

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			1 / 58

Correction du critère tritium			23/05/2016	C
Mise à jour suite à demandes complémentaires de l'ASN			17/03/2016	B
Edition d'origine			23/04/2014	A
<i>Historique des modifications</i>			<i>Date</i>	<i>Indice</i>

Projet Affaire :

Ce document annule et remplace :

Pièce(s) Jointe(s)

**Destinataires**

Document complet par mail via Doqémis	Document complet en format papier
SIAD : E. HOUGET, D. COGNEAU, A. GINET  SRNR : P.CHARLETY, N. NEGRELLO C. DURAND, B. CAPECE  DPAD : F.TOURNEBIZE, L.GAUTHIER  Responsable AQ SIAD	BLD ..... l'original pour archivage



Direction de l'Énergie Nucléaire  
 Département de Services Nucléaires  
 Service des Installations en Assainissement Déman­te­le­ment  
 17 rue des Martyrs 38 054 Grenoble CEDEX 09

DEN  
 DSN  
 SIAD



Nom Visa			
Nom Visa		<i>[Signature]</i> Y. CANALE (Mission démantèlement)	
Nom Visa	<i>[Signature]</i> L. GAUTHIER (Mission déclasser­ment)	<i>[Signature]</i> T. SAUVAGE (Chef d'exploitation)	<i>[Signature]</i> J. BOUFFIER (Chef d'INB)
	<b>Rédacteur(s)</b>	<b>Vérificateur(s)</b>	<b>Approbateur</b>

Les informations contenues dans ce document sont réservées aux destinataires nommément désignés et ne peuvent recevoir aucune autre diffusion sans autorisation de l'approbateur.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			2 / 58

## SOMMAIRE

<b>1. GENERALITES</b> .....	<b>3</b>
1.1 OBJET .....	3
1.2 DOCUMENTS ASSOCIES .....	3
1.3 GLOSSAIRE .....	4
1.4 PRESENTATION DE L'INSTALLATION .....	6
1.5 CONTEXTE .....	8
<b>2. ETAPES DU DEMANTELEMENT</b> .....	<b>9</b>
2.1 PRINCIPALES ETAPES .....	9
2.2 CONTRAINTES PRISES EN COMPTE DANS LE CHOIX DU SCENARIO DE DEMANTELEMENT .....	14
2.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX .....	15
<b>3. BILANS DEMANDES AU TITRE DU DECRET DE DEMANTELEMENT</b> .....	<b>20</b>
3.1 BILAN RADIOLOGIQUE .....	20
3.2 BILAN DES DECHETS ET EFFLUENTS .....	21
<b>4. RETOUR D'EXPERIENCE DES TRAVAUX DE DEMANTELEMENT</b> .....	<b>27</b>
4.1 RETOUR D'EXPERIENCE DES TRAVAUX .....	27
4.2 REX SURETE / RADIOPROTECTION .....	31
4.3 REX SECURITE / CONDITIONS DE TRAVAIL .....	35
4.4 REX GESTION DE PROJET / ORGANISATION / FACTEUR HUMAIN .....	39
<b>5. ATTEINTE DE L'ETAT FINAL RECHERCHE</b> .....	<b>42</b>
5.1 ETAT PHYSIQUE .....	42
5.2 ETAT RADIOLOGIQUE FINAL .....	48
5.3 SPECTRE RADIOLOGIQUE .....	49
5.4 SCENARIOS ET RESULTATS DES ETUDES D'IMPACT RESIDUEL .....	49
<b>6. CONCLUSION</b> .....	<b>58</b>

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			3 / 58

## 1. GENERALITES

### 1.1 OBJET

Ce document constitue le document « bilans et le compte rendu de démantèlement de l'INB 61 - LAMA », permettant de répondre aux demandes formulées dans l'article 4 du décret de démantèlement de l'installation [1].

Ce document présente d'une part le retour d'expérience des opérations de démantèlement (faits marquants, incidents, doses collectives et individuelles maximales associées aux différentes phases de démantèlement, bilans relatifs aux déchets produits...) et d'autre part les éléments démontrant la réalisation de l'état final recherché pour l'installation après son démantèlement.

Conformément au décret de démantèlement [1], le présent document est destiné à être transmis à la Préfecture de l'Isère et à la mairie de Grenoble, où il sera consultable.

### 1.2 DOCUMENTS ASSOCIES

- [1] Décret n° 2008-981 du 18 septembre 2008 autorisant le Commissariat à l'énergie atomique à modifier l'installation nucléaire de base n° 61 dénommée Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) située sur le territoire de la commune de Grenoble (Isère) en vue de son démantèlement et de son déclassement
- [2] Arrêté du 25 mai 2004 autorisant le CEA à poursuivre les prélèvements d'eau et rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation de son site nucléaire de Grenoble
- [3] Méthodologies d'assainissement complet acceptables .....SD3-DEM-02
- [4] Méthodologies d'assainissement complet acceptables dans les installations nucléaires de base en France ..... Guide n°14
- [5] Prescriptions techniques relatives au LAMA - INB n°61 .....DSNR/SD3/0301/2006 du 3 avril 2006
- [6] Dossier de demande de déclassement du zonage déchets de l'INB 61 - LAMA (périmètre 1)..... LEIG/SY/8000/10/1744
- [7] Dossier de demande de déclassement du zonage déchets de l'INB 61 - LAMA (périmètre 2)..... LEIG/SY/8000/13/0158
- [8] Guide méthodologique – Gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives – IRSN – mai 2008
- [9] Hypothèses et scénarios des études d'impact de réutilisation des bâtiments déclassés des INB ..... LEIG/NT/1060/06/2072
- [10] Hypothèses et résultats de l'étude d'impact liée à la réutilisation de béton et de terre ..... LEIG/NT/1060/07/1975
- [11] Hypothèses et scénarios des études d'impact de réutilisation terrains réhabilités ..... LEIG/NT/1060/10/1279
- [12] Diagnostic d'état de contamination radiologique et chimique des aires extérieures du LAMA (INB 61) du CEA/Grenoble ..... LEIG/SY/8000/09/0856
- [13] Circulaire N°5A : Principes et modalités du zonage déchets des installations du CEA – Gestion des déchets TFA et des déchets conventionnels ..... DSNQ/MS/CI/005A
- [14] Procédure d'autorisations internes au CEA Grenoble concernant la sûreté nucléaire.....CS n°50
- [15] Dossier de déclassement de l'INB61 LAMA ..... LEIG/SY/8000/13/0201
- [16] Dossier d'Information Relatif à l'Assainissement des Structures (DIRAS) de l'INB 61 - LAMA en vue du déclassement ..... LEIG/NT/8000/08/1373
- [17] Maîtrise des opérations dans les installations ..... LEIG/PR/1060/05/0745
- [18] Gestion des déchets radioactifs dans l'INB 61 - LAMA..... LEIG/PR/8000/08/3281
- [19] Justificatif de l'état choisi et des étapes du démantèlement de l'INB 61 - LAMA..... LEIG/RS/8000/05/1332
- [20] Rapport de Sûreté de Démantèlement de l'INB 61 - LAMA..... LEIG/RS/8000/05/1333

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			4 / 58

### 1.3 GLOSSAIRE

**Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) :** Organisation intergouvernementale créée en 1957, qui fait partie de l'Organisation des Nations Unies. Son rôle est de favoriser et d'encourager l'utilisation pacifique de l'énergie atomique dans le monde entier tout en contrôlant les engagements pris par les Etats au titre du Traité de non-prolifération des armes nucléaires.

**ANDRA :** Agence Nationale pour la gestion des Déchets RADioactifs. Etablissement public industriel et commercial chargé de la gestion à long terme des déchets radioactifs produits en France

**ASN :** Autorité de Sûreté Nucléaire

**Assainissement :** Phase consistant à éliminer toutes les substances dangereuses (matières radioactives, effluents liquides et déchets solides radioactifs, produits chimiques, ...), de façon concomitante à l'arrêt des procédés

**Barres :** Tubes de bore ou de cadmium introduits verticalement au sein du cœur d'un réacteur dans le but de contrôler, par absorption de neutrons, la réaction et donc la puissance fournie (aussi appelées « grappes de contrôle ou de commande »)

**Becquerel (Bq) :** Unité légale de mesure internationale utilisée en radioactivité (symbole : Bq). Le Becquerel mesure l'activité d'une source radioactive, c'est-à-dire le nombre de transformations ou désintégrations d'atomes qui s'y produisent en une seconde; cette transformation s'accompagnant de l'émission d'un rayonnement

**Big-bag :** Sac de très grande contenance en polypropylène permettant de conditionner des déchets

**CEA/GRE :** Centre de Grenoble du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives / Grenoble

**Cessation Définitive d'Exploitation (CDE) :** Phase durant laquelle les matières nucléaires sont retirées ainsi que les déchets et les matières inflammables. Dans le cas d'un laboratoire, les matières nucléaires n'étant pas concentrées sous forme d'éléments combustibles, l'exploitant procède plutôt à un nettoyage des unités dans lesquelles les matières ont transité. Ces opérations sont autorisées dans le cadre des autorisations habituelles d'exploitation de l'installation

**Centre de Stockage de l'Aube (CSA) :** Situé sur les communes de Soullaines-Dhuys, Epothémont et La Ville-aux-Bois (10), le centre de stockage est destiné à recevoir des déchets de faible activité (FA) et de moyenne activité (MA)

**Centre de Stockage des déchets TFA (CSTFA) :** Situé sur les communes Morvilliers et La Chaise (10), le centre de stockage destiné à recevoir des déchets de très faible activité (TFA)

**Centre Nucléaire de TRAitement et COnditionnement des Déchets Faiblement Radioactif (CENTRACO) :** Situé sur la commune de Codolet (30), CENTRACO traite les déchets métalliques dans son unité de fusion et les déchets combustibles dans son unité d'incinération

**CIINB :** Commission Interministérielle des Installations Nucléaires de Base

**Déchets Faible Activité (FA) :** Déchets nucléaires représentant près de 90 % de l'ensemble des déchets radioactifs. Il s'agit pour l'essentiel de déchets provenant des installations nucléaires (objets contaminés : gants, filtres, résines, ...) et des laboratoires d'analyse

**Déchets Très Faible Activité (TFA) :** Déchets nucléaires provenant principalement du démantèlement des installations nucléaires ou des sites industriels qui utilisent dans le cadre de leur production des substances faiblement radioactives. Il s'agit, par exemple, de bétons, gravats, plastiques et ferrailles. La radioactivité de ces déchets est extrêmement faible et de courte durée de vie

**Déclassement :** Ensemble des procédures administratives destinées à modifier le statut d'une INB, pour en faire une nouvelle INB, ou une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement, ou encore pour la sortir du périmètre des installations sous contrôle réglementaire

**Démantèlement :** Ensemble des opérations techniques ayant pour but de supprimer les risques liés à la radioactivité subsistant dans une installation nucléaire, après son arrêt définitif de production, pour aboutir à son déclassement

**DGSNR :** Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection, devenue ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire)

**DMG :** Département de Métallurgie de Grenoble

**DRT :** Direction de la Recherche Technologique

**DEN :** Direction de l'Energie Nucléaire

**Dose collective :** Somme des doses reçues par les personnels exposés au sein d'une installation nucléaire

**Dosimétrie :** Détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnement absorbée par une substance ou un individu

**DSFI :** Déchets Sans Filière Immédiate

**EES :** Egout Eaux Spéciales

**FARO :** Fiche d'Autorisation de Réalisation d'Opération

**Filtre Très Haute Efficacité (THE) :** Filtre présentant une efficacité minimale de 99,97 % vis-à-vis d'un aérosol de 0,3 µm.

**FLS :** Formation Locale de Sécurité

**Fût PEHD :** Fût en Polyéthylène Haute Densité permettant de conditionner des déchets

**Installation Nucléaire de Base (INB) :** Installation nucléaire qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité de toutes les substances radioactives qu'elle contient, est soumise à une réglementation spécifique

**LAMA :** INB n°61 du centre CEA/Grenoble, Laboratoire d'Analyse des Matériaux Actifs

**Mélusine :** INB n°19 du centre CEA/Grenoble, réacteur de type piscine à cœur ouvert

**Niveau III au sens de l'AIEA :** Niveau correspond à la « libération totale et inconditionnelle du site » sans qu'aucune surveillance ne soit nécessaire, tous les matériaux ou équipements de radioactivité significative ayant été évacués

**Passage :** Projet d'assainissement des sites radioactifs du centre CEA de Grenoble

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			5 / 58

**RDS** : Rapport De Sûreté

**RGSE** : Règles Générales de Surveillance et d'Entretien

**Sievert (Sv)** : Unité légale d'équivalent de dose qui permet de rendre compte de l'effet biologique produit par une dose absorbée donnée sur un organisme vivant

**SILOE** : INB n°20 du centre CEA/Grenoble, réacteur de recherche

**SILOETTE** : INB n°21 du centre CEA/Grenoble, réacteur école

**STED** : INB n°36/79 du centre CEA/Grenoble, Station de Traitement des Effluents et Déchets et Entreposage de Décroissance

**TCR** : Tableau de Contrôle de Rayonnement

**TGBT** : Tableau Général Basse Tension

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			6 / 58

## 1.4 PRESENTATION DE L'INSTALLATION

L'INB 61 - LAMA a été déclarée au ministre délégué chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales par lettre de l'administrateur général du Commissariat à l'Energie Atomique en date du 08 janvier 1968.

L'objectif de l'installation était de permettre de réaliser les examens et essais visant à déterminer les lois élémentaires du comportement des combustibles ou matériaux sous irradiation.

Les principaux thèmes de recherche du LAMA étaient :

- Le suivi du combustible durant l'irradiation,
- L'étude des combustibles (standards et avancés),
- L'évolution du combustible de la filière eau dans le cas des accidents "cœur sévèrement dégradé".

Les opérations de recherche et de développement se sont arrêtées en décembre 2002.

Le processus de démantèlement a démarré en 2003 par l'étape de cessation définitive d'exploitation.

Suite à l'arrêt des réacteurs SILOE et MELUSINE, l'INB 61 - LAMA a servi de cellule de sortie pour l'évacuation des combustibles expérimentaux sans emploi et nourriciers défectueux. Il a également participé aux opérations de tri des conteneurs de décroissance de l'INB 79 qui se sont terminés en 2007.

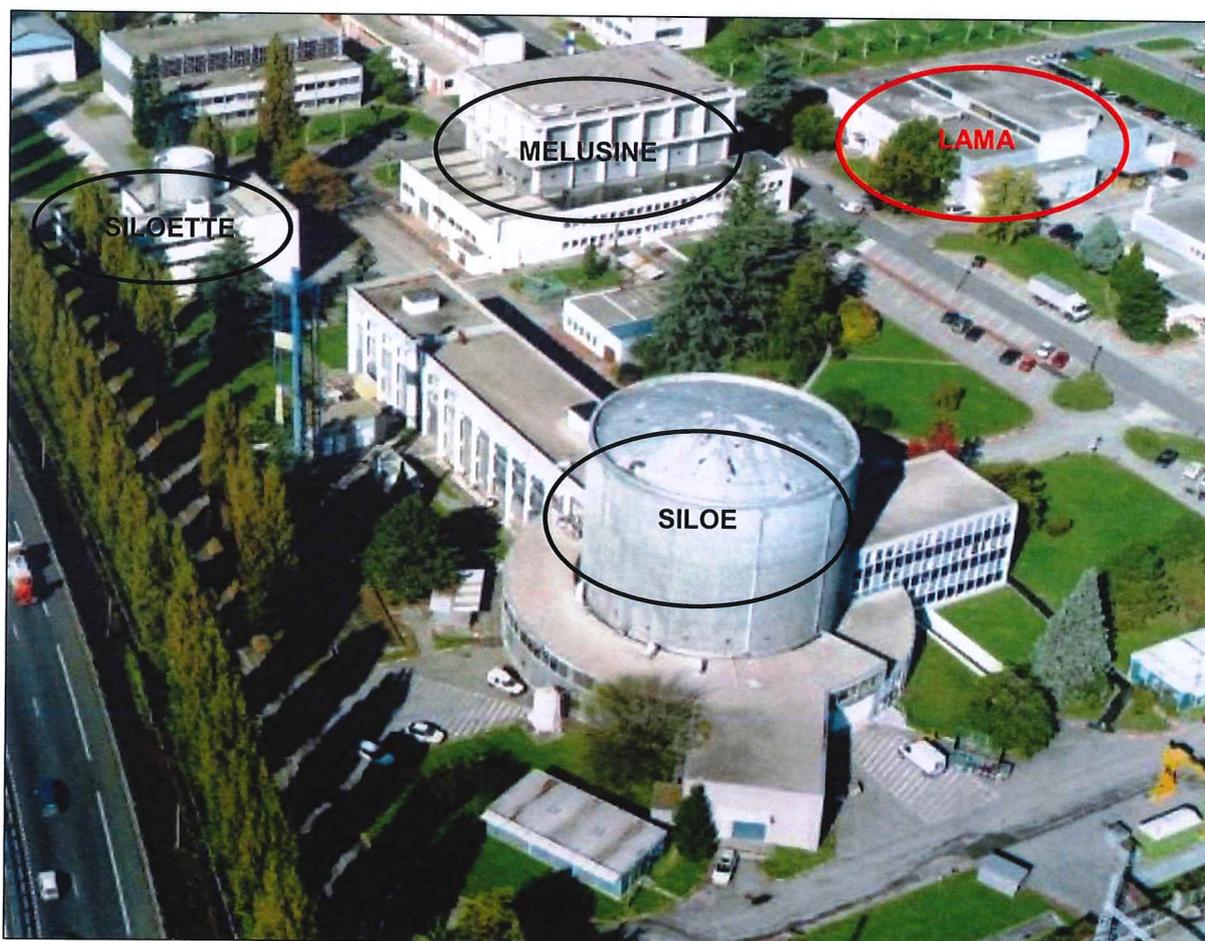


Figure 1 : Implantation de l'INB 61 - LAMA sur la zone réacteurs

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			7 / 58



Figure 2 : Vue extérieure de l'INB 61 - LAMA



Figure 3 : Laboratoire chaud 1 de l'INB 61 - LAMA en exploitation

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			8 / 58

## 1.5 CONTEXTE

Le démantèlement de l'INB 61 - LAMA s'inscrit dans le projet de dénucléarisation du site du CEA/Grenoble, initié en 2002, pour coordonner le démantèlement et l'assainissement des 6 Installations Nucléaires de Base (INB) du CEA/Grenoble (INB 19 - Mélusine (déclassée en 2011), INB 20 - Siloé (demande de déclassement en cours d'instruction), INB 21 - Siloette (déclassée en 2007), INB 61 - LAMA et INB 36/79 - STED).

Pour assurer la dénucléarisation du site, un projet spécifique a été créé. Ce projet, nommé PASSAGE, est dirigé conjointement par la Direction de la Recherche Technologique du site du CEA/Grenoble et la Direction de l'Energie Nucléaire du CEA.

A la parution du décret de démantèlement [1], l'installation était dans l'état suivant :

- Pour l'ensemble du bâtiment les fonctions communes de ventilation, téléalarme, surveillance radiologique de l'installation et des rejets cheminée, distribution des fluides, distribution électrique, continuaient d'être assurées autant que de besoin.
- Les laboratoires chauds étaient vides et décontaminés.
- Les enceintes plomb démontables n°7 à 11 avaient été démontées et évacuées aux déchets.
- Les enceintes béton n°1 à 3 étaient en train d'être vidées et décontaminées.
- Les enceintes béton n°4 à 6 participaient aux opérations d'aide au désentreposage de la STED. Elles ont été vidées et décontaminées dès lors que ces opérations ont été terminées.

Les sources encore présentes dans l'installation étaient :

- Les sources utilisées pour les étalonnages et les contrôles du matériel de radioprotection.
- Les sources en attente de filière d'évacuation.

L'objectif du démantèlement était d'atteindre un état final permettant d'obtenir le déclassement niveau III au sens de l'AIEA, en vue d'une réutilisation sans contrainte radiologique pour toute activité de type recherche ou industrielle.

La Direction de la Recherche Technologique pourra donc réutiliser les locaux ou le terrain dans le cadre de la croissance des activités de recherche du site.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			9 / 58

## 2. ETAPES DU DEMANTELEMENT

Le décret de démantèlement [1] obtenu le 18 septembre 2008, est paru au journal officiel le 21 septembre 2008. Les travaux de démantèlement se sont déroulés d'octobre 2008 à septembre 2013, conformément au dossier de démantèlement.

