bloqués ou enrobés dans une matrice. Ils présentent donc une bonne résistance mécanique et ne subiraient que des dommages limités et superficiels en cas d'effondrement des structures métalliques. Cependant, il est considéré envisageable qu'un séisme de niveau SMS puisse atteindre certaines parties de l'INB 56 et les conséquences radiologiques ont été évaluées.

Plusieurs scénarii de séisme ont été traités dans les analyses de sûreté. Ainsi, le scénario de référence de l'INB56 est celui d'un séisme de niveau SMS (avec effet de site) impactant les fosses anciennes de l'installation. Ses conséquences restent compatibles avec les Objectifs Généraux de Sûreté de l'INB 56.

F.3.5- Risque lié à la foudre et interférences électromagnétiques d'origine externe

Les bâtiments font l'objet d'une protection contre les effets liés à la foudre, conformément aux normes NFC 17-100 pour la protection des structures contre la foudre et NFC 17-102 pour la protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerres et dispositifs particuliers d'amorçage.

Un examen a été mené sur l'ensemble des bâtiments existants de l'INB 56 ainsi que sur les liaisons électriques « entrantes » et « sortantes » de ces bâtiments. L'examen de cette partie a été mené conformément à la norme NF-EN 62-305. Cette norme implique la réalisation d'une étude décomposée en deux parties :

- l'Analyse du Risque Foudre (ARF),
- l'Étude Technique associée (ET).

Les conclusions de cette analyse peuvent également s'appliquer sur les nouveaux bâtiments à construire dans le cadre du démantèlement (ATC, installation Vrac-MI, installation de RCD Autres tranchées). Les résultats de l'ARF ont conduit à mettre en place une protection dite de « niveau 4 » sur les principaux bâtiments de l'INB 56. Ces dispositions constructives et d'amélioration permettent de maîtriser le risque lié à la foudre.

Par ailleurs, il n'existe aucune source d'interférences électromagnétiques d'origine externe susceptible d'affecter la sûreté de l'INB 56.

F.3.6- Risque lié aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes

Les conclusions des analyses relatives au risque de vents violents, de chute de neige importantes, de grêle et de températures extrêmes montrent un dimensionnement adapté de l'installation.

On peut ajouter en particulier :

- que les installations Vrac-MI et Autres tranchées font l'objet de dispositions constructives et d'analyses qui ont permis de montrer que ces installations pourront être mises à l'état sûr même en cas de conditions climatiques extrêmes (neige vent, températures extrêmes, et tornade).
- que le dimensionnement du hangar RFR prend en compte les conditions climatiques applicables pour le site de Cadarache.

F.3.7- Risque d'incendie d'origine externe

Les dispositions de prévention des incendies de forêt et de leur propagation sont mises en œuvre au niveau du Centre de Cadarache. Ces dispositions consistent à réduire au plus bas les risques de survenance et de propagation des feux de forêt, et à limiter le développement et les conséquences de tels feux sur les installations du centre de Cadarache. Elles reposent sur des actions de déboisement, de débroussaillage et de dépressages périodiques autour du périmètre du centre de Cadarache et de l'INB 56.

Ces actions comprennent entre autres :

- le dégagement et l'entretien d'une bande débroussaillée de sécurité incendie d'une largeur de 100 mètres tout au long de la clôture du centre,
- l'aménagement de zones de type débroussaillage/déforestation autour des bâtiments sur une distance de 50 mètres,
- le dégagement et l'entretien d'une bande débroussaillée de sécurité incendie d'une largeur de 20 mètres de part et d'autre des voies de circulation,
- l'aménagement et l'entretien des chemins d'accès et des dégagements sous les lignes électriques,
- la mise en place et l'entretien d'un réseau de distribution d'eau alimentant des poteaux d'incendie et de réserves statiques d'eau.

Ces principes sont réactualisés en fonction de l'évolution de la réglementation.

F.3.8- Risque d'inondation d'origine externe

Cas des secteurs des hangars et des piscines

Les évacuations des toitures et les rigoles situées autour des hangars ainsi que le réseau d'évacuation d'eaux pluviales ont été dimensionnés pour les précipitations maximales enregistrées sur la zone de l'INB 56. Ils sont entretenus périodiquement. Il n'y a donc pas de risque d'inondation par les eaux pluviales.

