



SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			2 / 37

## SOMMAIRE

<b>1 GENERALITES</b> .....	<b>4</b>
1.1 OBJET .....	4
1.2 DOMAINE D'APPLICATION .....	4
1.3 DOCUMENTS DE REFERENCE .....	4
1.4 TERMINOLOGIE .....	5
<b>2. CONTEXTE</b> .....	<b>6</b>
2.1 LOCALISATION .....	6
2.2 SITUATION GEOLOGIQUE ET CLIMATIQUE .....	7
2.2.1 Hydrogéologie, minéralogie et géochimie .....	7
2.2.2 Situation minéralogique et géochimique .....	8
2.2.3 Influence de la situation climatique sur la vitesse d'écoulement de l'eau en zone non-saturée .....	8
2.3 DESCRIPTION DES ZONES CONCERNEES PAR LE DIAGNOSTIC .....	8
2.3.1 Les aires extérieures .....	9
2.3.2 Les réseaux enterrés .....	10
2.3.3 Les sols sous bâtiment .....	11
2.4 ZONAGE DECHETS AVANT DIAGNOSTIC DE SOL .....	11
<b>3. SCHEMA CONCEPTUEL POTENTIEL</b> .....	<b>12</b>
<b>4. ANALYSE HISTORIQUE</b> .....	<b>12</b>
4.1 ACTIVITES ANTERIEURES A LA MISE EN SERVICE DE L'INB 61 .....	12
4.2 ANALYSE DES ACTIVITES LIEES AU FONCTIONNEMENT DE L'INB 61 - LAMA .....	13
4.2.1 Aires extérieures .....	14
4.2.2 Les caniveaux et réseaux enterrés .....	15
4.2.3 Les sols sous les bâtiments .....	16
4.2.4 La toiture terrasse .....	18
4.2.5 Bilan de l'analyse des activités liées au fonctionnement de l'INB61 .....	18
4.3 ANALYSE DES ACTIVITES LIEES AUX INSTALLATIONS VOISINES .....	18
4.4 EVENEMENTS SIGNIFICATIFS .....	19
4.5 LES EVOLUTIONS DES AIRES EXTERIEURES ET BATIMENTS .....	19
4.5.1 Les voiries et zones bitumées .....	19
4.5.2 Les zones enherbées .....	20
4.5.3 Les réseaux enterrés .....	20
4.5.4 Les sols sous- bâtiment .....	20
4.6 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE HISTORIQUE .....	21
4.6.1 Bilan des zones présentant un risque de pollution radiologique .....	21
4.6.2 Bilan des zones présentant un risque de pollution chimique uniquement .....	22
<b>5. ETAT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE INITIAL</b> .....	<b>23</b>
5.1 NATURE DES POLLUANTS POTENTIELS D'APRES L'ANALYSE HISTORIQUE .....	23
5.1.1 Polluants radiologiques .....	23
5.1.2 Polluants chimiques non radioactifs .....	23
5.1.3 Cas des pollutions couplées radiologiques/chimiques .....	23
5.2 CRITERE DE PROPRETE .....	23
5.2.1 Critère de propreté radiologique .....	23
5.2.2 Principe de choix des critères de propreté radiologique .....	24
5.2.3 Choix des critères de décision .....	24
5.2.4 Critère de propreté chimique .....	24
5.3 ETAT RADIOLOGIQUE .....	24

<b>SYNTHESE</b>	<b>Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble</b>	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			3 / 37

5.3.1	Caractérisation des aires extérieures.....	24
5.3.2	Caractérisation des réseaux enterrés .....	27
5.3.3	Contrôles de la propreté radiologique des terrasses .....	29
5.3.4	Contrôles de la propreté radiologique des sols sous-bâtiment.....	29
5.4	ETAT CHIMIQUE .....	31
5.5	BILAN DE L'ETAT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE AVANT MESURE DE GESTION .....	31
6.	<b>CARACTERISATION DES POTENTIELS DE MIGRATION DANS LE SOL .....</b>	<b>31</b>
7.	<b>SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE AUTOUR DE L'INB 61 .....</b>	<b>32</b>
8.	<b>MESURES DE GESTION MISES EN OEUVRE .....</b>	<b>33</b>
8.1	ZONES AYANT FAIT L'OBJET DE MESURES DE GESTION SIMPLE.....	33
8.2	ZONES AYANT FAIT L'OBJET D'AUTRES MESURES DE GESTION .....	33
9.	<b>SCHEMA CONCEPTUEL REEL .....</b>	<b>33</b>
10.	<b>INVESTIGATIONS RESTANT A REALISER .....</b>	<b>33</b>
10.1	SUR LES AIRES EXTERIEURES .....	33
10.2	AU NIVEAU DES SOLS SOUS BATIMENT .....	34
11.	<b>MESURES DE GESTION A METTRE EN ŒUVRE .....</b>	<b>34</b>
11.1	SUR LES AIRES EXTERIEURES .....	34
11.2	AU NIVEAU DES SOLS SOUS BATIMENT .....	34
12.	<b>RESEAUX ENCORE EN PLACE SUR LES AIRES EXTERIEURES .....</b>	<b>34</b>
13.	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>34</b>
	<b>ANNEXE 1 : CARTES DE L'ETAT FINAL .....</b>	<b>35</b>