### 2.1 PRINCIPALES ETAPES

Les grandes phases des travaux de démantèlement, détaillées au § 2.3, ont été les suivantes :

- Etudes préalables,
- Préparation de chantier,
- Réalisation des travaux de démantèlement,
- Entreposage et évacuation des déchets,
- Contrôles radiologiques de fin de chantier,
- Repli de chantier,
- Contrôles radiologiques finaux.

L'installation a été partagée en deux périmètres. Pour le périmètre 1, les travaux ont été réalisés entre février 2009 et octobre 2010. Pour le périmètre 2, les travaux de démantèlement ont débuté début 2010 et se sont achevés en septembre 2013.

Le périmètre 1 de l'installation regroupait :

- Au sous-sol : les laboratoires chauds 5 et 7, la galerie technique Est, le local cuves à effluents suspects, le local 104 conditionnement TFA,
- Au rez-de-chaussée : les laboratoires chauds 1 à 4, le vestiaire 265 et le vestiaire tenues rouges 267, le laboratoire photo, les couloirs chauds 1 et 2, l'escalier d'accès sous-sol.

Le périmètre 2 de l'installation regroupait :

- Au sous-sol : le local 103 entreposage TFA,
- Au rez-de-chaussée : la zone arrière (dont ex THA 7 à 10), SODA, les enceintes blindées THA, le local banalisé, le sas camion, le local 256 (dont ex THA 11), le laboratoire chaud 6, les couloirs chauds 3 et 4, DMG, le vestiaire SRSE (local 210),
- Le monte-charge.

Les schémas suivants présentent l'implantation par niveau des principaux locaux ou zones concernés par les travaux.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			10 / 58

Dans les bâtiments :

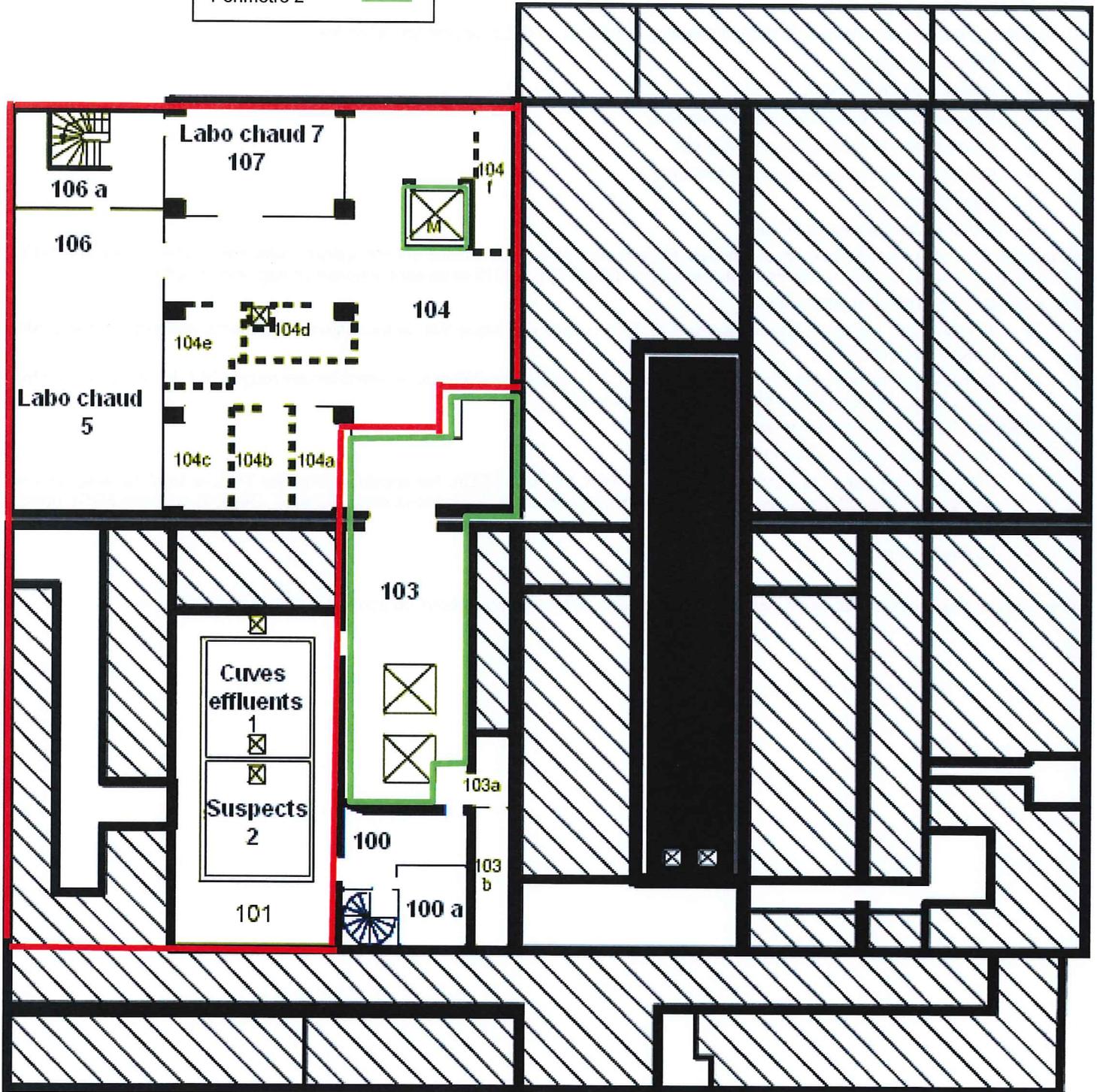
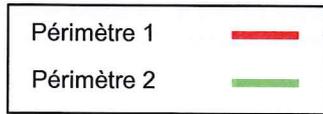


Figure 4 : LAMA - représentation des périmètres d'assainissement - sous-sol

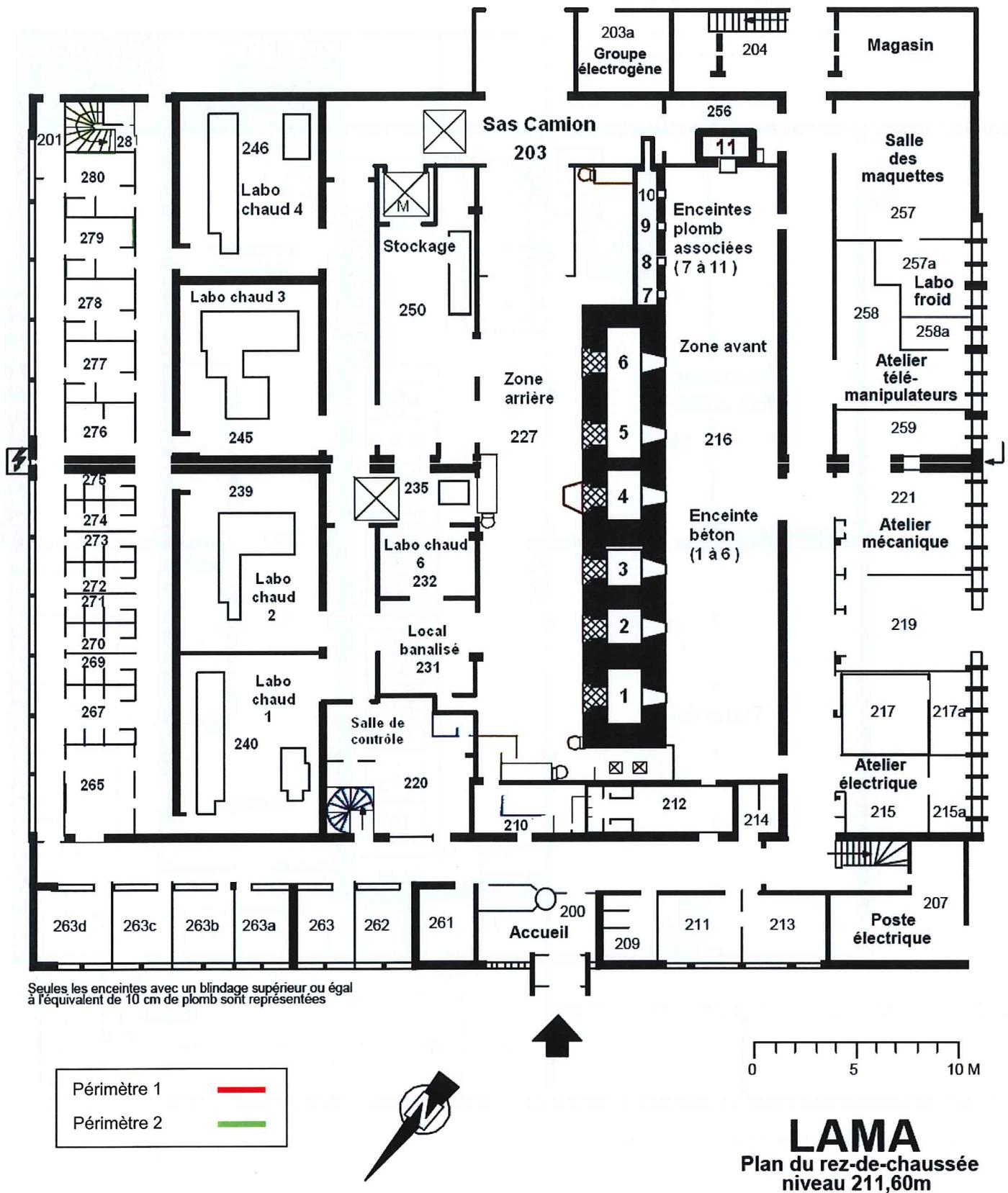
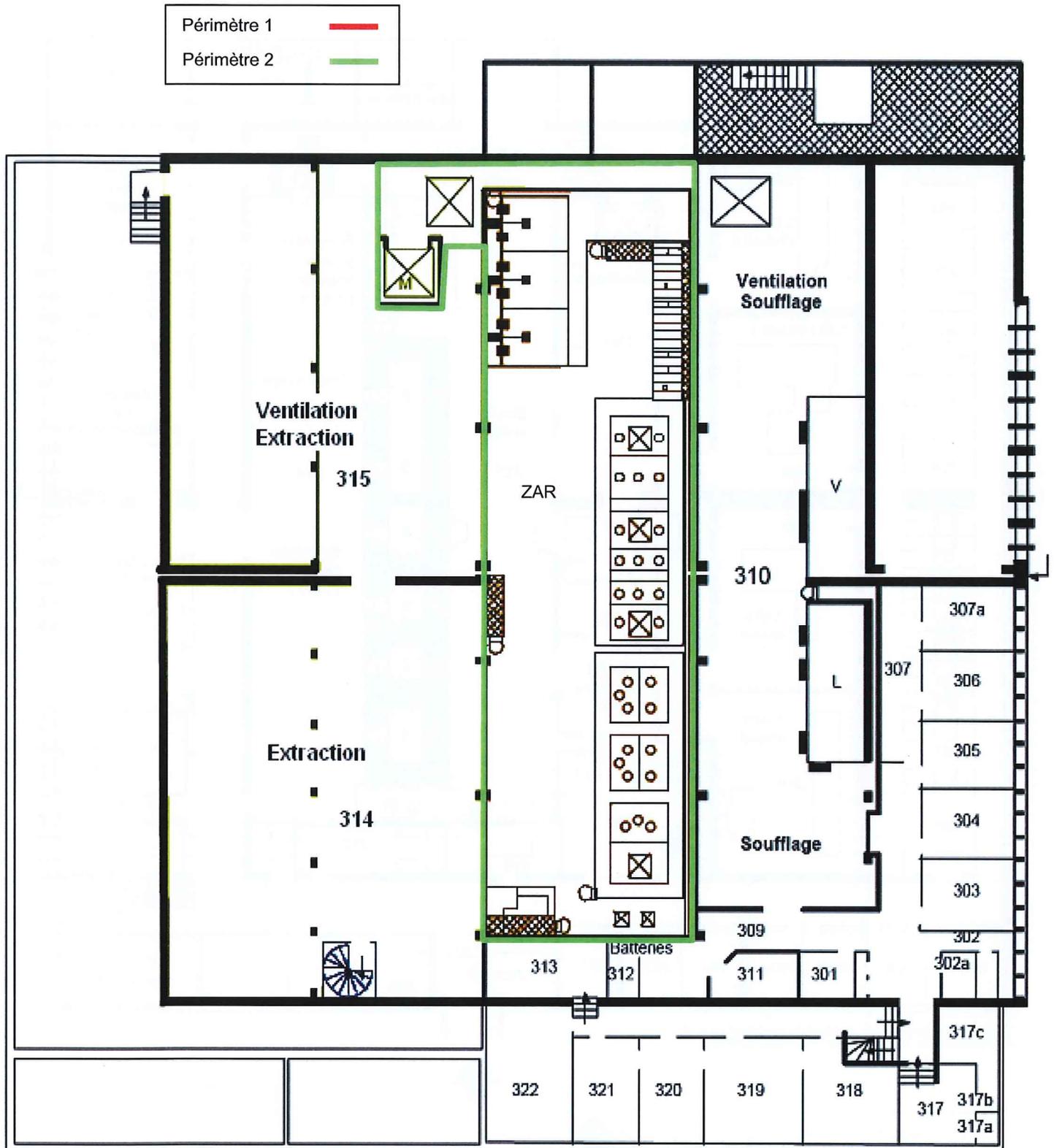


Figure 5 : LAMA - représentation des périmètres d'assainissement - rez-de-chaussée

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			12 / 58



Remarque : il n'y a pas de local du périmètre 1 à l'étage

Figure 6 : LAMA - représentation des périmètres d'assainissement - 1<sup>er</sup> étage

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			13 / 58

Les aires extérieures :

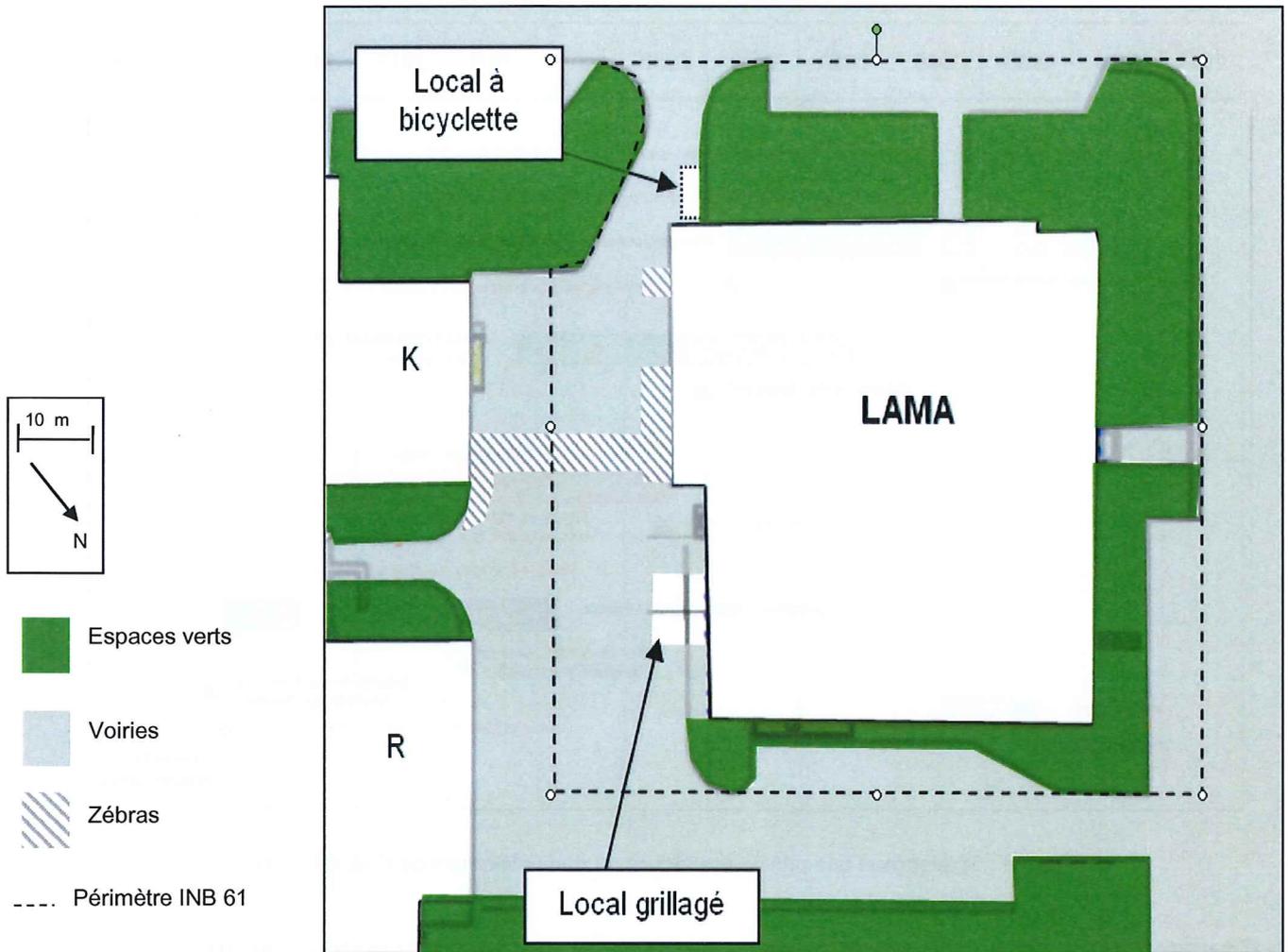


Figure 7 : LAMA – aires extérieures

Les abords nord-ouest et sud-ouest sont partiellement recouverts d'espaces verts, et les abords sud-est et nord-est sont totalement recouverts d'enrobé bitumeux depuis 1966.

De plus sont présents sur les abords de l'installation, un local à bicyclettes au sud, un zébra balisant une zone de manœuvre au sud-est, et un local grillagé d'entreposage.

Sont aussi compris dans les aires extérieures, les terrasses entourant l'émissaire de rejet, situées sur le toit du bâtiment.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			14 / 58

Le séquençage des tâches a été le suivant :

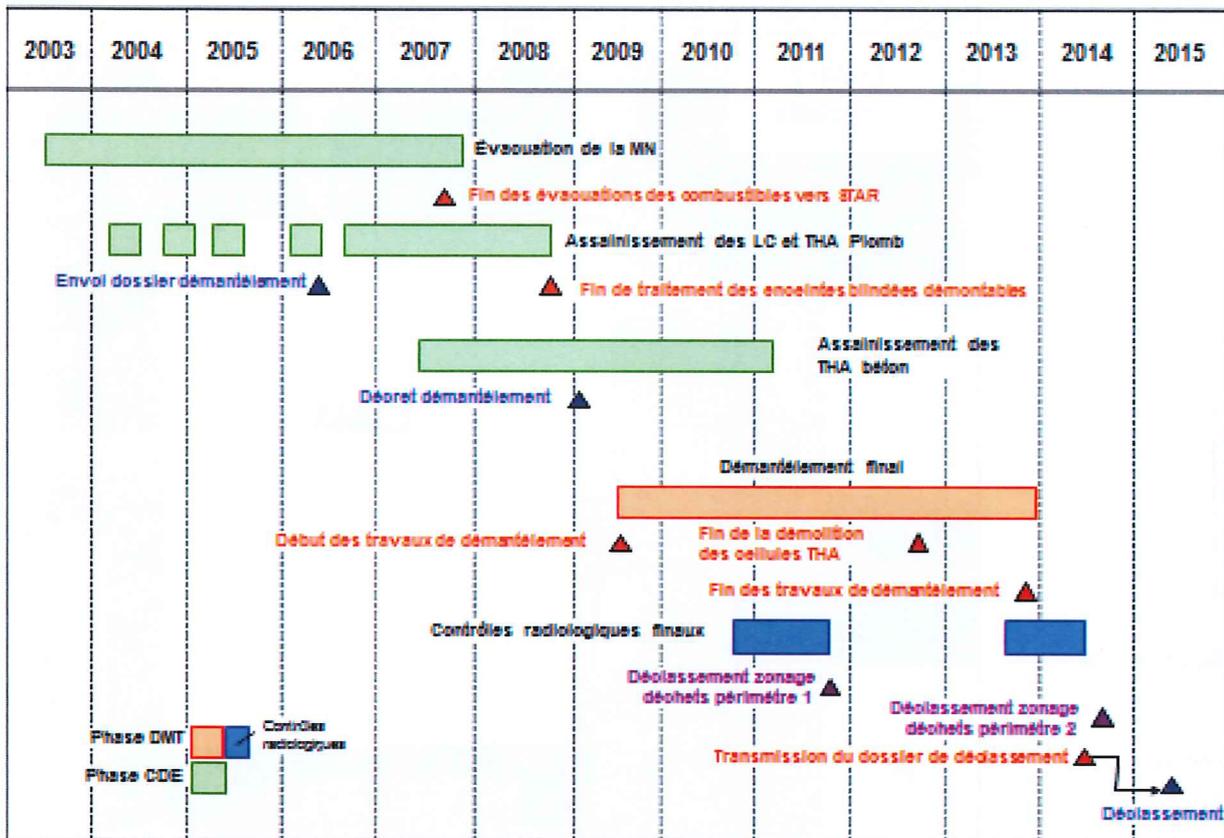


Figure 8 : Séquençage des principales tâches du démantèlement de l'INB 61 - LAMA

## 2.2 CONTRAINTES PRISES EN COMPTE DANS LE CHOIX DU SCENARIO DE DEMANTELEMENT

### 2.2.1 Contraintes techniques

Durant la phase de démantèlement, les travaux réalisés dans l'installation comportaient différents types d'opérations :

- Les opérations de soutien aux autres INB :
  - Une soixantaine de conteneurs de décroissance en provenance de l'INB 36/79 - STED ont transité par les enceintes béton THA 4, 5 et 6 afin d'être rendus compatibles avec les moyens de manutention et les critères de propreté radiologique de l'INB 72 de Saclay.
  - Les sources présentes dans l'installation ont été évacuées.
  - Les opérations de désentreposage de l'INB 36/79 - STED avec le retrait des surconteneurs de 4 conteneurs de décroissance en enceinte THA6 et le reconditionnement de caissons en Zone Arrière afin de les rendre conformes aux critères d'acceptation de l'ANDRA.
- Les opérations liées au vidage et à la décontamination des enceintes béton. Le vidage concernait le démontage et l'évacuation en déchets FA, MA ou HA de l'ensemble des équipements mobiles présents dans les enceintes THA béton (platelage, cuvelage, équipements de métrologie, ...).
- Les opérations de démantèlement concernaient les opérations de dépose et d'évacuation d'équipements (câbles, tuyauteries, gaines de ventilation...) ainsi que les opérations d'assainissement des structures, selon la méthodologie développée au paragraphe 2.1.