De plus, le secteur des hangars n'est pas situé dans une zone inondable, y compris par une remontée de la nappe phréatique.

Cas des fosses anciennes et récentes

Concernant le risque d'inondation par une remontée de nappe phréatique au droit des fosses (remontée atteignant l'ensemble des fosses F1 à F6), celui-ci ne peut être exclu. En effet, le niveau piézométrique de référence (308,5 m NGF) ainsi que le niveau maximal relevé dans le piézomètre SD5 (306,48 m NGF) sur la période 2006-2015 sont supérieurs à la côte basse des fosses du parc d'entreposage (304,2 m NGF).

Afin de limiter les conséquences d'une éventuelle inondation dans l'installation, les mesures prévues sont :

- toute détection visuelle d'inondation peut entraîner des actions de l'équipe d'exploitation de l'INB avec les moyens disponibles de pompage (système de pompage situé dans la galerie technique ou moyens mobiles supplémentaires de pompage),
- toute détection d'inondation par capteur avec report sur le réseau de téléalarme SAFIR déclenche l'intervention immédiate de la FLS,
- les origines de l'inondation sont recherchées et des mesures sont prises afin d'en limiter les conséquences. Des mesures compensatoires complémentaires sont prises par le chef d'installation afin d'éviter tout autre risque (coupure des circuits électriques, etc.).

Cas du secteur des tranchées

Le risque est principalement lié à une forte pluviométrie et/ou à la montée potentielle de la nappe phréatique ou des nappes perchées. Ces nappes sont susceptibles d'atteindre le niveau bas des tranchées lors des opérations de terrassement ou lors des opérations de reprise des déchets, ce qui peut conduire à la présence d'eau en fond de tranchée et in fine à une dissémination radioactive et chimique sous forme liquide.

La construction de l'installation de RCD Autres tranchées (bâtiments « tranchée » et support) a pour effet de limiter les entrées d'eau dans les tranchées et sur la zone du chantier. D'autre part, les mesures de prévention vis-à-vis de la remontée de nappe sont les suivantes :

- la protection du chantier vis-à-vis des eaux de ruissellement par des drains périphériques,
- la limitation de l'alimentation de la nappe par l'eau météorique grâce à la mise en place de confinements au-dessus des tranchées,
- le dimensionnement du réseau d'eaux pluviales.

F.3.9- Risque d'éboulement de talus

Origine du risque

Lors de la phase d'aménagement des bâtiments « tranchées » de l'installation Autres tranchées, le risque d'effondrement des talus résulte des opérations de terrassement nécessaires à la construction des structures. L'événement redouté en cas d'éboulement des talus dans la phase de montage est le déconfinement potentiel des déchets encore entreposés en terre.

Lors de la phase de reprise des déchets et d'assainissement des tranchées, le risque d'effondrement des talus est lié à une possible décohésion des parois des tranchées consécutive à l'excavation progressive pour la reprise des déchets enfouis. L'événement redouté est l'éboulement des talus conduisant à l'affaiblissement des structures de l'installation.

Dispositions de maîtrise du risque

Mesures de prévention

L'ensemble des ouvrages, et notamment les profils des talus qui ont un coefficient de sécurité de 1,5, ont été vérifiés par des notes de calculs afin de garantir la tenue des bâtiments « tranchée » du système RCD mis en place. En phase d'aménagement, dans le cas où la surface disponible ne permet pas la réalisation de talus, des soutènements des terres sont mis en place.

Mesures de surveillance

La surveillance des talus est essentiellement visuelle et assurée par les opérateurs et le système de vidéosurveillance. Un début d'éboulement serait détecté par les opérateurs présents de la phase concernée.

Mesures de limitation des conséquences

En cas d'anomalie avérée, un périmètre de sécurité est mis en place afin de baliser la zone à risque dans l'attente de la mise en œuvre d'un renforcement adapté. Des travaux de renforcement sont mis en œuvre après analyse de la situation dégradée.