Préalablement aux opérations de démantèlement, afin de maîtriser la co-activité entre les différents chantiers et les différents types d'opérations cités précédemment, l'installation a été divisée en plusieurs secteurs indépendants et autonomes en ce qui concerne :

- Les accès,
- Les auxiliaires généraux (alimentation électrique, alimentation en air comprimé, alimentation en eau),
- Les réseaux de surveillance (radioprotection, détection incendie, détection inondation, diffusion d'ordres...),
- La ventilation.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			15 / 58

Les travaux de démantèlement ont été déclinés en six lots, correspondants à six « zones » de l'installation :

- Lot A : Locaux du sous-sol (laboratoires chauds n°5 et 7, pièces 100, 103 et 104).
- Lot B : Cuves à effluents suspects au sous-sol de la pièce 101.
- Lot C : Laboratoires chauds n°1, 2, 3, 4 et 6, travée centrale, pièces 231 et 250.
- Lot D : Enceintes béton n°1 à 6, sas camion, zone arrière, zone avant.
- Lot E : Equipements et gaines de la ventilation.
- Lot F : Monte charge, galeries techniques, caniveaux, vides sanitaires,...

Le fait que les lots de travaux aient été séparés « géographiquement » dans l'installation a permis le traitement de chacun d'entre eux sans contrainte chronologique.

#### Lots A, B et C :

Ces lots concernaient des locaux où les équipements ont été évacués. Les travaux ont consisté à déposer les dernières utilités restantes (ponts, câbles, tuyauteries, ...), à évacuer les déchets et à effectuer les traitements finaux de déclassement suivant les catégories de surface.

#### Lot D :

Les travaux ont consisté à décontaminer ces enceintes béton dans lesquelles restaient l'essentiel du terme source de l'installation.

#### Lots E et F:

La dépose ou la modification des réseaux de ventilation de l'installation ont été réalisées tout au long des opérations de démantèlement, les équipements de ventilation ont été traités au fur et à mesure de l'avancée des travaux sur les autres lots.

De la même manière, les travaux d'assainissement et/ou de démontage du monte-charge, des galeries techniques, des caniveaux et des vides sanitaires ont été réalisés au fur et à mesure de l'avancée des travaux sur les autres lots.

### **2.2.2 Contraintes liées à la sûreté**

La méthodologie d'assainissement préconisée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (réf. [3] puis [4]) est parue en avril 2006, avec application immédiate. La réalisation des travaux de démantèlement s'est appuyée sur le décret de démantèlement et sur la méthodologie d'assainissement avec comme impact la mise en place d'une organisation et de compétences spécifiques à cette démarche.

La déclinaison de cette méthodologie pour l'INB 61 a été effectuée via le Dossier d'Information Relatif à l'Assainissement des Structures (DIRAS) [16] qui a été envoyé à l'Autorité de Sûreté Nucléaire en juillet 2008, avant le début des travaux de démantèlement. Ce dossier présente, sous couvert du décret de démantèlement, la démarche d'assainissement final des structures du génie civil suite à la dépose des équipements contenus dans les locaux, en complément des éléments de méthodologie décrits dans le Dossier de Démantèlement de l'INB 61.

### **2.2.3 Contraintes liées à la gestion des déchets**

Tous les déchets produits disposaient d'une filière d'évacuation, ce point n'a donc pas constitué une contrainte.

La gestion des déchets a été effectuée de manière à minimiser la quantité de déchets radioactifs. Les déchets radioactifs ont été conditionnés de manière à maximiser les quantités des catégories de plus basse activité : un déchet n'a été conditionné dans un colis d'une catégorie donnée que s'il n'a pas été possible de satisfaire les critères radiologiques de conditionnement du colis de la catégorie inférieure. Malgré cela, le rythme de production des déchets a été plus élevé que le rythme de leur évacuation, une zone de transit a été créée, à l'extérieur de l'installation, permettant de faire transiter les colis de déchets TFA issus du traitement des locaux avant leur évacuation vers l'ANDRA. (§ 3.2.5.1).

## **2.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX**

### **2.3.1 Etudes préalables**

Des études préalables au démarrage des travaux ont été réalisées afin de définir précisément :

- Les techniques employées et les méthodes de mise en œuvre,
- Les conditions de maîtrise des risques liés à la sûreté, à la sécurité et à la radioprotection.

Durant cette phase, l'entreprise en charge des travaux a valorisé son expérience acquise sur d'autres chantiers nucléaires pour la mise en œuvre de ces techniques.

### **2.3.2 Préparation de chantier**

Les travaux préparatoires ont consisté principalement en la mise en place des sas d'accès aux zones de chantier.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			16 / 58

### 2.3.3 Chantier de vidage et de décontamination des enceintes béton

Les principales opérations à réaliser pour la décontamination et/ou le démontage des enceintes béton ont été les suivantes :

- Démontage et/ou évacuation des équipements présents.
- Pré-décontamination par télé-manipulation des enceintes béton.
- Evacuation des déchets générés.
- Décontamination manuelle.
- Evacuation des déchets induits par la décontamination manuelle.

### 2.3.4 Chantier de démantèlement

Les travaux réalisés au cours d'un chantier pouvaient comporter des opérations "types" telles que par exemple :

- Dévoisement des réseaux auxiliaires généraux et de surveillance.
- Désolidarisation par démontage ou découpe.
- Transferts, manutention.
- Découpe pour conditionnement.
- Ecroûtage.
- Perçage et découpe de béton pour retrait d'inserts.
- Démolition de structures en béton, briques, parpaings...
- Assainissement en extérieur (toiture, galerie technique en sous-sol).
- Dépose de la ventilation.
- Evaluation de l'activité des déchets.
- Conditionnement et évacuation des déchets.
- Décontamination de la zone chantier.
- Réalisation de prélèvements pour les mesures radiologiques.

### 2.3.5 Transfert et évacuation des déchets

L'évacuation de déchets a été réalisée soit :

- Directement en dehors de l'INB.
- Vers une zone d'entreposage dans l'INB, en attente d'évacuation.
- Vers une zone de transit.

### 2.3.6 Traitements finaux d'assainissement

Cette phase a consisté à retirer la radioactivité résiduelle présente dans les structures de génie civil. Elle a été réalisée conformément à la méthodologie préconisée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (réf. [3] puis [4]) et déclinée dans le DIRAS [16].

Les principes retenus ont tenu compte du retour d'expérience acquis sur la centrale en démantèlement de BRENNILIS, ainsi que durant le démantèlement de l'INB 21 - Siloette, de l'INB 19 - Mélusine et de l'INB 20 - Siloé du CEA/Grenoble.

Les principales zones concernées par l'assainissement final ont été les suivantes :

- Pour le périmètre 1 :
  - Le laboratoire photo (local 280),
  - Le laboratoire chaud 1 (local 240),
  - Le laboratoire chaud 2 (local 239),
  - Le laboratoire chaud 3 (local 245),
  - Le laboratoire chaud 4 (local 246),
  - Le laboratoire chaud 5 (local 106),
  - Le laboratoire chaud 7 (local 107),
  - Les cuves à effluents suspects (local 101),
  - Les couloirs chauds 1 et 2 (local 202),
  - L'escalier d'accès au sous-sol (local 106a-281),
  - Le sol de la galerie technique Est,
  - Le vestiaire 265,
  - Le vestiaire tenues rouges (local 267),
  - Le local conditionnement de colis TFA (local 104).

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			17 / 58

- Pour le périmètre 2 :
  - Les cellules blindées THA1, THA2, THA3, THA4, THA5/6,
  - La zone arrière (incluant l'emprise des enceintes THA 7 à 10 préalablement démontées),
  - La zone arrière THA11 (local 256),
  - La zone d'entreposage TFA (local 103),
  - Le monte-charge et la zone devant celui-ci (local 314 et local 315),
  - Le sas camion (local 203),
  - Le couloir chaud 3 (local 202),
  - Le local banalisé (local 231),
  - Le laboratoire chaud 6 (local 232),
  - Le local DMG (local 235),
  - Le local SODA (local 250),
  - Le couloir chaud 4 (local 202),
  - Le vestiaire SRSE (local 210).

Une aspiration de toutes les parois a été réalisée en complément après traitement de l'ensemble des zones. Ensuite les contrôles finaux ont été réalisés.

Les principaux outils utilisés ont été les suivants : fraiseuse, grignoteuse, meuleuses électriques, machine à boucharder, marteau piqueur, raboteuse, ponceuse, aspirateur avec fut décanteur... Pour la découpe de blocs béton, des méthodes par carottage et découpe (à sec ou en humide) ont également été utilisées (carotteuse, scie à câble, scie murale, scie alternative, masse). Un porteur d'outils de type « BROKK » a également été utilisé, avec différents outils (pic, ...). Pour la dépose des gaines de ventilation, l'utilisation de disques, meuleuse d'angle et de scies sabre a été efficace.

### 2.3.7 Traitement des aires extérieures

Une note de diagnostic de sols, spécifique à l'étude des aires extérieures de l'installation a été réalisée [12]. Cette note rappelle le contexte hydrogéologique et climatique dans lequel se situe le CEA/Grenoble. Elle présente l'historique des activités potentiellement contaminantes et les événements de contamination recensés, pour en déduire les zones situées dans le périmètre de l'INB qui sont potentiellement polluées chimiquement ou radiologiquement. Enfin, elle expose les différentes investigations réalisées et les résultats de mesures associés, ainsi que les opérations de remise en propreté qui ont eu lieu et l'état final atteint.

Les investigations effectuées ont permis de dresser un état radiologique des aires extérieures du LAMA. A l'issue de ces opérations de contrôle, les résultats ont confirmé :

- d'une part la propreté radiologique :
  - des réseaux et regards d'eaux pluviales actuels,
  - du réseau des eaux spéciales,
- d'autre part l'existence de plusieurs points de contamination qui étaient dans les zones suivantes :
  - sur la zone enrobée bitumeux (qui correspond en partie à la zone de transit entre les bâtiments K et LAMA),

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			18 / 58

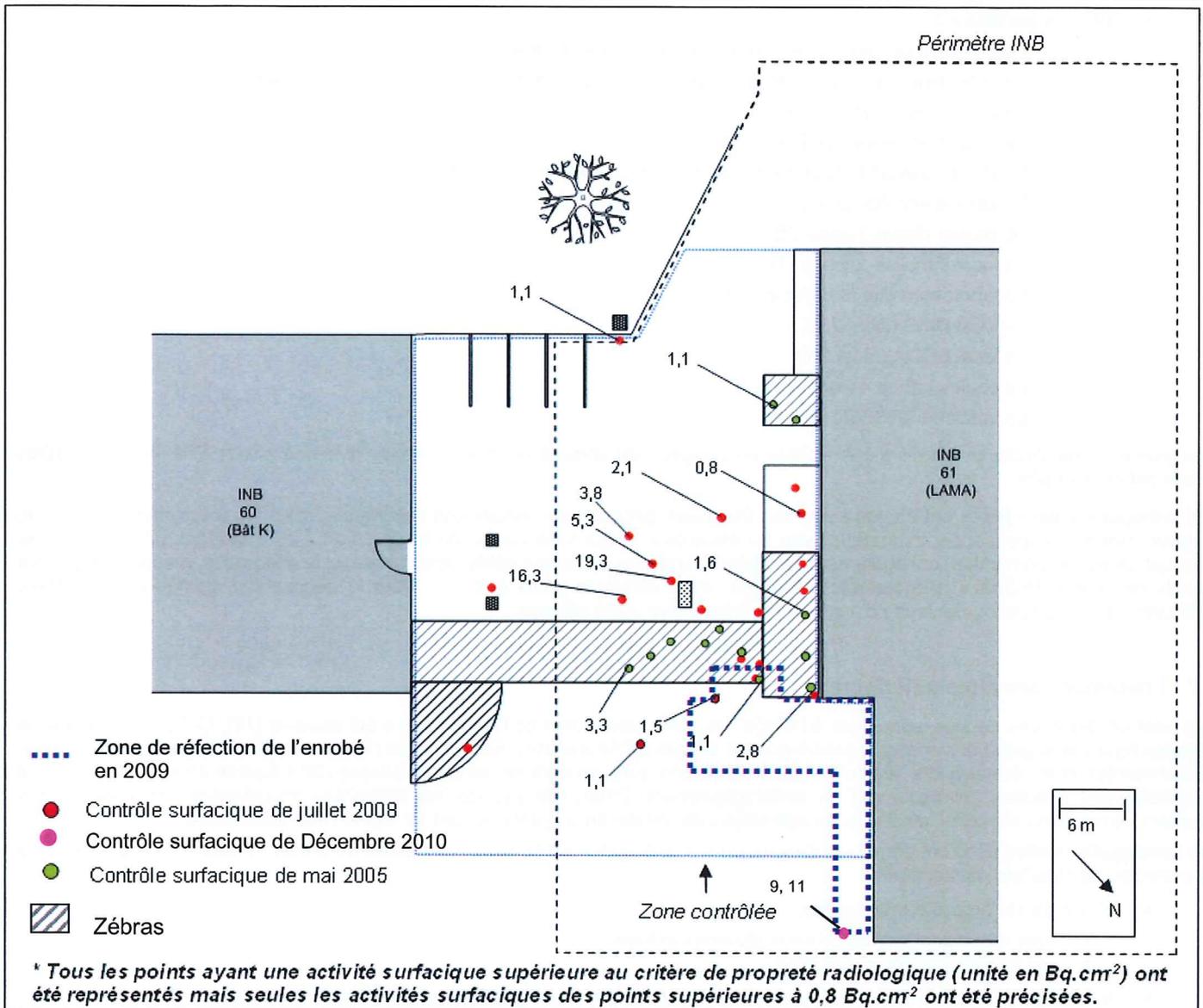


Figure 9 : Résultats des contrôles périodiques

Au vu du bilan de l'état radiologique et chimique ainsi que de l'analyse historique, les zones définies dans l'INB 61 qui ont fait l'objet d'une mesure de gestion simple sont :

- La zone bitumée correspondant à la zone d'entreposage grillagée : les travaux de réfection de l'enrobé sur cette zone ont permis le retrait des points de contamination repérés sur le bitume.
- La zone du local 104 au niveau du joint sec – semelle du poteau : pour permettre les contrôles radiologiques au niveau du remblai et de la semelle sur toute son épaisseur, plusieurs couches de remblai (non contaminées) ont été retirées pour atteindre la profondeur de 48 cm. La mesure de gestion était comprise dans le retrait de cette couche de remblai.
- Les abords Sud Est du Lama (zébras, zone d'accès au sas camion et zone de stockage durant les travaux de démantèlement) : les traces de contamination identifiées lors des différents contrôles ont été retirées.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			19 / 58

### 2.3.8 Contrôles radiologiques finaux

Afin de valider l'atteinte de l'état radiologique visé, une campagne de contrôles radiologiques a été réalisée de la manière suivante :

- Mise en place des dispositions permettant d'isoler la zone à contrôler des zones dont le traitement des surfaces n'a pas été réalisé ou achevé (fermeture des trémies, portes isolées, mise en place de sauts de zone, ...).
- Réalisation des contrôles par :
  - Mesures de l'activité surfacique à l'aide de contaminamètres,
  - Mesures de l'activité massique par spectrométrie gamma (in-situ et/ou sur échantillons).
- Repli des moyens nécessaires aux contrôles (échafaudages, nacelles, ...).



Figure 5 : Repérage des points de mesure laboratoire Chaud 4

Les surfaces contrôlées ont été repérées visuellement à l'aide de marque de peinture (emplacement des points de mesure au contaminamètre, mailles des contrôles par spectrométrie in-situ, point de prélèvement des échantillons) associées à un repère numérique.

### 2.3.9 Repli de chantier, évacuation des déchets

Le repli de chantier a consisté à évacuer les outillages utilisés durant le chantier :

- Démontage des sas mobiles, contrôles des matériels utilisés en sortie de zone chantier/en sortie de l'INB,
- Evacuation des matériels et outils de chantier.

L'évacuation des déchets a été effectuée au fur et à mesure de leur production. Le bilan des déchets produits est détaillé au § 3.2.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			20 / 58

### 3. BILANS DEMANDES AU TITRE DU DECRET DE DEMANTELEMENT

#### 3.1 BILAN RADIOLOGIQUE

##### 3.1.1 Réalisé

Le bilan radiologique du personnel intervenant pour l'ensemble des opérations de démantèlement est présenté dans le tableau suivant.

Phase	Dose collective (H.mSv)	Dose individuelle maximum (mSv)	Moyenne par intervenant (mSv)	Nombre Interventions	Moyenne par intervention (mSv)
Travaux de démantèlement et d'assainissement final	9,88E+01	6,93E+00	3,15E-02	21244	6,46E-03
Exploitation	1,82E+01	5,20E-01	1,47E-02	15450	3,75E-03
Contrôles radiologiques finaux et mesures	3,49E-01	/	2,42E-03	628	1,67E-04
<b>Synthèse</b>	<i>Somme :</i>	<i>Maximum :</i>	<i>Moyenne :</i>	<i>Somme :</i>	<i>Moyenne :</i>
	1,17E+02	6,93E+00	1,62E-02	37322	3,46E-03

##### 3.1.2 Comparaison par rapport au prévisionnel

La comparaison entre le prévisionnel établi dans le référentiel sûreté et le réalisé est présentée dans le tableau suivant.

Dosimétrie	Prévisionnel des études préalables	Réalisé
<b>Dose collective</b>	Vidange et décontamination des cellules : 50 H.mSv	Travaux de démantèlement et d'assainissement final
	Traitement des enceintes béton : 45 H.mSv	
	Traitement points chauds (labo) : 1 H.mSv	
	Retrait réseaux enterrés : 1 H.mSv	
<b>Total</b>	<b>97 H.mSv</b>	<b>98 H.mSv</b>

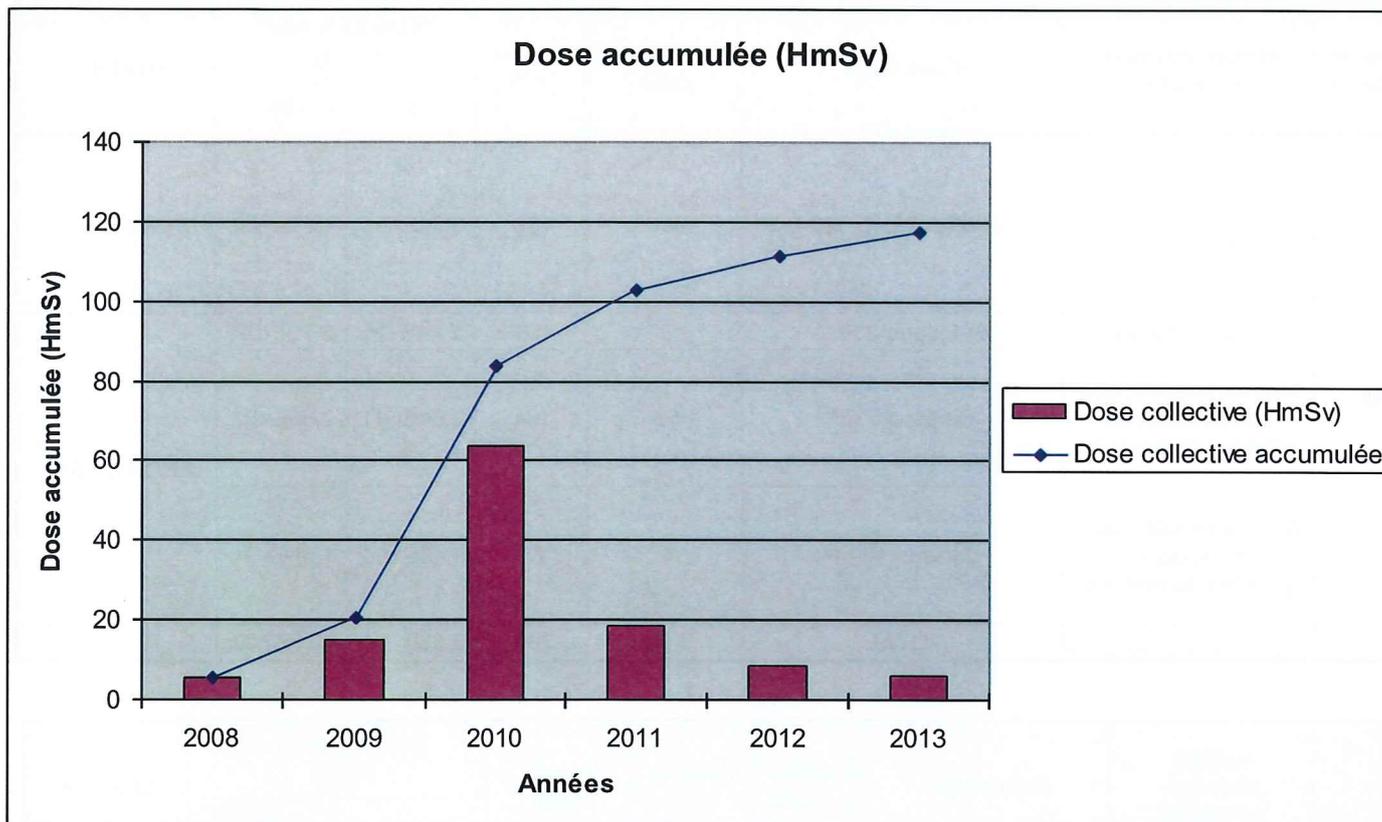
De manière globale, la dosimétrie intégrée est égale au prévisionnel dosimétrique des études préalables.

De manière plus ponctuelle, par opération, la dose intégrée peut être supérieure au prévisionnel dosimétrique. Les causes principales sont les suivantes :

- Découverte de singularité nécessitant un temps de traitement plus important que prévu dans une ambiance inchangée,
- Travaux plus complexes que prévus nécessitant une durée de chantier plus importante que prévue dans une ambiance inchangée,
- Nécessité d'augmenter le nombre d'intervenants, qu'il s'agisse d'opérateurs ou d'encadrement.

Inversement, le prévisionnel peut être supérieur au réalisé. Les causes principales sont les suivantes :

- Durée des travaux plus courte que prévue,
- Travaux dans des locaux présentant un plus faible débit de dose que prévu.



Le pic de 2010 correspond aux opérations de vidage et de décontamination des enceintes THA.

### 3.2 BILAN DES DECHETS ET EFFLUENTS

#### 3.2.1 Déchets solides

Réalisé :

Le bilan des déchets solides produits pour l'ensemble des opérations de démantèlement est présenté dans les tableaux suivants.

Type de déchets	Nature physico-chimique	Emballage	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )	Exutoire
TFA	Non incinérable	Fût 200 L (D1)	144	29	ANDRA/CIRES <sup>A</sup>
		Big bag 1 m <sup>3</sup> (B1)	962	962	
		Casier 1 m <sup>3</sup> (C1)	402	543	
		Casier 2 m <sup>3</sup> (C2)	63	175	
		Casier 2 m <sup>3</sup> recyclable (R2)	23	46	
		Casier 5 m <sup>3</sup> injectable	7	36	
		Palette de blocs de béton	10	6	
		Pièces unitaires	25	56	
		<b>TOTAL</b>	<b>1636</b>	<b>1853</b>	

<sup>A</sup> CSTFA : Situé sur les commune Morvilliers et La Chaise (10), le centre de stockage est destiné à recevoir des déchets de très faible activité (TFA)

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			22 / 58

Type de déchets	Nature physico-chimique	Emballage	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )	Activité totale (GBq)		Exutoire
					α	βγ	
FA	Incinérable imbibé de solvant	Fût bleu PEHD 120 L	898	108	6,84E+01	1,56E+02	CENTRACO <sup>B</sup>
	Compactable	Fût jaune 200 L	3	0,6	2,44E-04	3,23E-02	ANDRA/CSA <sup>C</sup>
	Non incinérable, non compactable de grandes dimensions	Caisson 5 m <sup>3</sup>	53	164	2,64E+01	2,65E+02	
	Non incinérable, non compactable de grandes dimensions	Caisson 10 m <sup>3</sup>	4	25	1,43E+00	1,68E+01	
		<b>TOTAL</b>		<b>958</b>	<b>298</b>	<b>9,63E+01</b>	<b>4,38E+02</b>

Type de déchets MA	Nature physico-chimique	Emballage	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )	Masse (kg)	Activité totale (GBq)		Exutoire
						α	βγ	
	Non incinérable, non compactable de grandes dimensions	Caisson prébétonné	36	109,3	266345	1,82E+02	2,21E+03	ANDRA/CSA
		<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>109,3</b>	<b>266345</b>	<b>1,82E+02</b>	<b>2,21E+03</b>	

Type de déchets HA	Nature physico-chimique	Emballage	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )	Masse (kg)	Activité totale (GBq)		Exutoire
						α	βγ	
	Déchets technologiques	Poubelles de décroissance	13	0,65	637	1,79E+02	2,57E+03	CEA/ CEDRA+INB 72
		<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>0,65</b>	<b>637</b>	<b>1,79E+02</b>	<b>2,57E+03</b>	

<sup>B</sup> CENTRACO : Situé sur la commune de Codolet (30), le centre traite les déchets métalliques dans son unité de fusion et les déchets combustibles dans son unité d'incinération

<sup>C</sup> CSA : Situé sur les communes de Soulaines-Dhuys, Epothémont et La Ville-aux-Bois (10), le centre de stockage est destiné à recevoir des déchets de faible activité (FA) et de moyenne activité (MA) à vie courte

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			23 / 58

Comparaison par rapport au prévisionnel :

La comparaison entre le prévisionnel, établi initialement dans le Rapport de Sûreté, et le nombre de colis généré, est présentée dans le tableau suivant. Ce prévisionnel était réalisé juste avant chaque étape de travaux.

Type de déchets	Prévisionnel issu du Rapport de Sûreté			Réalisé		
	Nature colis	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )	Nature colis	Nombre de colis	Volume (m <sup>3</sup> )
Très Faiblement TFA	Casiers 1 ou 2 m <sup>3</sup>	124 +5	/	Casier 1 m <sup>3</sup>	402	543
				Casier 2 m <sup>3</sup>	63	175
	Casiers 2 m <sup>3</sup> recyclables	14	/	Casier 2 m <sup>3</sup> recyclable	23	46
	Non prévu	/	/	Casier 5 m <sup>3</sup> injectable	7	36
	Big-bags 1 m <sup>3</sup>	1022 + 20	/	Big bag 1 m <sup>3</sup>	962	962
	Non prévu	/	/	Fût 200 L	144	29
	Non prévu	/	/	Palette de blocs de béton	10	6
	Non prévu	/	/	Pièces unitaires	25	56
TFA ou FA	Big-bags 1 m <sup>3</sup> (TFA) ou Fûts PEHD 120 L (FA)	450	/			
Faiblement Actif FA	Caisson 5 ou 10 m <sup>3</sup>	30 +1	/	Caisson 5 m <sup>3</sup>	53	164
				Caisson 10 m <sup>3</sup>	4	25
	Fûts PEHD 120 L	50	/	Fût bleu PEHD 120 L	898	108
	Non prévu	/	/	Fût jaune 200 L	3	0,6
Moyennement Actif MA	Caisson 5 m <sup>3</sup>	35	/	Caisson pré bétonné	36	109,3
Hautement Actif HA	Conteneur de décroissance 50 L	13	/	Poubelles de décroissance	13	0,65
	<b>Total</b>	<b>1764</b>		<b>Total</b>	<b>2643</b>	<b>2261</b>

Une comparaison entre ces quantités prévisionnelles et les quantités réalisées fait apparaître de manière générale les causes d'écart suivantes :

- Augmentation du nombre de casiers de gravats prévus en raison de l'évacuation des gravats issus de la démolition des cellules THA, initialement prévue dans des big bags.
- Utilisation préférentielle de sas mobiles pour les traitements de surfaces. Cette méthodologie a conduit à réduire significativement l'utilisation de vinyle pour les sas, donc le nombre de big-bags générés.
- Retrait de tous les inserts métalliques, imposé par les notes d'expertise, qui a conduit à augmenter la quantité de déchets métalliques prévus.
- Impossibilité d'assainir des éléments métalliques, augmentant la masse de ce type de déchet, ou inversement possibilité d'assainir des éléments métalliques qu'il était prévu de mettre en déchets.
- Retrait complet de chapes et d'enduits au lieu de traitement de surface, en raison du manque de tenue des matériaux sur ces structures.
- Reprise de rugosité des sols et parois à la fois pour permettre la réalisation des contrôles radiologiques finaux et pour assurer la sécurité du chantier (limitation des risques de chute de plain-pied). Cela a entraîné une augmentation des déchets pulvérulents.
- Découverte lors de la réalisation des traitements d'écart dans la nature ou l'agencement des parois.

De manière générale, les écarts entre le prévisionnel et le réalisé s'explique par les changements de méthodologie de démantèlement et par les changements de la politique de définitions des exutoires.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			24 / 58

### 3.2.2 Déchets liquides

Réalisé :

Nature	Type de conditionnement	Nombre	Masse (kg)	Volume (l)	Activité totale (GBq)		Exutoires
					$\alpha$	$\beta\gamma$	
Effluents aqueux	Fût inox IP2	22	1 998	1929	2,86E-02	7,39E-01	CEA
Effluents aqueux	Cuve	1	1 000	1000	2,20E-06	2,86E-03	CEA
Huiles	Fût inox IP2	5	337	380	2,12E-02	6,02E-07	CEA
Solvants	Fût inox IP2	1	26	26	8,97E-04	1,30E-03	CEA
Scintillant	Fût inox IP2	1	31	31	2,54E-03	9,39E+00	CEA
<b>TOTAL</b>		30	3 393	3366	5,32E-02	1,01E+01	

Comparaison par rapport au prévisionnel :

La comparaison entre le prévisionnel, établi dans le rapport de sûreté de démantèlement, et le réalisé, est présentée dans le tableau suivant.

Type d'effluents	Quantité estimée	Quantité générée
Effluents aqueux conditionnés en fûts inox IP2	10 m <sup>3</sup>	1929 litres
Huiles et effluents organiques	120 litres	437 litres

### 3.2.3 Effluents liquides

Réalisé

Année	Nature	Type de conditionnement	Quantité totale (m <sup>3</sup> )	Activité (GBq)		
				$\alpha$	$\beta\gamma$	<sup>3</sup> H
décembre 2008	Effluents aqueux	Rejets EES *	26	5,72.10 <sup>-5</sup>	2,32.10 <sup>-3</sup>	1,01.10 <sup>-3</sup>
		% par rapport à l'autorisation de rejet **	-	1,14%	4,64%	0,02%
2009	Effluents aqueux	Rejets EES	4	4,8 10 <sup>-6</sup>	4,99.10 <sup>-4</sup>	2,92.10 <sup>-4</sup>
		% par rapport à l'autorisation de rejet **	-	0,10%	1,00%	0,005%
2010	Démontés en 2009		0	-	-	-
2011			0	-	-	-
2012			0	-	-	-
2013			0	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>Effluents aqueux</b>	<b>Rejets EES</b>	<b>30</b>	-	-	-

\* Inclus seulement les valeurs du rejet de décembre

\*\* Les valeurs autorisées sont issues de l'arrêté de rejet du Centre du 25 mai 2004, et sont applicables depuis l'obtention du décret de démantèlement.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			25 / 58

Comparaison par rapport au prévisionnel :

La comparaison entre le prévisionnel, établi dans le rapport de sûreté de démantèlement, et le réalisé, est présentée dans le tableau suivant.

Type d'effluents	Quantité estimée	Quantité générée
Effluents aqueux évacuables à l'Egout Eaux Spéciales du CEA/Grenoble	10 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>

Le volume d'effluents aqueux évacuables à l'Egout Eaux Spéciales du CEA/Grenoble généré par les opérations de démantèlement est supérieur au prévisionnel. Le prévisionnel déchet présent dans le Rapport de Sûreté de Démantèlement s'appuyait sur des études sommaires, dans lesquelles les incertitudes restaient importantes et pour lesquelles des hypothèses conservatives étaient prises quant aux techniques de démantèlement et de décontamination.

### 3.2.4 Rejets gazeux

L'installation est autorisée par l'arrêté de rejet du Centre [2] à un rejet annuel de 100 GBq de tritium et 5.10<sup>-3</sup> GBq d'autres émetteurs bêta et gamma.

Les rejets durant les opérations de démantèlement sont détaillés annuellement dans le tableau ci-dessous :

Rejets gazeux				
Période	Activité tritium rejetée (GBq)	% par rapport à la valeur annuelle autorisée *	Activité émetteurs aérosols βγ rejetée (GBq)	% par rapport à la valeur annuelle autorisée *
Octobre - décembre 2008	8,5	6,8%	0,36.10 <sup>-5</sup>	0,14%
2009	5,81.10 <sup>-1</sup>	0,12%	2,14.10 <sup>-5</sup>	0,21%
2010	4,12.10 <sup>-1</sup>	0,08%	4,44.10 <sup>-5</sup>	0,44%
2011	2,52.10 <sup>-1</sup>	0,05%	2,31.10 <sup>-5</sup>	0,23%
2012	2,7.10 <sup>-1</sup>	0,05%	3,53.10 <sup>-5</sup>	0,35%
2013**	9,42.10 <sup>-2</sup>	0,02%	2,25.10 <sup>-5</sup>	0,22%

\* Les valeurs autorisées sont issues de l'arrêté de rejet du Centre du 25 mai 2004, et sont applicables depuis l'obtention du décret de démantèlement.

\*\* La ventilation a été arrêtée définitivement le 2 août 2013. Les activités rejetées couvrent donc la période comprise entre le 1er janvier 2013 et le 2 août 2013.

Les rejets durant les opérations de démantèlement sont donc restés très largement inférieurs aux valeurs annuelles autorisées.

### 3.2.5 Enseignements tirés concernant la gestion des déchets

#### 3.2.5.1 Entreposage des déchets avant évacuation

Les déchets générés par le démantèlement étaient au départ entreposés dans les diverses zones à l'intérieur puis évacués au fur et à mesure. Lorsque la production journalière de déchets s'est accrue de manière importante, ces zones ont rapidement atteint la saturation en raison des délais de réalisation des contrôles radiologiques et d'établissement des dossiers.

Il a été nécessaire de créer à l'extérieur de l'installation une zone permettant de faire transiter les colis de déchets TFA issus du traitement des locaux avant leur évacuation vers l'ANDRA. Pour les colis ne respectant pas les critères radiologiques de cette zone de transit, une seconde zone a été ouverte à l'intérieur de l'installation, en travée centrale.

Le remplissage de la zone de transit a été optimisé : remplissage, dans la mesure du possible, des différentes zones constituant la zone de transit les unes après les autres.

L'entreposage de colis sur les zones zébra était limité et n'a pas été une gêne pour l'accès aux moyens de secours du Centre, la circulation et la réalisation des contrôles radiologiques semestriels des zones zébra.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			26 / 58

Les objets entreposés sur ces zones ont été:

- Des colis type casiers TFA 1 ou 2 m<sup>3</sup>,
- Des big bags TFA 1 m<sup>3</sup>,
- Des fûts TFA 120 L,
- Des pièces unitaires TFA.

La zone de transit était positionnée dans une zone clôturée.

La mise en place d'un sondage périodique de la zone de transit demandé par le Chef d'INB a permis de vérifier l'exactitude des informations données dans les inventaires concernant les colis entreposés dans la zone de transit extérieure de l'INB 61 et le cas échéant de mettre en place des actions correctives pour les non conformités.

Difficultés rencontrées :

- La zone de transit pouvait être rapidement saturée lors de phases importantes de production de déchets.
- La zone de transit ne disposait pas de partie couverte impliquant la mise en place de protection supplémentaire (bâche ou big-bags à l'envers) sur les big-bags vis-à-vis des intempéries.
- Il y avait beaucoup de manutention de colis du fait de l'évacuation des colis dans un ordre différent de celui de l'entreposage (évacuation dans un ordre non chronologique).

Malgré ces difficultés, l'utilisation d'une zone de transit a permis de limiter l'encombrement des chantiers durant les travaux.

### 3.2.5.2 Conditionnement des déchets THA

Lors de la réalisation des travaux du périmètre 1, l'utilisation de big-bags TFA 1 m<sup>3</sup> a été privilégiée par rapport aux casiers 2 m<sup>3</sup>, pour des raisons d'encombrement.

Une production plus importante que prévue de gravats a été réalisée (256 big-bags réalisés contre 124 prévus). Elle est principalement due à l'épaisseur des faux-plafonds et des marches d'escalier qui avait été sous-évaluée, aux travaux supplémentaires effectués (dépose d'enduit de mur, de chape de béton au sol suite à leur fragilisation lors de l'application des traitements...), ainsi qu'à la modification de certains traitements (sol du local 104 effectué au marteau piqueur et non à la raboteuse).

A contrario, lors des travaux du périmètre 2, le conditionnement des gravats issus de la démolition des cellules THA devait initialement être réalisé dans des big bags 1m<sup>3</sup>. Cependant, ce type de conditionnement n'était pas suffisamment résistant pour les gravats conditionnés (perçage, déchirure des big bags...). Le conditionnement de ces déchets a donc été réalisé dans des casiers métalliques 1m<sup>3</sup>.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			27 / 58

## 4. RETOUR D'EXPERIENCE DES TRAVAUX DE DEMANTELEMENT

### 4.1 RETOUR D'EXPERIENCE DES TRAVAUX

Les travaux se sont déroulés conformément aux études réalisées par l'entreprise en charge des travaux et validées par le CEA/Grenoble.

Les enseignements tirés, qui pourront être utilisés pour les autres projets de démantèlement, sont présentés ci-après.

#### 4.1.1 Les études

##### 4.1.1.1 Etudes de l'entreprise en charge des travaux

Les études de démantèlement effectuées par l'entreprise en charge des travaux ont été réalisées en majorité par des personnes présentes sur le site, en capitalisant au fur et à mesure le retour d'expérience des différentes phases du démantèlement. Cela a permis une bonne adéquation entre les études préalables et la réalité du terrain et une réactivité importante aux changements.

##### 4.1.1.2 Maîtrise des opérations

Cette maîtrise a été obtenue par la formalisation des dispositions prévues pour notifier les activités (ponctuelles ou génériques), recenser et prévenir les risques. Ces dispositions ont été les suivantes [17] :

- Initiation et validation d'un document support (La Fiche d'Autorisation de Réalisation d'Opération (FARO)),
- Validation des documents associés : modes opératoires, analyses des risques ...

Les modes opératoires étaient rédigés en amont des phases de réalisation sur le chantier. Au moment d'appliquer ces documents sur le chantier, ils pouvaient être incomplets dans les cas suivants :

- Evolution de périmètre entre la rédaction du mode opératoire et l'application sur le chantier,
- Solution technique proposée dans le mode opératoire à modifier pour tenir compte de nouvelles impositions liées au chantier (accessibilité, encombrement, ...),
- Contrainte liée à la sécurité au moment de l'application du mode opératoire sur le terrain,
- Demande supplémentaire du CEA au moment de l'application du mode opératoire sur le terrain.

Dans ces cas, l'entreprise en charge des travaux, en accord avec le chargé d'affaires CEA, a rédigé des Fiches de Modification de Modes Opératoires (FMMO) intégrant les nouvelles demandes ou les corrections à apporter aux documents existants.

Ce formalisme a permis à l'exploitant de maîtriser toute modification de mode opératoire. Cette pratique a été étendue à l'ensemble des opérations du site.