G. Accidents enveloppes par opération

Pour chaque secteur, l'analyse a conduit à identifier le ou les accidents ayant les conséquences potentielles les plus élevées (« accident enveloppe par secteur »), susceptibles de survenir durant la phase de démantèlement. En résumé, les accidents enveloppes et leurs conséquences radiologiques retenus pour l'INB 56 sont les suivants :

Secteur	Nom de l'accident	Conséquences radiologiques pour un travailleur (mSv)	Conséquences radiologiques pour l'environnement à deux jours pour le groupe de référence (mSv)
Hangars	Incendie de 16 fûts non bloqués non enrobés dans le hangar H4 + chute de charge	SO	1,2 E-01
Fosses anciennes	Séisme global hors dimensionnement (SMS + effet de site = SMS x Fa)	SO	4,97E-01
Fosses récentes	Cumul de la chute de l'ETCMI sur la fosse F5 avec perte électrique (ou chute d'un château de transfert sur un puit).	0,463	3,84E-05
Piscines	Incendie d'un fut de déchets dans le bâtiment 769	SO	1,6E-03
Tranchées	Cumul d'un incendie en tranchée T1, T3, T4 ou T5 avec une perte électrique/perte de ventilation	SO	9,68E-03
Hangar TFA	Incendie de 176 big-bags de déchets TFA dans le hangar	SO	1,4E-05

Tableau 9 : Tableau de synthèse des accidents enveloppes des différents secteurs de l'INB56

H. Accident de référence

Il apparaît que parmi les accidents enveloppes par opération, le scénario d'un séisme « global » hors dimensionnement pendant les opérations de RCD des fosses anciennes a les conséquences les plus élevées, ce qui en fait l'accident de référence de l'INB 56 pour la période de démantèlement, c'est-à-dire pour toute la période allant jusqu'au déclassement de l'installation.

H.1- Scénario et hypothèses

L'accident de référence pris en compte pour le démantèlement de l'INB 56 correspond à un séisme de niveau SMS (avec effet de site) impactant les fosses anciennes et entraînant le cumul de quatre phénomènes (explosion sodium/eau, feu pyrophorique, endommagement d'un conteneur de déchets et dissémination radioactive consécutive à la perte de la ventilation du procédé).

H.2- Conséquences radiologiques

Les calculs effectués prennent en compte un jeu d'hypothèses pénalisantes et les différentes voies d'atteintes (expositions interne et externe liées au passage du panache, exposition due aux dépôts et à l'ingestion de produits provenant d'animaux nourris par des végétaux contaminés, etc.).

Il est considéré que les quatre phénomènes présentés précédemment peuvent avoir lieu en même temps. Aussi, un séisme global conduit, au total, à des doses maximales de 0,497 mSv sur 2 jours pour un adulte du groupe de référence (Saint-Paul-Lez-Durance) tout en considérant une hauteur de rejet de 0 m. Le relâchement de matières radioactives en cas de séisme est principalement dû au feu pyrophorique dans un puits.

H.3- Conclusion

Cette valeur de 0,497 mSv respecte l'Objectif Général de Sûreté visé pour l'INB 56 en cas d'accident qui est lui-même « inférieur ou égal à 10 mSv », cette dose efficace de rayonnements ionisants correspondant au premier niveau d'intervention mentionné dans l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n°2009-DC-153 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 18 août 2009, relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique en cas d'accident nucléaire.

Par ailleurs, quel que soit l'accident considéré, l'activité ajoutée évaluée dans les productions agricoles d'origine locale reste toujours inférieure aux niveaux maximaux de contamination présentés dans le Journal Officiel des Communautés Européennes. Il n'y a donc pas lieu de prévoir la mise en œuvre de mesures de protection des populations ou de restriction de consommation des produits agricoles d'origine locale.

Ces conséquences potentielles sont supérieures à celles de tous les accidents susceptibles de se produire lors des opérations de fonctionnement et de démantèlement de l'INB 56, y compris en cas de situations de cumul plausible d'agressions internes et/ou externes.

On peut donc conclure que les conséquences potentielles radiologiques maximales évaluées pour le groupe de population le plus exposé restent limitées et qu'elles sont compatibles avec le dimensionnement et la mise en œuvre du Plan d'Urgence Interne du Centre de Cadarache et le Plan Particulier d'Intervention.

Crédits photographiques

Parc d'entreposage des déchets radioactifs de Cadarache – INB 56 : CEA, photothèque du CEA