Les opérations décrites dans les modes opératoires, les fiches de modifications de mode opératoire ont été effectuées conformément par les opérateurs et vérifiées par le pilote de chantier au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Les points d'arrêt ont été levés après vérification des exigences par le correspondant CEA.

En fin de chantier, l'espace concernant le Retour d'Expérience du document support (FARO) a été complété, le cas échéant, avec des indications intéressantes concernant la réalisation des opérations, les difficultés rencontrées, les modifications apportées, le matériel utilisé.

#### 4.1.2 La sectorisation

Afin de maîtriser la co-activité résultant de la réalisation simultanée d'opérations de démantèlement et d'exploitation au sein du LAMA, le CEA/Grenoble a choisi de sectoriser l'installation.

A cette fin, le périmètre 1 a été isolé physiquement. Des accès indépendants ont été créés pour les entrées-sorties de personnel et de matériel, et surtout pour permettre une sortie des déchets issus de l'assainissement indépendante de la sortie des déchets d'exploitation. Pour cela une ouverture a été créée dans le bâtiment. Des points d'alimentation en électricité, air et eau ont été mis à disposition des chantiers en périphérie du périmètre 1 (dans le local DMG pour le secteur des laboratoires chauds et dans le local 100 pour le secteur du sous-sol) pour que l'entreprise réalisant les travaux puisse y connecter ses utilités de chantier. Tous les autres fluides ont été isolés.

Une fois le zonage déchets du périmètre 1 déclassé, celui-ci a été isolé physiquement du reste de l'installation :

- Des plaques métalliques ont été disposées aux interfaces laboratoires chauds/travée centrale,
- Des cloisons en béton cellulaire ont été montées au sous-sol afin de séparer les locaux 104 et 101 du local 103,
- Son accès se faisait sous couvert de l'autorisation du chef d'installation.

De plus, le retour d'expérience de la sectorisation du périmètre 1 a été pris en compte pour l'aménagement du périmètre 2 :

- Les alimentations en fluides (eau, air comprimé ...) ont été regroupées en un seul point de livraison (au niveau du sas déchets).
- Plusieurs alimentations en électricité ont été placées stratégiquement en périphérie du périmètre 2 afin d'éviter les raccordements multiples pour les connections des différents chantiers.
- Un second accès en zone arrière a été aménagé à l'emplacement de l'ancienne cellule THA 11. Après condamnation de celui-ci, suite à l'avance des travaux de démantèlement, l'accès en zone s'effectuait depuis le local 210.

La sectorisation de l'installation s'est poursuivie avec le dévoiement des gaines de ventilation et le raccordement du réseau neuf sur le réseau de ventilation nucléaire, avec le déplacement de plusieurs voies de radioprotection localisées sur des zones en voie de démolition (mur ZAV/ZAR, toit enceinte ...).

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			28 / 58

La réalisation de la sectorisation a nécessité un important travail de repérage des réseaux existants, compliqué par l'ancienneté de l'installation.

Cette sectorisation a permis de mener conjointement des opérations de démantèlement dans des états d'avancement différents (phases d'études, phases de travaux) et des opérations d'exploitation, permettant d'envisager un déclassement du zonage déchets du périmètre 1 avant le reste de l'installation.

#### 4.1.3 Études de tenue des structures

La réalisation d'études de tenue de structure s'est parfois avérée nécessaire. Ces études ont été réalisées par un bureau d'études et validées par un organisme de contrôle indépendant.

Quatre cas particuliers ont été concernés :

- Lors de la dépose de l'escalier d'accès au sous-sol (local 106a), il s'est avéré que les murs de soutènement qui devaient être retirés étaient des murs porteurs et ne pouvaient être déposés en l'état. En conséquence, il a été nécessaire de réaliser une nouvelle note de calcul, qui a préconisé une nouvelle méthode de démolition de la cage d'escalier (dépose d'une partie de la dalle supérieure avant la dépose des murs de soutènement).
- Lors de la démolition des voiles et du fond des cuves dans le local 101, une note de calcul a mis en évidence la faible épaisseur du plancher et les risques de fragilisation qu'entraîneraient des travaux de démolition agressifs. Le traitement conforme à la méthodologie ne pouvant pas être réalisé sur le plancher, un traitement moins agressif au regard des structures a été retenu, en réduisant en certains endroits les marges sur les épaisseurs de traitement.
- La même difficulté a été rencontrée lors de la démolition des voiles et du fond des cuves dans le local 103. Le traitement conforme à la méthodologie ne pouvant pas être réalisé sur le plancher, un traitement moins agressif a été réalisé.
- Le plafond de la ZAR est constitué de poutrelles précontraintes sur lesquelles a été coulée une dalle de 5 cm d'épaisseur qui tient lieu de toiture. Certaines zones du plafond nécessitaient des traitements de catégorie 2 (écroutage de 1 cm de béton en sous-face du plafond). L'application du traitement de catégorie 2 risquait de conduire à la ruine de l'ouvrage (d'après une note de calcul). Le traitement de catégorie 2 a été substitué par un traitement moins agressif (un ponçage à minima de 1 mm et ne devant pas dépasser 1 cm).

Ces études de génie civil ont permis de préciser les méthodes d'intervention.

#### 4.1.4 Techniques utilisées durant les travaux

Les techniques proposées et employées par l'entreprise en charge des travaux ont permis d'atteindre l'état final recherché avec des conditions de mise en œuvre respectant les exigences de sûreté et de sécurité. La majorité de ces techniques avaient déjà été utilisées pour le démantèlement de Mélusine et/ou de Siloé. Une des spécificités des travaux sur le périmètre 1 du LAMA est l'utilisation accrue de matériels portatifs liée à la configuration des locaux (peu de grandes surfaces et des locaux de taille réduite, non adaptés à l'utilisation de machines automatisées).

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			29 / 58

	Outils utilisés	Avantages	Inconvénients
Traitement des sols	Marteau piqueur	Utilisation simple. Facilite le retrait du sol (chape béton).	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement. Influence des vibrations sur le Dosicard (interférences créant des doses fictives).
	Bouchardeuse	Bon état de surface après traitement. Bonne maniabilité.	Pénibilité. Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Empoussièrément.
	Raboteuse	Posture confortable pour l'opérateur. Bon état de surface après traitement.	Peu efficace pour le retrait de sol (chape béton) et des traitements profonds (> 5 mm). Bruit. Empoussièrément.
	Ponceuse	Très bonne maniabilité. Bon état de surface après traitement.	Bruit. Fort empoussièrément.
Traitement des murs	Ponceuse	Très bonne maniabilité. Bon état de surface après traitement.	Utilisation non efficace pour des traitements de 1 mm. Bruit. Fort empoussièrément.
	Bouchardeuse	Efficace pour traitement de catégorie 1 (retrait de 1 mm de béton). Bon état de surface après traitement. Bonne maniabilité.	Pénibilité (poids de l'outil). Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Empoussièrément.
	Carotteuse	Efficace pour traitement de points chauds	Long temps de mise en place. Empoussièrément. Bruit.
Traitement des inserts	Disqueuse ou burineuse	Très efficace pour les fers à bétons, acier de liaison et inserts métalliques pris dans le béton.	Contraintes supplémentaires sur les sas de confinement (adaptés aux travaux par point chaud) Dangerosité (outil tranchant). Bruit.
Traitement cloisons creuses et faux-plafonds	Masse	Utilisation simple et efficace.	Travail en hauteur. Empoussièrément. Pénibilité.
Retrait des gaines de ventilation	Disqueuse	Très efficace pour les tronçons de gaine pris dans les épaisseurs de dalle. Très bonne maniabilité.	Contraintes supplémentaires sur les sas de confinement (adaptés aux travaux par point chaud). Dangerosité (outil tranchant). Bruit.
Traitement des trémies	Bouchardeuse	Bon état de surface après traitement. Bonne maniabilité.	Difficulté pour atteindre les angles. Pénibilité (poids de l'outil). Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Empoussièrément.
	Carotteuse	Efficace pour le traitement des trémies de grande taille et de grande profondeur.	Long temps de mise en place. Bruit.
	Marteau piqueur	Utilisation simple et efficace. Possibilité d'atteindre les angles.	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement. Influence des vibrations sur le Dosicard. Non adapté au traitement de trémies de grande taille et de grande profondeur.
Dépose des faïences	Marteau piqueur	Utilisation simple et efficace.	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement. Influence des vibrations sur le Dosicard.
	Marteau et burin	Utilisation simple et efficace	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			30 / 58

	Outils utilisés	Avantages	Inconvénients
Traitement des voiles des cuves	Brokk	Efficace pour de grandes surfaces (récupérations de gravats notamment).	Encombrement. Contrôles radiologiques de sortie plus lourds.
	Marteau piqueur	Utilisation simple et efficace.	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement. Influence des vibrations sur le Dosicard.
Découpe gaines de ventilation	Grignoteuse	Pas de vibration.	Dangerosité (outil tranchant). Bruit.
Démolition des enceintes	Brises roches hydrauliques (BRH) sur mini-pelle	Utilisation simple et efficace. Efficace pour la destruction de béton HP.	Bruit. Vibrations pour l'opérateur. Etat de surface médiocre après traitement.

#### 4.1.5 Difficultés rencontrées lors des travaux

##### 4.1.5.1 Mise en œuvre de la méthodologie d'assainissement complet

La mise en œuvre de la méthodologie d'assainissement complet sur les structures du bâtiment de l'INB 61 - LAMA ne s'est pas déroulée sans difficulté. En effet, la méthodologie traduite par la définition des traitements à réaliser sur les parois de chaque local via les notes d'expertises, préconise de nombreux de traitements de surfaces sur des petites zones. Ce « patchwork » est difficilement réalisable sur les chantiers du fait du manque de repères (ceux-ci ayant été généralement retirés lors de la phase de démantèlement). Le retour d'expérience de l'assainissement du périmètre 1 lors duquel de nombreuses reprises de travaux ont du être réalisées a entraîné la systématisation de traitement standard.

##### 4.1.5.2 Encombrement de l'installation

L'exiguïté des locaux de l'installation a entraîné un dimensionnement des moyens de traitement. Lors de la démolition des cellules THA en zone arrière, la résistance du béton constituant ces cellules nécessitait des moyens de destruction puissants. Hors l'encombrement de cette zone ne permettait pas l'utilisation d'engins de grandes dimensions (pas de recul suffisant pour l'utilisation de pelle grand bras) et empêchait le mouvement des engins pour bien de se positionner pour les angles d'attaque. La solution retenue a été l'utilisation de plusieurs mini-pelles équipées de BRH.

Cet encombrement a aussi constitué une difficulté lors du retrait des réseaux enterrés en zone arrière.

##### 4.1.5.3 Aménagement de la ventilation

L'aménagement de la ventilation lors du traitement des laboratoires chauds a posé des difficultés. En effet, le retrait des faux-plafonds et les ouvertures de trémies ont créé de larges volumes rendant difficile l'atteinte du taux de renouvellement d'air imposé par le référentiel de l'installation. Il a donc été nécessaire de cloisonner les espaces à l'aide de parois vinyle ou de plaques en polycarbonate (séparation laboratoire chaud/couloir chaud, séparation couloir chaud 1/couloir chaud 2). Des ventilations de chantier ont également été ajoutées (démolition des THA) afin de maintenir des taux de renouvellement d'air corrects.

Une ventilation de substitution a été installée en partie à l'extérieur du bâtiment et sur la zone de transit pour permettre le traitement de la ventilation principale. La ventilation de substitution possédait les mêmes critères de fonctionnement et de dimensionnement que l'ancienne ventilation. Elle a été équipée avec les réseaux de surveillance de l'ancienne ventilation.

##### 4.1.5.4 Découvertes réalisées sur les différents chantiers

Les découvertes faites sur les chantiers font l'objet de fiches de constat. Ces fiches sont soumises à la mission démantèlement qui choisit le traitement à effectuer en concertation avec la mission déclassement.

De façon générale, les découvertes effectuées concernaient des éléments invisibles ou cachés avant les travaux d'assainissement et non répertoriés dans les notes d'expertise, comme précisé dans le tableau suivant :

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			31 / 58

Éléments découverts	Nombre de fiches de découvertes
Inserts	5
Fissures	5
Tuyauteries, canalisations, gaines de ventilation, fourreaux de câbles, traversant...	9
Éléments pris dans la structure (fers à béton, morceaux de bois, tubes métalliques, fers plats, fils de fer, papiers, peinture, gaines noyées dans le béton...)	31
Trémies, passage de gaine	16

Tableau 1 : Principales découvertes lors des travaux d'assainissement

Dans la majorité des cas, les éléments découverts ont été retirés ou arasés.

D'autres découvertes ont été liées aux matériaux de structure, parfois différents de ceux attendus :

Découvertes	Nombre de fiches de découvertes
Présence de plusieurs couches	2
Reprise de bétonnage	1
Mise à jour de briques nues	4
Présence de trémie ragrée	2
Présence de revêtement fibreux, de plâtre	3
Présence de zone de ragréage	4
Présence de trous bouchés, de carottage non débouchant	6
Aménagement pour les besoins de l'assainissement	1

Tableau 2 : Autres découvertes liées aux matériaux

#### 4.1.5.5 Réception des travaux

Afin de vérifier l'atteinte des objectifs physiques définis, des bandes témoin étaient laissées en place par l'entreprise en charge des travaux sur chacune des surfaces à assainir jusqu'à la réception des travaux par la Mission Déclassement.

Bien que les travaux d'assainissement étaient déjà bien engagés sur le périmètre 1, il a été décidé de faire une présentation de sensibilisation du processus de déclassement qui a permis aux acteurs de terrain (notamment les pilotes de chantier et chefs de travaux) de mieux s'approprier la démarche. Cette présentation a été réalisée par la mission Déclassement.

La réception finale d'un local est formalisée au travers d'un PV unique récapitulant les réceptions partielles et les décisions prises suite aux découvertes.

## 4.2 REX SURETE / RADIOPROTECTION

### 4.2.1 Evolutions du référentiel

Le référentiel de sûreté de démantèlement de l'installation est constitué par les documents suivants :

- Le Rapport de Sûreté de l'INB 61 - LAMA, renommé par la suite Rapport de Sûreté de démantèlement de l'INB 61 - LAMA,
- Les Règles Générales d'Exploitation de démantèlement INB 61 - LAMA, renommées par la suite Règles Générales de Surveillance et d'Entretien de l'INB 61 - LAMA,
- Les pièces jointes (comportant les figures, l'étude d'impact, l'analyse de sûreté, l'étude déchet et la méthodologie de contrôle en vue du déclassement),
- Les Prescriptions Techniques relatives au LAMA - INB 61, réf. [5].

La version initiale du référentiel de sûreté de démantèlement de l'installation date du 17 octobre 2005 (révision A).

Le référentiel de sûreté de démantèlement de l'installation a été mis à jour :

- En date du 25 janvier 2008, suite aux remarques de l'Autorité de Sûreté Nucléaire lors de l'instruction du dossier, avant transmission pour élaboration du décret de démantèlement.
- En date du 8 décembre 2008 suite aux remarques de l'Autorité de Sûreté Nucléaire suite à la parution du décret de démantèlement
- Lors de l'avancement des opérations de démantèlement le 23 mai 2011.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			32 / 58

La Commission Interministérielle des INB (CIINB) a eu lieu le 14 juin 2007 : un avis favorable a été prononcé pour la parution du décret de démantèlement de l'INB 61.

Le décret autorisant le démantèlement de l'INB 61 – LAMA [1] est paru au journal officiel le 21 septembre 2008, sur la base du référentiel transmis à l'ASN le 7 juillet 2008 par lettre DIR 2008-277.

Les Spécifications Techniques de l'installation sont incluses dans les Règles Générales de Surveillance et d'Entretien, elles sont consultables au chapitre E.

#### 4.2.2 Evolution de la méthodologie de déclassement

La méthodologie d'assainissement préconisée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (réf. [3]) est parue en avril 2006 et a été appliquée pour l'assainissement de l'INB 61 - LAMA dès la parution du décret autorisant les travaux [1].

La méthode de déclassement, issue de la SD3 DEM 02, a été mise à jour dans le guide 14 de l'ASN en Juin 2010 [4]. Celle-ci n'a pas engendré de remise en cause de la méthodologie d'assainissement.

#### 4.2.3 Evolution du zonage déchet de référence

Au début du démantèlement a été établi un zonage déchet de référence, distinguant les zones à déchets nucléaires des zones à déchets conventionnels. Les zones à déchets conventionnels pouvaient contenir des zones à déchets nucléaires dont le confinement était assuré, appelés points à risques. Lors des travaux des nouvelles zones à déchets nucléaires ont été identifiées dans les zones à déchets conventionnels. Ces découvertes ont été soit traitées en zonage opérationnel (reclassement temporaire de la zone en zone à déchets nucléaires avec retour au classement de référence après contrôle), soit reclassées définitivement en zone à déchets nucléaires et traitées, soit encore laissées en l'état avec propositions de mesures de gestion (voir Dossier de déclassement administratif [6]). Ces évolutions ont été tracées via la Fiche de Traitement des Ecart (FTE générique 08/016), et notamment la note décrivant le processus de traitement des points à risques en écart avec le zonage déchets de référence.

Les zones à déchet nucléaires traitées dans ce cadre ont été les suivantes :

- Le laboratoire photo (local 280)
- Le laboratoire chaud 1 (local 240)
- Le laboratoire chaud 2 (local 239)
- Le laboratoire chaud 3 (local 245)
- Le laboratoire chaud 4 (local 246)
- Le laboratoire chaud 5 (local 106)
- Le laboratoire chaud 7 (local 107)
- Les cuves à effluents suspects (local 101)
- Les couloirs chauds 1 et 2 (local 202)
- L'escalier d'accès au sous-sol (local 106a-281)
- Le sol de la galerie technique Est
- Le vestiaire 265
- Le vestiaire tenues rouges (local 267)
- Le local conditionnement de colis TFA (local 104)
- Les enceintes blindées THA1, THA2, THA3, THA4, THA5/6
- La zone arrière et l'enceinte blindée THA11 (local 256)
- La zone d'entreposage TFA (local 103)
- Le monte charge et la zone devant celui-ci (local 315 et local 315)
- Le sas camion (local 203)
- Le couloir chaud 3 (local 202)
- Le local banalisé (local 231)
- Le laboratoire chaud 6 (local 232)
- Le local DMG (local 235)
- Le local SODA (local 250)
- Le couloir chaud 4 (local 202)
- La Zone arrière (local 227 et local 227a)
- Le local « vestiaire SPRSE » (local 210)

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			33 / 58

#### 4.2.4 Evolution de la surveillance radiologique du personnel

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'assainissement, la dosimétrie ambiante a diminué. Le zonage radioprotection a donc été mis à jour, et les locaux classés en zone contrôlée au début du démantèlement (zones vertes et jaunes) ont été déclassés en zone surveillée (zone bleue). Cette modification a été notifiée à l'ASN par la diffusion de chaque mise à jour du zonage radioprotection et déchets de l'installation.

La fin des travaux à risque de contamination a permis la dépose de la ventilation de substitution à l'été 2013 ; les locaux n'étant plus classés en zone à risque irradiation et contamination.

L'ensemble de l'INB étant alors classée au maximum en zone surveillée, la surveillance par dosimétrie active a été arrêtée, la surveillance par dosimétrie passive étant la seule conservée pour l'accès en zone surveillée (zone bleue).

#### 4.2.5 Demandes faites à l'Autorité de Sûreté

Les demandes faites à l'Autorité de Sûreté Nucléaire durant la période septembre 2008 à ce jour ont été les suivantes :

Référence de la demande et date	Objet	Référence et date de l'autorisation
DIR 2009-390 du 11 août 2009	Traitement de sodium actif dans les enceintes THA5/6	CODEP-LYO-2010 du 26 février 2010
DIR 2010-415 du 6 septembre 2010	Le traitement du sodium actif ne se fera pas dans l'INB 61 - LAMA.	
DIR 2009-502 du 23 décembre 2009	Proposition d'organisation pour le déclassé des déchets d'une partie des locaux du LAMA en autorisation interne	CODEP-DRD-2010-004173 du 31 mars
DIR 2011-066 du 26 janvier 2011	Choix du laboratoire retenu pour l'analyse des prélèvements réalisés dans le cadre des contrôles finaux	/

#### 4.2.6 Commissions internes

Le principe d'autorisations internes au sein du CEA est décliné dans la Circulaire Sécurité n°50 [14].

Une opération, non décrite dans les dossiers initiaux de démantèlement mais ne remettant pas en cause la sûreté de l'installation, peut être autorisée en interne CEA à la suite d' :

- > Une Commission de Sûreté,
- > Une Commission Locale de Sécurité,
- > Un avis Cellule.

Les autorisations internes, obtenues durant la période septembre 2008 à mars 2014, après une Commission Locale de Sécurité (CLS) sont déclinées ci-dessous :

Référence et date de la demande	Objet	Référence et date de l'autorisation
CLS N°535 du 12 décembre 2008	Dépose réseau EES et pneumatiques	DIR ADJ/ise 2009/001 du 6 janvier 2009
CLS N°562 du 8 juin 2009	Travaux au périmètre des INB	DIR 2009-404 du 26 août 2009
CLS n°625 du 06 juillet 2011	Dépose et évacuation du pont roulant du LAMA	DIR 2011-450 du 22 juillet 2011
CLS n°625 du 5 janvier 2012	Dépose et évacuation du pont roulant du LAMA - Nouvelle CLS suite au changement de mode opératoire.	DIR 2012-069 du 16 février 2012
CLS restreinte n°625 du 12 novembre 2012	Demande de prorogation de l'autorisation de réaliser les travaux de dépose du pont roulant du LAMA	DIR 2012-472 du 19 novembre 2012

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			34 / 58

La Direction de Centre a également délivré l'autorisation suivante à partir d'un avis cellule, sans recours à une CS ou CLS :

Référence et date de la demande	Objet	Référence et date de l'autorisation
CEA/DEN/CAD/DSN/LEIG (GRE) DO 17 du 18 mars 2010	Autorisation de passage en horaires postés sur les chantiers d'assainissement et de démantèlement du LAMA	DIR 2010-201 du 27 avril 2010
Demande effectuée par le chef du SIAD (mail du 30 juin 2010)	Réalisation d'opérations télé-opérées de découpe par point chaud sur les chantiers de démantèlement et d'assainissement du LAMA	DIR 2010-305 du 1 <sup>er</sup> juillet 2010
CEA/DEN/CAD/DSN/LEIG (GRE) DO 45 du 12 juillet 2010	Amélioration des conditions de travail pour les opérations de bouchardage et de rabotage des enceintes THA	DIR 2010-356 du 13 juillet 2010
CEA/DEN/CAD/DSN/LEIG (GRE) DO 73 du 7 décembre 2010	Prolongation de l'autorisation de travail en horaires postés sur l'INB 61-LAMA	DIR 2010-551 du 13 décembre 2010
LEIG/NT/1060/10/3667 du 7 février 2011	Passage en horaires postés des opérations du projet Passage dans les INB 20 - Siloé, INB 61 - LAMA, INB 36/79 - STED, l'ICPE B033 N2, les zones de regroupement TFA, ainsi que les opérations liés à l'Etat Radiologique du Site (ERS)	DIR/2011-180 du 25 mars 2011
DO 16 du 18 décembre 2012	Prolongation d'autorisation d'aménagements d'horaires (horaires postés) pour les opérations du projet PASSAGE sur les INB 20 - SILOE ; INB 61 - LAMA et INB 36/79 - STED	DIR 2012-517 du 20 décembre 2012

La parution du guide n°14 en juin 2010 permet dorénavant le déclassement du zonage déchets d'une INB en autorisation interne, sous réserve de l'approbation par l'ASN de la méthodologie d'assainissement et de la possibilité de vérification par celle-ci de la propreté radiologique des locaux assainis pendant une période maximale de 6 mois. Dans le cadre de l'assainissement complet du LAMA, le CEA Grenoble a demandé à l'ASN, l'autorisation d'utiliser le système d'autorisation interne en place pour procéder au déclassement du zonage déchets de 14 locaux constituant le périmètre 1 du LAMA. L'ASN a accepté cette demande en Mars 2010 par lettre ASN CODEP-DRD-2010-004173 du 31 mars 2010, sous réserve de dispositions complémentaires. Ces demandes ont été acceptées par le CEA, par courrier CEA DIR-2010-260 du 02/06/2010.

Cette procédure de déclassement du zonage déchets en autorisation interne n'avait encore jamais été mise en œuvre en France. Elle constitue donc une démarche pilote dont le REX pourra être pris en compte pour le déclassement de futures installations nucléaires en France.

Référence et date de la demande	Objet	Référence et date de l'autorisation
CSP n°11 du 16 décembre 2010 note référencée DIR/Adj/SRSE/2011-001 du 21 janvier 2011	Déclassement du zonage déchets de 14 locaux (périmètre 1) <sup>(1) et (2)</sup>	DIR/2011-187 du 30 mars 2011

L'Ingénieur de Sécurité d'Établissement a délivré l'autorisation suivante au cours de l'année :

Référence et date de la demande	Objet	Référence et date de l'autorisation
Demande effectuée par le chef d'INB (mail du 24 juin 2010)	Utilisation de la nacelle à l'aide du pont 15 t en Zone Arrière	SMR ISE DO 066 du 1 <sup>er</sup> juillet 2010

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			35 / 58

#### 4.2.7 Ecart concernant la sûreté

Les travaux ont été réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur et des pratiques du CEA/Grenoble en termes de sûreté et de radioprotection.

Toutefois, lors de la réalisation des travaux, cinq écarts concernant la sûreté se sont produits. Ces écarts sont détaillés ci-après.

Dates	Libellé de l'événement
26 juin 2009	Non respect d'une interdiction de survol d'enceintes Très Haute Activité due à une mauvaise retranscription des Règles Générales de Surveillance et d'Entretien (RGSE) dans une consigne.
12 octobre 2009	Non respect des Règles Générales de Surveillance et d'Entretien (RGSE) de l'installation lors d'une intervention en zone spécialement réglementée jaune classée également zone contaminante au titre du zonage déchets.
6 mai 2010	Blessure d'un intervenant en zone contaminante lors des opérations d'assainissement de l'enceinte Très Haute Activité (THA) n°2, classée zone orange à risque de contamination et d'irradiation. Cet opérateur était en tenue ventilée avec un heaume ventilé. C'est en pénétrant dans la cellule qu'il s'est blessé à la fesse gauche avec un objet métallique saillant de type « barre à mine ».
25 novembre 2010	Information de la non-conformité de l'efficacité de deux caissons filtres THE (F9 et F4) par la société en charge du contrôle annuel d'efficacité des filtres THE. Ce contrôle fait partie des contrôles et essais périodiques réalisés au titre de l'arrêté du 10 août 1984. Il s'est avéré que le compte rendu transmis par la société prestataire était erroné et que les filtres concernés étaient conformes à la réglementation.
3 septembre 2013	Dépassement d'une limite de dose individuelle réglementaire annuelle pour un intervenant chargé d'effectuer du tri de déchets. Après expertise du rapport d'analyse de cet incident, il apparaît que le dépassement de la limite réglementaire n'est pas avéré. Au final, en raison d'insuffisances relevées par l'ASN dans la préparation de l'intervention, l'ASN a classé de façon définitive en mars 2014 cet événement au niveau 1 de l'échelle INES.

### 4.3 REX SECURITE / CONDITIONS DE TRAVAIL

#### 4.3.1 Encombrement du chantier

L'encombrement important des chantiers, pouvant être une source d'incident ou d'accident, a été résolu par

- la mise en place d'une procédure de gestion de déchets [18] qui définit les conditions d'entreposage des déchets radioactifs de l'INB 61 – LAMA dans le cadre des travaux de démantèlement de l'installation,
- la mise en place d'une zone de transit des déchets à l'extérieur de l'INB,
- la mise en place de zones d'entreposage du matériel neuf des entreprises dans l'ancien atelier,
- la mise en place d'un sas pour le rangement des mini-pelles,
- la mise en place de zones dédiées et balisées pour les déchets conventionnels et les déchets nucléaires.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			36 / 58

#### 4.3.2 Etat de surface du sol

Les ouvertures créées au sol par retrait d'inserts, traitement de trémies, retrait de dalles étaient sécurisées par des moyens appropriés :

- mise en place d'un balisage voire de garde-corps autour du trou (cf. cuves au local 103),
- mise en place de tapes, plaques d'obturation permettant de les recouvrir (cf. local extraction),
- mise en place de platelage sur le sol de la zone arrière après le retrait des réseaux enterrés.

#### 4.3.3 Ambiance atmosphérique

##### 4.3.3.1 Poussière

Les opérations de traitement de surface sont génératrices de poussières. L'amélioration de la ventilation de chantier est un des moyens de limiter l'impact des poussières sur le personnel.

L'amélioration de la qualité des sas de chantier permettait de limiter l'impact des poussières (ajout de sas entrée/sortie, amélioration de l'efficacité de leur ventilation, aspiration à la source...). Des sas mobiles ont été mis en place dans les zones à traiter. Ils ont été équipés d'une ventilation qui présentait un taux de renouvellement de 5 à 10 fois le volume du sas par heure et qui était protégé par des filtres primaires (piège à poussières). Ces sas ont été réceptionnés par l'Assistant Sureté de l'installation.

En zone arrière du LAMA, 4 ventilateurs munis de filtres THE, de pré filtres et de média filtrants ont été installés. Ils permettaient, en association avec la ventilation de l'INB, d'avoir un dépoussiérage efficace.

##### 4.3.3.2 Monoxyde de carbone

Suite au REX de l'INB 19 - MELUSINE et de l'INB 20 - SILOE, l'utilisation d'un engin thermique a été remplacée par l'utilisation d'une mini-pelle électrique afin d'éviter les contraintes liées aux émissions de gaz d'échappement lors des travaux.

#### 4.3.4 Consignation électrique

Toute intervention sur ou à proximité de câbles électriques a été réalisée après avoir protégé ces derniers et/ou après les avoir consignés.

Les appareils électriques utilisés par l'entreprise devaient faire l'objet d'un certificat de conformité.

#### 4.3.5 Accidents du travail

Le nombre d'accidents de travail s'élève à 16 dont 3 avec arrêt. Chaque accident a fait l'objet d'une analyse détaillée préconisant des mesures de prévention.

Le tableau ci-après synthétise pour chaque accident les circonstances, les résultats de l'analyse effectuée et les mesures proposées pour éviter que l'accident se reproduise.

Date accident	Type d'accident	Circonstances	Résultat de l'analyse	Mesures proposées
01/12/08	Non déclaré SS	En enjambant les filtres pour fermer un registre, l'opérateur est tombé. Le local est exigu.	local exigu (local filtres 314-315)	EPI gestes et postures vigilance
17/04/09	Non déclaré SS	En tenant le ruban du bras télémanipulateur, l'intéressé s'est coupé au niveau de l'auriculaire main gauche.	le ruban est en métal et coupant	Port EPI vigilance
14/05/09	Non déclaré SS	En voulant déboucher la buse du pulvérisateur de la "cocotte fixe" à l'aide d'un cutter, le cutter a ripé et s'est planté sur le pouce droit de la victime	non-respect du MO associé à l'opération	Cette pratique va à l'encontre du mode opératoire qui spécifie que pour déboucher une buse, il faut utiliser un produit spécifique. Un rappel a été fait dans ce sens : respect des modes opératoires et port d'EPI adaptés.
28/04/10	Déclaré avec arrêt	En enjambant le muret pour entrer dans la cellule THA2, l'opérateur en tenue ventilée s'est blessé avec une barre à mine posée contre un muret.	La barre à mines s'est coincée dans la tenue, a transpercé celle-ci et s'est fichée dans le postérieur gauche sur une profondeur de 5 cm environ. Les causes avancées sont une faible luminosité de la cellule, un travail dans un espace confiné et l'utilisation d'un outil non mentionné dans le mode opératoire et non approprié à l'opération.	Suppression immédiate de la barre à mines et utilisation d'un pied de biche à la place. Mise en place d'un éclairage spécifique de chantier "lampe froide". Dépose du muret devant la THA. Rappel des consignes sécurité aux opérateurs. Cf CRES LEIG/SY/8000/10/1291

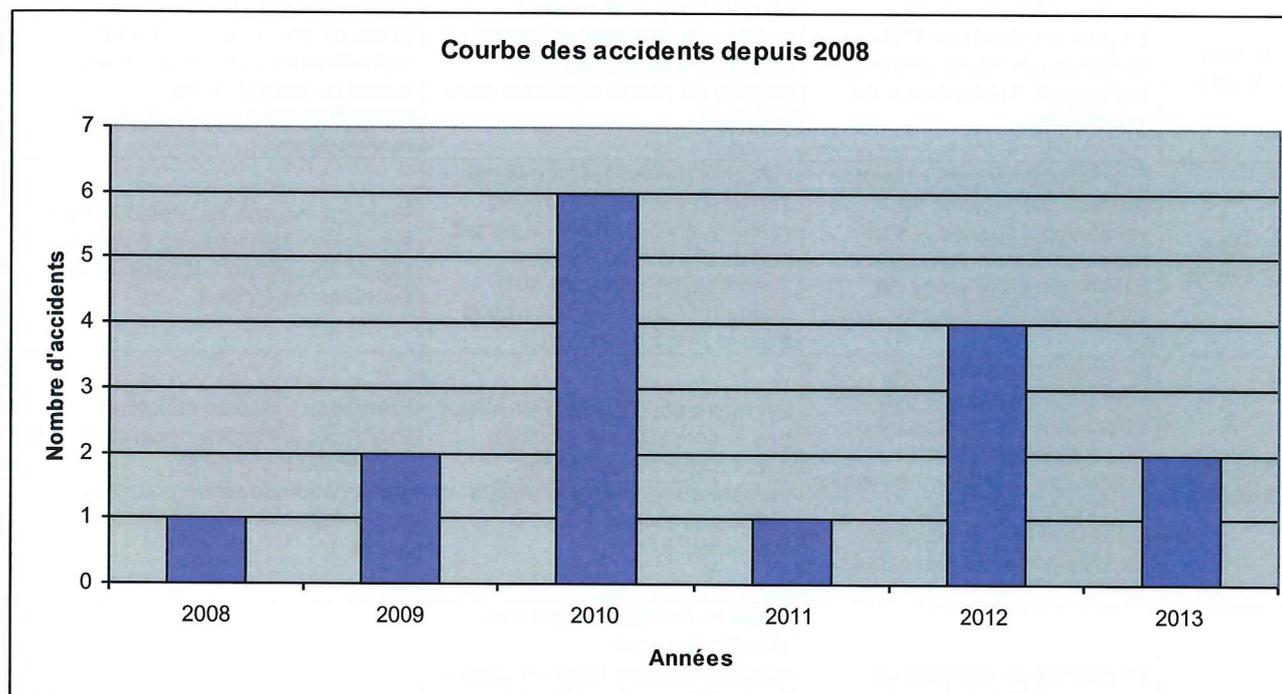
SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			37 / 58

Date accident	Type d'accident	Circonstances	Résultat de l'analyse	Mesures proposées
01/07/10	Non déclaré SS	En nettoyant un faux-plafond en travée centrale (zone contaminante déchets jaune), l'opérateur a relevé la tête et s'est cogné contre une barre de métal fixée au plafond	L'environnement d'intervention était exigü, peu lumineux et en phase de démantèlement.	Port des EPI. Rappel des consignes sécurité et vigilance. Port d'une lampe frontale si besoin.
16/08/10	Non déclaré SS	En passant le saut de zone pour entrer en zone arrière, encombré par des chaussures rouges non rangées, l'opérateur a glissé et son poignet gauche a heurté l'arrête saillante du saut de zone.	La chute a été causée par l'encombrement du passage vers la zone arrière (le "saut de zone").	Rangement du saut de zone.
05/10/10	Déclaré sans arrêt	En manutentionnant des briques de plomb en THA pour construire un muret (protection biologique), l'opérateur a eu mal au dos.	La personne était en tenue ventilée avec tablier de plomb et déplaçait latéralement des briques de plomb à genoux dans la cellule.	Stage "gestes et postures". Amélioration de l'ergonomie du poste de travail afin de limiter les manutentions avec déplacement latéral du haut du corps. Echauffement musculaire avant manutention.
13/10/10	Déclaré sans arrêt	En manutentionnant la trappe de visite d'une gaine de ventilation, l'opérateur s'est cogné la tête en se relevant contre une autre gaine de ventilation, juste au-dessus de lui.	La gaine de ventilation mise en cause présentait des angles saillants et l'opérateur ne portait pas de casque de sécurité (incompatibilité du port du masque et de la cagoule rouge avec le port du casque).	Pose de mousse de protection sur les arrêtes saillantes de la gaine. Commande et port obligatoire de cagoules renforcées.
26/11/10	Déclaré sans arrêt	En voulant déplacer une armoire électrique en cours de démontage, cette armoire a glissé des mains des opérateurs et est tombée sur le pied droit de la victime déformant la chaussure de sécurité portée et blessant la victime.	L'armoire était lourde. Elle n'était pas encore totalement vidée avant d'être pivotée et les opérateurs ne disposaient pas d'aide mécanique à la manutention.	Formation " Gestes et postures". Privilégier les aides mécaniques à la manutention manuelle. Modification du mode opératoire (vider l'armoire avant de la faire pivoter)
26/07/11	Déclaré sans arrêt	En portant un morceau de poutre métallique, la poutre a glissé de sa main droite et est tombée sur son pied droit (fracture du petit orteil et hématome sur le dessus du pied).	Après la découpe de poutres métalliques pour conditionnement dans un casier, l'opérateur a sous-estimé le poids d'une des poutres et celle-ci a glissé de sa main droite à hauteur du bassin lors de sa préhension. Il portait des chaussures de sécurité mais la coque métallique ne recouvrait qu'une partie des orteils.	Sensibilisation des opérateurs sur le port des charges (causeries).
01/12	Non déclaré SS	Lors de la découpe d'un hublot, la disqureuse a dérapé et a légèrement heurté le bas de la cuisse de la victime (écorchures).	Le poste de travail était encombré.	Le poste de travail a été rangé et dégagé.
01/12	Non déclaré SS	La victime s'est cognée la tête lors d'une intervention sur un hublot de la cellule.	Le poste de travail était encombré.	Le poste de travail a été rangé et dégagé.
01/12	Non déclaré SS	L'opérateur tenait un flexible lors de la découpe de celui-ci par un collègue. La scie sabre a dérapé et percuté sa main (petite coupure à la main droite).	/	Port de gants de découpe et utilisation d'une cale type billot ou étai pour les opérations de découpe.
08/12	Déclaré avec arrêt	La victime s'apprêtant à entrer dans le local, a été heurtée par la porte qu'un de ses collègues ouvrait pour sortir.	La porte est équipée d'un oculus.	Rappel oral aux opérateurs : être vigilant lors de l'ouverture des portes.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			38 / 58

Date accident	Type d'accident	Circonstances	Résultat de l'analyse	Mesures proposées
01/13	Non déclaré SS	L'opérateur effectuait des déposes en étanche de tuyaux dans une galerie d'1,60 m de hauteur. En se relevant, il tape le dos contre un chemin de câbles à environ 1,20 m de haut. (Mal de dos).	Endroit exigus.	Lors des prochains chantiers dans des endroits exigus : faire si possible des déposes préalables des parties gênantes ou les protéger avec de la mousse. Ce risque sera pris en compte lors de la réalisation de la FARO et une visite sera réalisée avant le début des travaux.
07/13	Déclaré avec arrêt	La victime s'est fait une coupure au pouce droit en ouvrant un tube de silicone avec un cutter.	/	/

Tableau 3 : Accidents de travail



Les pics de 2010 et 2012 correspondent aux périodes où le nombre d'intervenant était plus élevé : le pic de 2010 correspondant aux travaux d'assainissement du périmètre 1 et aux opérations de vidage et de décontamination des enceintes THA ; celui de 2012 correspondant aux opérations de traitement de la zone arrière avant notamment la dépose des réseaux enterrés.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			39 / 58

## 4.4 REX GESTION DE PROJET / ORGANISATION / FACTEUR HUMAIN

### 4.4.1 Management / Organisation

Le CEA a mis en place une organisation dans le cadre des opérations d'assainissement et de démantèlement des INB du CEA/Grenoble. Cette organisation s'appuie sur la fonction de **chargé d'affaires**.

Le chargé d'affaires assure le suivi contractuel du marché de travaux. Il est l'interlocuteur privilégié du correspondant de l'entreprise en charge des travaux.

Pour ce faire, le chargé d'affaires doit définir, formaliser et mettre en œuvre une organisation adaptée à la complexité du chantier. Cette organisation doit permettre de :

- Rédiger les documents contractuels régissant ses relations avec l'entreprise en charge des travaux selon les règles définies dans des cahiers des charges,
- Faire appliquer ces documents contractuels. Le chargé d'affaires doit notamment s'assurer que les salariés d'entreprises extérieures présents sur le site disposent des autorisations, habilitations, compétences et expérience requises dans les cahiers des charges,
- Fournir à l'Exploitant et à l'entreprise en charge des travaux en temps et en heure les informations destinées à anticiper et maîtriser la co-activité de plusieurs entreprises,
- Détecter les anomalies et écarts constatés sur les chantiers, et en informer sans délai le Chef d'INB ou son représentant,
- Elaborer, faire valider par le Chef d'INB, puis mettre en œuvre et tracer les actions correctives,
- Faire un retour d'expérience en fin de chantier et évaluer la qualité de la prestation,
- Fournir au Chef d'INB un document présentant l'état radiologique exact des locaux à l'issue du chantier.

Les chargés d'affaires sont responsables devant les Chefs d'INB des chantiers qui leur sont confiés. Ils sont l'interlocuteur des exploitants nucléaires pour tout ce qui concerne les chantiers.

Afin de réaliser les missions du chargé d'affaires, le projet a déjà mis en place, pour les opérations de Cessation Définitive d'Exploitation et les opérations de démantèlement d'autres INB (comme pour l'INB 21 – Siloette, désormais déclassée), une assistance au chargé d'affaires qui est sous-traitée.

Ainsi la fonction de **pilote de chantier** a été reconduite pour ce chantier de démantèlement. Cette fonction permet un suivi au quotidien des opérations et renforce la mission du chargé d'affaires.

Cette organisation, qui a donné entière satisfaction, est reproduite sur les autres chantiers de démantèlement (Siloé, STED et LAMA).

### 4.4.2 Horaires étendus et horaires postés

Afin de respecter les jalons du projet PASSAGE, l'extension des horaires de travail a été nécessaire. Les horaires étendus permettaient la réalisation, dans la plage 7h-19h, des travaux suivants :

Opérations autorisées entre **7h00 et 19h00** :

- Désolidarisation par démontage ou découpe ne nécessitant pas de permis de feu,
- Montage de sas de travail ou d'accès,
- Transferts et manutention ne nécessitant pas l'utilisation du pont roulant,
- Découpe pour conditionnement ne nécessitant pas de permis de feu,
- Traitement de surfaces de catégorie ne générant que des déchets TFA, à l'exclusion des carottages intérieur/extérieur bâtiment,
- Démolition de structures en béton, brique, parpaing... sous couvert de l'autorisation du chef d'installation,
- Travaux sur échafaudages ou nacelle autoportée,
- Utilisation de chariots automoteurs de manutention et de nacelle autoportée (exclusivement engins électriques pour les travaux à l'intérieur du bâtiment),
- Dépose de réseaux d'utilités consignés et isolés non contaminants
- Contrôles radiologiques des déchets (RP chantier),
- Conditionnement et évacuation de déchets TFA dans le périmètre de l'INB,
- Nettoyage de la zone de chantier,
- Réalisation de prélèvements sur des surfaces ne générant que des déchets TFA et contrôles radiologiques non destructifs,
- Ouverture/fermeture du sas déchets (le sas déchets s'ouvre et se ferme manuellement, il ne peut donc pas rester bloqué),
- Pré-décontamination par télémanipulation dans les enceintes THA béton,
- Découpe par télémanipulation ne nécessitant pas de permis de feu dans les enceintes THA béton,
- Démontage d'équipements par télémanipulation dans les enceintes THA béton,
- Conditionnement de déchets dans les enceintes THA béton.

Opérations autorisées entre **7h00 et 18h00** :

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			40 / 58

- Toute opération de découpe ponctuelle et exceptionnelle explicitement autorisée par la rédaction d'un permis de feu pendant les horaires normaux.

Toutefois, la densité des opérations, restant à réaliser après la mise en place des horaires étendus a conduit le SIAD à mettre en place une nouvelle extension des horaires de 5h51 à 21h21, conditionnée par la présence de personnel de surveillance en salle de contrôle du LAMA sur cette plage horaire.

Les opérations concernées sont identiques à celles réalisées en horaires étendus (7h00-19h00). Les opérations autorisées en horaires postés ou entre **5h51 et 21h21** ont été les suivantes:

- Désolidarisation par démontage ou découpe ne nécessitant pas de permis de feu,
- Montage de sas de travail ou d'accès,
- Découpe pour conditionnement ne nécessitant pas de permis de feu,
- Traitement de surfaces de catégorie ne générant que des déchets TFA, à l'exclusion des carottages intérieur/extérieur bâtiment,
- Démolition de structures en béton, brique, parpaing... sous couvert de l'autorisation du chef d'installation,
- Travaux sur échafaudages ou nacelle autoportée,
- Utilisation de chariots automoteurs de manutention et de nacelle autoportée (exclusivement engins électriques pour les travaux à l'intérieur du bâtiment),
- Dépose de réseaux d'utilités consignés et isolés,
- Contrôles radiologiques des déchets (RP chantier),
- Conditionnement et évacuation de déchets TFA dans le périmètre de l'INB,
- Nettoyage de la zone de chantier,
- Réalisation de prélèvements sur des surfaces ne générant que des déchets TFA et contrôles radiologiques non destructifs,
- Ouverture/fermeture du sas déchets (le sas déchets s'ouvre et se ferme manuellement, il ne peut donc pas rester bloqué),
- Ouverture/fermeture du sas camion (la porte du sas camion est débrayable manuellement en cas de panne électrique),
- Pré-décontamination par télémanipulation dans les enceintes THA béton,
- Découpe par télémanipulation ne nécessitant pas de permis de feu dans les enceintes THA béton,
- Démontage d'équipements par télémanipulation dans les enceintes THA béton,
- Conditionnement de déchets dans les enceintes THA béton,
- Assainissement au contact dans les enceintes THA béton,
- Démolition des enceintes THA béton.

Opérations autorisées entre **5h51 et 20h00** :

- Toute opération de découpe ponctuelle et exceptionnelle explicitement autorisée par la rédaction d'un permis de feu pendant les horaires collectifs de travail.

Malgré leur utilisation relative, les horaires étendus dans un premier temps et des horaires postés dans un second temps, ont apporté un gain pour le chantier de démantèlement de l'INB 61 - LAMA, et ce à plusieurs niveaux :

- En termes de sécurité, par la limitation du nombre d'intervenants en zone et une gestion plus aisée de la co-activité,
- En termes de flexibilité des chantiers, par la possibilité de moduler les opérations à réaliser sur une plage horaire plus importante,
- En termes de planning, par la diminution du retard accumulé jusqu'alors. En effet, l'utilisation des HE (Horaires Etendus) et HP (Horaire Posté) a permis de réaliser de nombreuses opérations telles que le conditionnement et la manutention de déchets, des traitements de surface, le nettoyage de zones, la préparation de zones de chantier pour le jour même ou le lendemain.

#### 4.4.3 Prise en compte des prescriptions issues de la méthodologie d'assainissement final

L'assainissement des zones contaminantes s'est appuyé sur des notes d'expertises réalisées pour les locaux, précisant les traitements minimum à réaliser en application de la méthodologie d'assainissement final.

En raison d'évolution de la connaissance des structures durant l'assainissement lui-même (découverte de singularités, d'éléments noyés), ces notes ont évolué, entraînant une modification des travaux à réaliser. Dans ce cas, une fiche de constat est renseignée et transférée à la mission déclassement pour analyse, avis et prescription.

Ces notes préconisaient les travaux minimum à réaliser. Dans certains cas, pour des raisons technico-économiques ou de sécurité, l'assainissement réalisé a été plus poussé, allant par exemple jusqu'à la suppression totale d'un élément (démolition d'une cloison par exemple) plutôt que son assainissement par traitement de surface.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			41 / 58

#### 4.4.4 Gestion du planning

Le programme des travaux démantèlement du LAMA a été lié :

- aux opérations de soutien à la STED pour les évacuations des conteneurs HA, qui ont consisté à décontaminer et à équiper d'un « sur-couvercle » les conteneurs HA avant leur évacuation vers l'INB 72 de Saclay. La réalisation de ces opérations a été décidée au début de l'année 2009.
- à la modification du phasage d'évacuation des conteneurs HA vers l'exutoire INB 37. Le fait de commencer par les moins irradiantes a imposé au projet de conserver une cellule THA du LAMA en lieu et place de celle de l'ICPE B033 du CEA-Cadarache, prévue initialement en cas de défaillance durant les opérations de chargement de ceux-ci dans le DGD. Cette mise à disposition était prévue jusqu'à mi 2010 au plus tard.
- A des opérations complémentaires (travaux + contrôles radiologiques, aléas divers).

#### 4.4.5 Prise en compte du facteur humain

En 2007, la prise en compte du facteur humain dans le cadre de la gestion de la co-activité a été formalisée par la procédure « Maîtrise de la co-activité dans les INB du CEA/Grenoble » [15].

Les principaux domaines ayant fait l'objet de procédures ou de circulaires formalisées destinées à mettre la performance humaine au centre du management de la sûreté sont les suivants :

- L'organisation de la formation,
- La gestion des compétences habilitations/autorizations,
- L'accueil des nouveaux arrivants,
- Le traitement des écarts et les actions correctives et préventives associées,
- La maîtrise des opérations d'assainissement et de maintenance dans les installations,
- L'organisation du retour d'expérience sûreté dans les installations nucléaires,
- La maîtrise de la gestion de la co-activité.

Le manuel de sûreté nucléaire, circulaire n°15 « organisation du CEA en matière de facteurs humains et organisationnels » a été émis en novembre 2008.

Les Relais Facteur Humain et Organisationnel au DSN (Département de Services Nucléaires) ont eu pour mission :

- De participer à l'intégration des facteurs humains et organisationnels dans les CRES (Compte Rendu d'Evènement Significatif),
- D'accompagner les études « facteurs humains et organisationnels » réalisées par un spécialiste,
- De s'assurer que les résultats des études « facteurs humains et organisationnels » sont intégrés dans les documents de sûreté,
- Apporter un éclairage « facteurs humains et organisationnels » dans le domaine de sécurité conventionnelle et en matière d'analyse de poste de travail et d'analyse des accidents de travail.

Un séminaire « sûreté - sécurité - facteurs humains et organisationnels » du DSN est organisé chaque année. Les objectifs de ces séminaires ont été de :

- Faire un bilan de l'année écoulée,
- Présenter les objectifs pour l'année suivante en termes de sécurité, de radioprotection, de sûreté nucléaire et facteurs humains et organisationnels.

La dynamique interne du réseau d'échange entre les différents acteurs du réseau Facteurs Humains et Organisationnels initié en 2009, en application de la circulaire DPSN n°15, s'est poursuivie chaque année par des réunions du « Club Facteurs Humains et Organisationnels ».

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			42 / 58

## 5. ATTEINTE DE L'ETAT FINAL RECHERCHE

### 5.1 ETAT PHYSIQUE

Les travaux d'assainissement final réalisés ont été appliqués tels que détaillés dans le dossier de démantèlement de l'INB 61 - LAMA.[15]

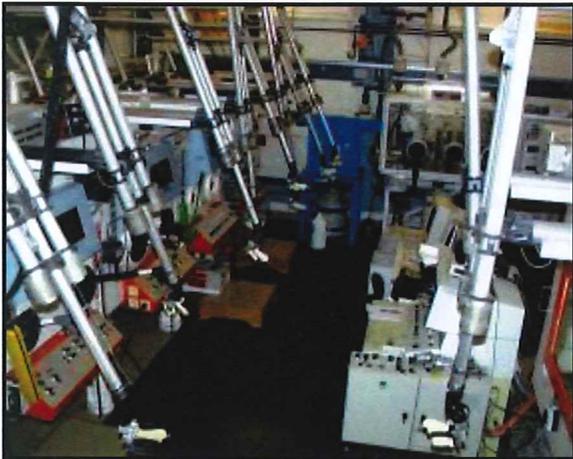
Ces travaux ont permis de retirer soit l'ensemble des structures contaminées et/ou activées, soit de retirer la radioactivité résiduelle présente dans les structures de génie civil.

A titre d'exemple, les états physiques initiaux et finaux de quelques locaux les plus représentatifs concernés par les travaux sont présentés au travers des photos suivantes.

#### 5.1.1 Zone à déchets nucléaires

##### 5.1.1.1 Périmètre 1

##### Laboratoire Chaud 1 (local 240)

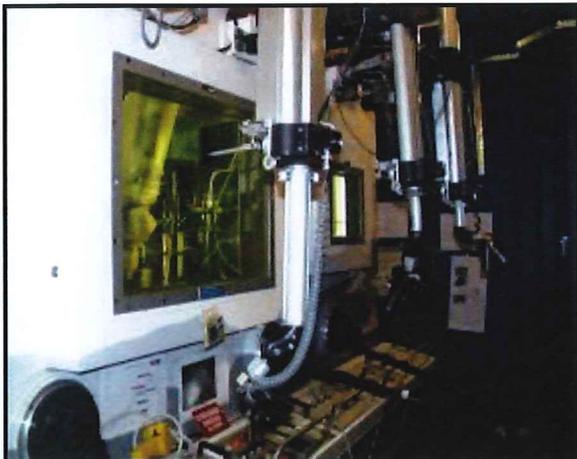


Etat initial

Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			43 / 58

Laboratoire Chaud 2 (local 239)



Etat initial

Etat final

Laboratoire chaud 3 (local 245)



Etat initial

Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C 44 / 58
----------	--	----------------------	--------------

**Laboratoire chaud 4 (local 246)**



Etat initial



Etat final

**Laboratoire chaud 5 (local 106)**



Etat initial



Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C 45 / 58
----------	--	----------------------	--------------

Laboratoire chaud 7 (local 107)



Etat initial



Etat final

Cuve à effluents suspects (local 101)



Etat initial



Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			46 / 58

5.1.1.2 Périmètre 2

Zone arrière avec les enceintes béton THA 1 à 6



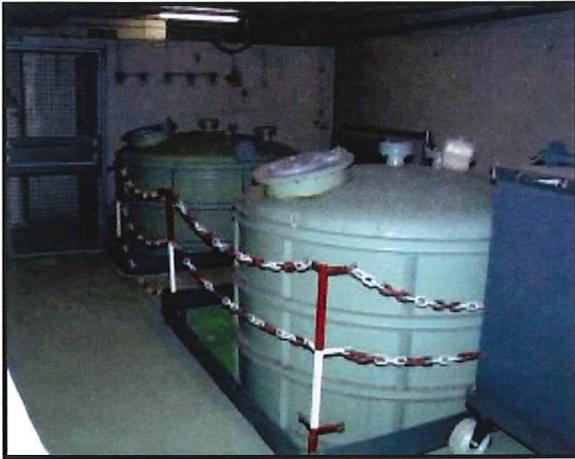
Etat initial



Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			47 / 58

**Local « Entreposage des colis TFA » (local 103)**



Etat initial



Etat final

**5.1.2 Zones à déchets conventionnels présentant des points à risques identifiés lors du zonage de référence (tuyauterie d'effluent, circuit ventilation,...)**

Les zones à déchets conventionnels présentant des points à risques identifiés lors du zonage de référence ont fait l'objet d'un assainissement par retrait de ces points à risques. Les contrôles radiologiques ont ensuite permis de confirmer la propreté radiologique de ces locaux.

A titre d'exemple, les états physiques initiaux et finaux de quelques locaux concernés par les travaux sont présentés au travers des photos suivantes.

**Zone avant (local 216)**



Etat initial



Etat final

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			48 / 58

### Local extraction (local 314-315)



Etat initial



Etat final

#### 5.1.3 Zones à déchets conventionnels

Les autres locaux sont des bureaux ou des locaux techniques situés en zone à déchets conventionnels. Il n'y a donc pas eu de travaux d'assainissement final dans ces zones.

## 5.2 ETAT RADIOLOGIQUE FINAL

Les objectifs de propreté recherchés pour les surfaces soumises à de la contamination ou de l'activation sont de :

- 1,5 Bq.g<sup>-1</sup> (ou 1 Bq.cm<sup>-2</sup>, le tableau de la circulaire CEA <sup>[13]</sup> faisant l'équivalence) pour l'ensemble des radioéléments (hors tritium pour l'activation et hors <sup>14</sup>C<sup>D</sup>).
- 0,131 Bq.g<sup>-1</sup> pour le <sup>3</sup>H uniquement présent dans les zones activées.

Les critères de décision retenus pour les mesures sont de :

- 0,4 Bq.cm<sup>-2</sup> pour les contrôles surfaciques βγ,
- 0,4 Bq.g<sup>-1</sup> pour les contrôles massiques (spectrométrie γ),
- 0,131 Bq.g<sup>-1</sup> pour le <sup>3</sup>H (analyse spécifique sur échantillons).

Ces critères permettent de garantir l'atteinte des objectifs de propreté.

Les contrôles radiologiques réalisés après les travaux de démantèlement dans le bâtiment et sur les aires extérieures permettent d'avoir une vision complète de l'état radiologique final de l'installation.

Des études d'impact ont été réalisées à partir de cet état radiologique final, en prenant en compte les points particuliers, sur la base les scénarios retenus suivants :

- Réutilisation des locaux et aires extérieures de l'installation pour des activités industrielles ou de recherches :
  - Occupation des bâtiments assainis,
- Travaux de déconstruction des bâtiments ayant composé l'INB 61 - LAMA :
  - Déconstruction des bâtiments assainis,
  - Concassage de béton banalisé,
  - Transport de béton banalisé,
- Réutilisation de l'emprise de l'INB après déconstruction des bâtiments :
  - Chantier de construction d'un bâtiment sur les terres réhabilitées,
  - Chantier de construction d'un parking sur les terres réhabilitées,
  - Occupation d'un bâtiment neuf sur les terres réhabilitées,
  - Occupation d'un parking neuf sur les terres réhabilitées,
  - Incursion sur friches,
  - Occupation d'une école primaire sur les terres réhabilitées,
  - Résidence et jeux d'enfants sans consommation de légumes issus du potager,

<sup>D</sup> Le <sup>14</sup>C, uniquement susceptible d'être dans le local Résine, a un impact radiologique négligeable comparativement aux autres radioéléments présents.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			49 / 58

- Résidence et jeux d'enfants avec consommation de légumes issus du potager,
- Maraîchage.

### 5.3 SPECTRE RADIOLOGIQUE

La note en référence [16] établit le spectre radiologique de référence de l'INB 61 - LAMA pénalisant du point de vue de l'impact dosimétrique pour la réutilisation future. Elle s'appuie sur le spectre de référence issu du référentiel de démantèlement ainsi que sur les prélèvements des bétons contaminés.

Le spectre radiologique de contamination est issu du DIRAS [16] :

	Radioéléments	%
Emetteurs bêta-gamma	<sup>3</sup> H	8,7 %
	<sup>14</sup> C	2,0 %
	<sup>60</sup> Co	0,4 %
	<sup>63</sup> Ni	1,8 %
	<sup>90</sup> Sr	1,3 %
	<sup>134</sup> Cs	0,1 %
	<sup>137</sup> Cs	55,1 %
	<sup>154</sup> Eu	0,9 %
Emetteurs alpha	<sup>241</sup> Pu	29,2 %
	<sup>238</sup> Pu	0,1 %
	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	0,1 %
	<sup>241</sup> Am	0,3 %

### 5.4 SCENARIOS ET RESULTATS DES ETUDES D'IMPACT RESIDUEL

Le détail des calculs conduisant aux résultats des calculs d'impact figure dans le « Dossier de demande de déclassement du zonage déchets de l'INB 61 – LAMA » [6].

#### 5.4.1 Réutilisation des locaux et aires extérieures de l'installation pour des activités industrielles ou de recherches

Les contrôles radiologiques finaux de l'ensemble des locaux de l'INB 61 - LAMA ont montré la conformité aux critères de décision. Ces résultats permettent de garantir un impact résiduel inférieur à celui calculé dans le DIRAS [16] à partir de l'objectif de propreté, soit 58 µSv/an pour un scénario de réutilisation du bâtiment à usage industriel. Ce scénario correspond à l'usage futur du bâtiment envisagé après déclassement de l'INB.

L'impact pour le scénario de réutilisation du bâtiment à usage industriel est calculé ci-après avec les valeurs effectivement mesurées. Les hypothèses retenues pour le scénario de réutilisation des locaux sont basées sur le guide IRSN [8] et sur le spectre de contamination (cf. § 5.3).

Il est considéré le cas d'un travailleur passant 2000 heures par an dans un bâtiment déclassé, aménagé en atelier ou bureau par exemple. Cet individu est alors soumis essentiellement à une exposition externe. Des travaux d'aménagement sont envisagés dans les locaux pour lesquels le travailleur peut être exposé également par inhalation de poussières mises en suspension, lors de la réfection d'un mur notamment.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol,
- L'exposition interne provenant de l'usure du sol et des travaux d'aménagement,
- L'exposition externe provenant des murs et du plafond.

Afin d'avoir une estimation de l'impact résiduel des locaux assainis plus proche de la réalité, les calculs ont été repris pour chaque local avec les valeurs issues des contrôles finaux. La valeur retenue pour un local est la valeur significative maximale ou la limite de détection la plus pénalisante en cas d'absence de valeur significative.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			50 / 58

Les valeurs de contamination résiduelle prises en compte pour les calculs d'impact, sont soulignées dans le tableau suivant :

Zone – Périmètre 1	Résultat surfacique net maximum mesuré pour les émetteurs $\beta\gamma$ au contaminamètre (Bq.cm <sup>-2</sup> )	Résultat massique maximum mesuré pour les émetteurs $\gamma$ par spectrométrie $\gamma$ in situ
Laboratoire photo (local 280)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	< LD LD maximale en <sup>137</sup> Cs de 0,02 Bq.g <sup>-1</sup>
Laboratoire chaud 1 (local 240)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	0,13±0.03 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Laboratoire chaud 2 (local 239)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	0,30 ±0.04 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Laboratoire chaud 3 (local 245)	$\beta\gamma = 0,38$	0,08 ±0.01 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Laboratoire chaud 4 (local 246)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	0,07±0.01 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Laboratoire chaud 5 (local 106)	$\beta\gamma < 0,35$ (LD)	-
Laboratoire chaud 7 (local 107)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	< LD LD maximale en <sup>137</sup> Cs de 0,01 Bq.g <sup>-1</sup>
Cuves à effluents suspects (local 101)	$\beta\gamma < 0,37$ (LD)	0,13 ±0.01 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Couloirs chauds 1 et 2 (local 202)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	-
Escalier d'accès au sous-sol (local 106a-281)	$\beta\gamma = 0,34$	< LD LD maximale en <sup>137</sup> Cs de 0,01 Bq.g <sup>-1</sup>
Sol de la galerie technique Est	-	< LD LD maximale en <sup>137</sup> Cs de 0,07 Bq.g <sup>-1</sup>
Vestiaire (local 265)	$\beta\gamma < 0,31$ (LD)	-
Vestiaire tenues rouges (local 267)	$\beta\gamma < 0,36$ (LD)	-
Local conditionnement de colis TFA (local 104)	$\beta\gamma < 0,38$ (LD)	0,10 ±0,01 Bq.g <sup>-1</sup> en <sup>137</sup> Cs
Zone – Périmètre 2	Résultat surfacique net maximum mesuré pour les émetteurs $\beta\gamma$ au contaminamètre (Bq.cm <sup>-2</sup> )	Résultat massique maximum mesuré pour les émetteurs $\gamma$ par spectrométrie $\gamma$ in situ
L'enceinte béton THA1	$\beta\gamma = 0,39$	-
L'enceinte béton THA2	$\beta\gamma = 0,38$	-
L'enceinte béton THA3	$\beta\gamma = 0,36$	-
L'enceinte béton THA4	$\beta\gamma = 0,23$	-
L'enceinte béton THA5/6	$\beta\gamma < 0,27$ (LD)	-
La zone arrière et l'enceinte blindée THA11 (local 256)	$\beta\gamma = 0,23$ (LD)	0,27+/-0,02 Bq.g <sup>-1</sup>
La zone d'entreposage colis TFA (local 103)	$\beta\gamma = 0,36$	0,35 ± 0,07 Bq.g <sup>-1</sup>
Le monte charge et la zone devant le monte charge (partie du local 315)	$\beta\gamma < 0,35$ (LD)	0,02 ± 0,01 Bq.g <sup>-1</sup>
Le sas camion (local 203)	$\beta\gamma < 0,31$ (LD)	0,16 ± 0,01 Bq.g <sup>-1</sup>
Le couloir chaud 3 – Travée centrale (local 237)	$\beta\gamma < 0,33$ (LD)	-
Le local banalisé (local 231)	$\beta\gamma < 0,33$ (LD)	0,11 ± 0,008 Bq.g <sup>-1</sup>
Le laboratoire chaud 6 (local 232)	$\beta\gamma < 0,32$ (LD)	0,29 ± 0,03 Bq.g <sup>-1</sup>
Le local DMG (local 235)	$\beta\gamma < 0,33$ (LD)	0,22 ± 0,02 Bq.g <sup>-1</sup>
Le local SODA (local 250)	$\beta\gamma = 0,37$	0,07 ± 0,02 Bq.g <sup>-1</sup>
Le couloir chaud 4 (local 249)	$\beta\gamma = 0,37$	-
La Zone arrière (local 227-227a)	$\beta\gamma = 0,39$	0,32 +/- 0,03 Bq.g <sup>-1</sup>
Le vestiaire SRSE (local 210)	$\beta\gamma < 0,24$ (LD)	-

LD : Limite de Détection

Tableau 4 : Valeurs d'activité maximale mesurées lors des contrôles finaux

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			51 / 58

Nota : Des analyses ont été réalisées sur les prélèvements effectués dans les laboratoires chauds 2 et 4, le local DMG, le local banalisé ainsi que dans le local 104. Elles ont permis de vérifier l'absence de tritium résiduel (activité massique inférieure à 0,131 Bq/g).

Les résultats des calculs d'impact par local sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Local – Périmètre 1	Impact radiologique max suite à l'atteinte de l'état final
Laboratoire photo (local 280)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 1 (local 240)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 2 (local 239)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 3 (local 245)	8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 4 (local 246)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 5 (local 106)	< 8,1 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Laboratoire chaud 7 (local 107)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Cuves à effluents suspects (local 101)	< 8,6 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Couloirs chauds 1 et 2 (local 202)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Escalier d'accès au sous-sol (local 106a-281)	7,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Sol de la galerie technique Est	< 1 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Vestiaire (local 265)	< 7,2 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Vestiaire tenues rouges (local 267)	< 8,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Local conditionnement de colis TFA (local 104)	< 8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$

Tableau 5 : Résultats des calculs d'impact résiduel par local – Périmètre 1

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			52 / 58

Local – Périmètre 2	Impact radiologique max suite à l'atteinte de l'état final
L'enceinte béton THA1	9,1 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
L'enceinte béton THA2	8,8 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
L'enceinte béton THA3	8,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
L'enceinte béton THA4	5,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
L'enceinte béton THA5/6	< 6,3 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
La zone arrière et l'enceinte blindée THA11 (local 256)	5,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
La zone d'entreposage colis TFA (local 103)	8,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le monte-charge et la zone devant le monte-charge (partie du local 315)	< 8,1 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le sas camion (local 203)	< 7,2 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le couloir chaud 3 – Travée centrale (local 237)	< 7,7 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le local banalisé (local 231)	< 7,7 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le laboratoire chaud 6 (local 232)	< 7,4 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le local DMG (local 235)	< 7,7 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le local SODA (local 250)	8,6 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Le couloir chaud 4 (local 249)	8,6 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
La Zone arrière (local 227-227a)	9,1 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
Local « vestiaire SPRSE » (local 210)	5,6 $\mu\text{Sv.an}^{-1}$
<b>Maxima</b>	<b>&lt; 10 <math>\mu\text{Sv.an}^{-1}</math></b>

Tableau 6 : Résultats des calculs d'impact résiduel par local – Périmètre 2

Globalement, l'impact résiduel des locaux de l'INB 61 - LAMA est inférieur à 10  $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ . Cette valeur, majorante car calculée à partir des valeurs maximales des contrôles finaux, est très faible comparée aux valeurs de référence suivantes :

Ces impacts peuvent être comparés aux valeurs de référence suivantes :

- Limite réglementaire pour le public : 1000  $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ ,
- Niveau moyen dû à la radioactivité naturelle : 2400  $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ ,
- Niveau moyen dû aux expositions médicales : 1000  $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ ,
- Niveau moyen dû aux expositions domestiques (écran, télévisions) : 10  $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ .

#### 5.4.2 Travaux de déconstruction des bâtiments de l'INB 61 - LAMA

Une fois l'INB déclassée, il pourrait être envisagé de déconstruire les ouvrages de génie civil afin de pouvoir réutiliser l'emprise de l'installation pour de nouvelles activités.

Cette déconstruction pourra induire pour le personnel du chantier des expositions externe et interne.

Le cas de la déconstruction de la majorité des structures, pour lesquelles la contamination résiduelle est prise égale à 0,4  $\text{Bq.g}^{-1}$  (de façon majorante), est pris en compte avec le spectre radiologique de contamination du LAMA.

L'impact radiologique final de ces scénarii est calculé sur la base de la note en référence [10].

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			53 / 58

#### 5.4.2.1 Déconstruction des ouvrages de génie civil

Un chantier est établi sur le site à des fins de déconstruction des ouvrages situés dans le périmètre de l'INB déclassée. Le groupe de référence est constitué d'ouvriers travaillant sur le chantier dont la durée est supposée être de 3 mois, avec une durée d'exposition de 120 heures par mois répartie comme suit :

- 96 heures à l'intérieur de la cabine de l'engin de chantier, soit 80 % du temps.
- 24 heures sur les déblais, soit 20 % du temps.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant de la contamination résiduelle des dalles, murs et plafonds. Elle tient compte des travaux réalisés sur les déblais et à l'intérieur de l'engin.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières mises en suspension lors du travail sur les déblais.

Les durées d'exposition sont évaluées sur la base de la déconstruction de 16 000 tonnes de béton.

#### 5.4.2.2 Manutention et transport de béton banalisé

La manutention consiste en un déplacement d'un bloc de béton de 1,2 tonnes issu de la déconstruction des ouvrages de l'INB jusqu'à un camion pour préparer son évacuation. Le groupe de référence est constitué d'un manutentionnaire situé à moins d'un mètre du bloc déplacé pendant une durée de 5 minutes.

Le transport des blocs béton est évalué depuis le site d'origine jusqu'au site d'évacuation. Le groupe de référence est constitué d'un chauffeur situé dans la cabine du camion et à plus d'un mètre des blocs transportés. La durée de chaque transport est supposée être de 30 minutes pour une distance parcourue de 30 km, soit une durée d'exposition de 0,5 h.

Les durées d'exposition pour la manutention et le transport sont évaluées sur la base de l'évacuation de 16 000 tonnes de béton de densité 2 300 kg.m<sup>-3</sup>, soit moins de 1 100 h pour la manutention et 450 h pour le transport.

La voie d'exposition retenue est donc l'exposition externe liée aux émetteurs  $\gamma$  provenant des blocs béton.

#### 5.4.2.3 Concassage de béton banalisé

Le béton issu de la déconstruction est traité dans une usine de concassage. Le débit du concasseur est pris égal à 100 tonnes par heure, la durée des opérations est donc supposée être de 160 heures pour le traitement des 16 000 tonnes de béton. Le groupe de référence est constitué d'un opérateur situé dans la cabine du concasseur pendant 128 heures et à l'extérieur à proximité du chantier pendant 32 heures.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant de la contamination résiduelle. Elle tient compte des travaux réalisés à l'extérieur, à proximité du chantier et à l'intérieur du concasseur.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières mises en suspension lors du travail à l'extérieur.

#### 5.4.2.4 Récapitulatif

Les résultats des calculs d'impact résiduel par scénario sont présentés dans le tableau suivant :

Scénarios	Impact ( $\mu\text{Sv/an}$ )
Déconstruction des ouvrages de génie civil	2,3
Manutention et transport de béton banalisé	0,1
Concassage de béton banalisé	0,09

Tableau 7 : Impact résiduel calculé le scénario de déconstruction du bâtiment

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			54 / 58

#### 5.4.3 Réutilisation de l'emprise de l'INB après déconstruction des bâtiments de l'INB 61 - LAMA

Une fois les ouvrages de l'INB 61 – LAMA déconstruits, il est envisageable de réutiliser l'emprise de l'INB pour des activités restant à préciser, du type stationnement (parking), activité industrielle ou tertiaire (dans un bâtiment neuf) ou agricole, activités extraprofessionnelles (école primaire). L'emprise de l'INB peut aussi être laissée en l'état, avec un accès libre.

Les scénarii représentatifs retenus pour évaluer l'impact de cette réutilisation de l'emprise de l'INB sont les suivants :

- Chantier de construction d'un bâtiment sur les terres réhabilitées,
- Chantier de construction d'un parking sur les terres réhabilitées,
- Occupation d'un bâtiment neuf sur les terres réhabilitées,
- Occupation d'un parking neuf sur les terres réhabilitées,
- Incursion sur friches,
- Occupation d'une école primaire,
- Résidence et jeux d'enfants sans consommation de légumes issus du potager,
- Résidence et jeux d'enfants avec consommation de légumes issus du potager,
- Maraîchage.

L'impact radiologique final de ces scénarii est calculé sur la base de la note en référence [11] avec le spectre type moyen après excavation décliné ci-dessous.

##### 5.4.3.1 Chantier de construction d'un bâtiment sur les terres réhabilitées

Un chantier est établi sur le site à des fins de réaménagement visant à la construction d'un bâtiment. Le groupe de référence est constitué des ouvriers travaillant sur le chantier dont la durée du chantier est supposée être de 6 mois, soit une durée d'exposition de 800 heures.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol nu et après mise en place des fondations (atténuation par une dalle).
- L'exposition interne liée à l'inhalation et à l'ingestion de poussières mises en suspension.

##### 5.4.3.2 Chantier de construction d'un parking sur les terres réhabilitées

Un chantier est établi sur le site à des fins de réaménagement visant à la construction d'un parking. Le groupe de référence est constitué des ouvriers travaillant sur le chantier dont la durée du chantier est supposée être de 1,5 mois, soit une durée d'exposition de 240 heures.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol nu ou après mise en place des fondations (atténuation par une dalle).
- L'exposition interne liée à l'inhalation et à l'ingestion de poussières mises en suspension.

##### 5.4.3.3 Occupation d'un bâtiment neuf sur les terres réhabilitées

Il est considéré une activité régulière menée par du personnel du secteur tertiaire dans des bureaux aménagés se situant sur le périmètre d'une ancienne INB. Sur une année, les individus du groupe de référence sont supposés séjourner 20 heures dans les espaces verts et 2000 heures à l'intérieur des bureaux.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières provenant de l'extérieur (espaces verts).

##### 5.4.3.4 Occupation d'un parking neuf sur les terres réhabilitées

Le site est reconverti en un parking non couvert et non gardé. Les individus représentatifs du groupe de référence sont des automobilistes qui garent leur véhicule. Sur une année, ceux-ci sont supposés être exposés durant 200 heures par exposition externe au sol atténuée du fait du revêtement de la chaussée du parking (constituée d'une couche de 10 cm de gravillons et d'une couche de 5 cm assimilée à du béton), et par inhalation de poussières contaminées provenant d'espaces verts à vocation décorative.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne provenant de l'inhalation de poussières des espaces verts.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			55 / 58

#### 5.4.3.5 Incursions sur friches

Le site est laissé sous surveillance empêchant les aménagements comme la construction d'habitations, mais des enfants peuvent, par exemple, y faire des incursions à des fins ludiques. Le groupe de référence est alors composé d'enfants de 10 ans qui sont supposés exposés durant 300 heures sur une année.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de terre.

#### 5.4.3.6 Occupation d'une école primaire

Une école primaire accueillant des enfants de 5 à 10 ans, est aménagée sur le site. Elle se compose de différents bâtiments (salles de classe, réfectoire,...) et d'une cour de récréation avec un sol en terre battue. Les enfants constituent le groupe le plus sensible. Sur une année, ils sont supposés séjourner 350 heures dans la cour de récréation et 1230 heures à l'intérieur des bâtiments.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières provenant du sol et à l'ingestion de terres provenant également du sol.

#### 5.4.3.7 Résidence et jeux d'enfant (sans consommation des légumes issus du potager)

Une famille demeure une grande partie de son temps dans une maison individuelle avec jardin d'agrément situé sur le site contaminé. Les individus du groupe de référence, du point de vue de l'exposition radiologique, sont un parent au foyer et surtout son enfant de 5 ans. Sur une année, l'enfant est supposé séjourner 800 heures dans le jardin et 6300 heures à l'intérieur de la maison.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de terre.

#### 5.4.3.8 Résidence et jeux d'enfants (avec consommation des légumes issus du potager)

Une famille demeure une grande partie de son temps dans une maison individuelle avec jardin d'agrément et jardin potager situés sur le site contaminé. Les individus du groupe de référence, du point de vue de l'exposition radiologique, sont un parent au foyer et surtout son enfant de 5 ans. Sur une année, l'enfant est supposé séjourner 800 heures dans le jardin et 6300 heures à l'intérieur de la maison. On suppose par ailleurs que la moitié des légumes qu'il consomme provient du jardin potager.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de terre et de légumes.

#### 5.4.3.9 Maraîchage

On considère qu'une partie ou la totalité du site est mise en culture par un maraîcher pour la production de légumes (salades, choux, carottes et tomates principalement). Sur une année, le maraîcher est exposé, pendant 2000 heures, par inhalation de poussières contaminées mises en suspension lors des travaux agricoles et par irradiation externe due au sol cultivé. Il est également exposé par ingestion de légumes contaminés produits sur le site. On suppose ainsi que la totalité des légumes qu'il consomme provient de son exploitation. On considère par ailleurs qu'il n'habite pas sur le site.

Les voies d'exposition retenues sont donc :

- L'exposition externe provenant du sol.
- L'exposition interne liée à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de terre et de légumes.

#### 5.4.3.10 Récapitulatif

Les résultats des calculs d'impact résiduel par scénario sont présentés dans le tableau suivant :

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			56 / 58

Scénarios	Impact ( $\mu\text{Sv/an}$ )
Construction d'un bâtiment	8,7
Construction d'un parking	3,5
Occupation d'un bâtiment neuf	3,0
Accès à un parking	0,8
Incursion sur friches	7,6
Occupation d'une école primaire	10,3
Résidence et jeux d'enfants sans consommations d'aliments issus du potager	31,7
Résidence et jeux d'enfants avec consommations d'aliments issus du potager	37,3
Maraîchage	62,7

Tableau 8 : Impact résiduel calculé les scénarios de réutilisation de l'emprise de l'INB après déconstruction

#### 5.4.4 Utilisation d'un sol remblayé par des bétons concassés issus de la déconstruction des bâtiments

Les scénarios d'utilisation d'un sol remblayé par des bétons concassés issus de la déconstruction des bâtiments sont équivalents à ceux de réutilisation de l'emprise de l'INB car le niveau d'activité résiduelle des bétons et du sol banalisés dans l'emprise de l'INB 61 - LAMA ainsi que les scénarios de réutilisation sont identiques. En conséquence, les doses totales induites sont identiques à celles décrites au § 5.4.3.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			57 / 58

#### 5.4.5 Conclusion sur l'impact résiduel en fonction des usages futurs des bâtiments et des aires extérieures

La synthèse de l'impact résiduel en fonction des usages futurs des bâtiments et des aires extérieures est présentée dans le tableau suivant :

Scénario		Impact ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )
Réutilisation des locaux et aires extérieures	Atelier, bureau, maintenance	< 10
Travaux de déconstruction des bâtiments	Démolition	2,3
	Manutention et transport	0,1
	Concassage	0,09
Réutilisation de l'emprise de l'INB après déconstruction des bâtiments et aires extérieures	<b>Usage industriel</b>	
	Construction d'un bâtiment	8,7
	Construction d'un parking	3,5
	Occupation d'un bâtiment neuf	3,0
	Accès à un parking	0,8
	<b>Usage privé et sensible</b>	
	Incursion sur friches	7,6
	Occupation d'une école primaire	10,3
	Résidence et jeux d'enfants sans consommations d'aliments issus du potager	31,7
	Résidence et jeux d'enfants avec consommations d'aliments issus du potager	37,3
	Maraîchage	62,7

Tableau 9 : Synthèse des impacts résiduels calculés l'ensemble des usages futurs

L'impact radiologique résiduel est inférieur à 10  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour le scénario retenu de réutilisation des bâtiments pour un usage industriel, et il reste inférieur à 100  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les scénarios d'usage privé et sensible, valeur en deçà de laquelle nous ne proposons pas de servitudes.

SYNTHESE	Bilans et compte-rendu de démantèlement de l'INB 61 – Laboratoire d'analyse et de contrôle des matériaux nucléaires (LAMA) au titre du décret de démantèlement	LEIG/SY/8000/13/0202	C
			58 / 58

## 6. CONCLUSION

Les travaux d'assainissement et de démantèlement se sont déroulés conformément au dossier de démantèlement de l'INB 61 - LAMA, et les objectifs techniques et radiologiques ont été atteints.

L'impact radiologique résiduel est inférieur à 10  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour le scénario retenu de réutilisation des bâtiments pour un usage industriel et il reste inférieur à 100  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les scénarios d'usage privé et sensible.

De nombreux enseignements ont été tirés de ces travaux, constituant un retour d'expérience significatif pour les futures opérations de démantèlement des INB du CEA.