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			4 / 37

## 1 GENERALITES

### 1.1 OBJET

Dans le cadre du déclassement des INB (Installation Nucléaire de Base) du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) de Grenoble, le CEA réalise des diagnostics de l'état de contamination radiologique et chimique des sols dans le périmètre de ses installations. Cette note de synthèse concerne le LAMA (Laboratoire d'Analyse des Matériaux Actifs) constituant l'INB 61. Cette note répond à l'article 40 du décret du 02 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base.

Cette note rappelle la situation géographique et le contexte géologique, hydrogéologique et climatique dans lesquels se situe le CEA de Grenoble. Elle présente l'historique des activités potentiellement contaminantes et des événements de contamination, afin d'en déduire les zones potentiellement polluées. Elle expose les différentes investigations réalisées et les résultats de mesures associés, ainsi que les opérations de décontamination ou de confinement de contamination qui ont eu lieu. Elle conclut enfin sur la nécessité ou non d'entreprendre des investigations complémentaires et des actions de dépollution.

### 1.2 DOMAINE D'APPLICATION

Cette note s'applique aux aires extérieures et sols sous le bâtiment de l'INB 61 (LAMA). Ce périmètre inclut notamment les abords extérieurs du LAMA, comprenant les réseaux de fluides enterrés tels que les égouts. Le périmètre géographique de l'étude est présenté au § 2.3.

### 1.3 DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Guide n°14 de l'ASN – Méthodologies d'assainissement complet acceptables dans les INB en France
- [2] Note technique d'analyse historique des aires extérieures – Note d'expertise pour le déclassement de l'INB 61 – LAMA. Référence : ETIA – NT – 0048 – 046. ITENA. Colombes, France.
- [3] Analyse des risques de pollution chimique des sols de l'INB 61 LAMA du CEA Grenoble. Référence : LEIG/SY/8000/16/006. Commissariat à l'Energie Atomique. Grenoble, France.
- [4] Circulaire N°5A CEA. Principe et modalités du zonage déchets des installations du CEA-Gestion des déchets TFA et des déchets conventionnels. Référence : DSNQ/MS/CI/005A. Commissariat à l'Energie Atomique. Grenoble, France.
- [5] Décret ministériel n°2007-1582 du 7 novembre 2007 relatif à la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants et portant modification du code de la santé publique (dispositions réglementaires).
- [6] Décret ministériel n°2008 – 981 du 18 Septembre 2008 relatif à l'autorisation du Commissariat à l'Energie Atomique de procéder aux opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation nucléaire de base n°61 dénommée Laboratoire d'Analyse et de contrôle des Matériaux Actifs située sur la commune de Grenoble (Isère)
- [7] Validation du caractère ZSRA et ZNC du zonage déchets dans une installation du CEA/Grenoble. Référence : PR.R.09.08. Commissariat à l'Energie Atomique. Grenoble, France.
- [8] Dossier d'Information Relatif à l'Assainissement des Structures (DIRAS) de l'INB 61 – LAMA en vue du déclassement. Référence : LEIG/NT/8000/08/1373. Commissariat à l'Energie Atomique. Grenoble, France.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			5 / 37

#### 1.4 TERMINOLOGIE

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
CDE	Cessation Définitive d'Exploitation
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
EES	Egout Eaux Spéciales
EQRS	Etude Quantitative des Risques Sanitaires
DMG	Département de Métallurgie de Grenoble
DMT	Démantèlement
FA	Faible Activité
FTE	Fiche de Traitement d'Ecart
FLS	Formation Locale de Sécurité
HA	Haute Activité
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
ILL	Institut Laue-Langevin
INB	Installation Nucléaire de Base
LMA	Laboratoire des Matières Actives
LAMA	Laboratoire d'Analyse des Matériaux Actifs
REX	Retour d'EXpérience
SPRE	Service de Protection contre les Rayonnements et de l'Environnement
SRSE	Service de protection Radiologique, de Sureté et de l'Environnement
STED	Station de Traitement des Effluents et Déchets
TFA	Très Faible Activité
THA	Très Haute activité
VARMA	Valeur d'Activité Résiduelle Modélisable Acceptable
ZC	Zone Contaminante
ZNC	Zone Non Contaminante
ZSRA	Zone Sans Radioactivité Ajoutée

SYNTHÈSE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			6 / 37

## 2. CONTEXTE

### 2.1 LOCALISATION

Le LAMA est situé entre le Drac et l'Isère, au centre du site du CEA de Grenoble.

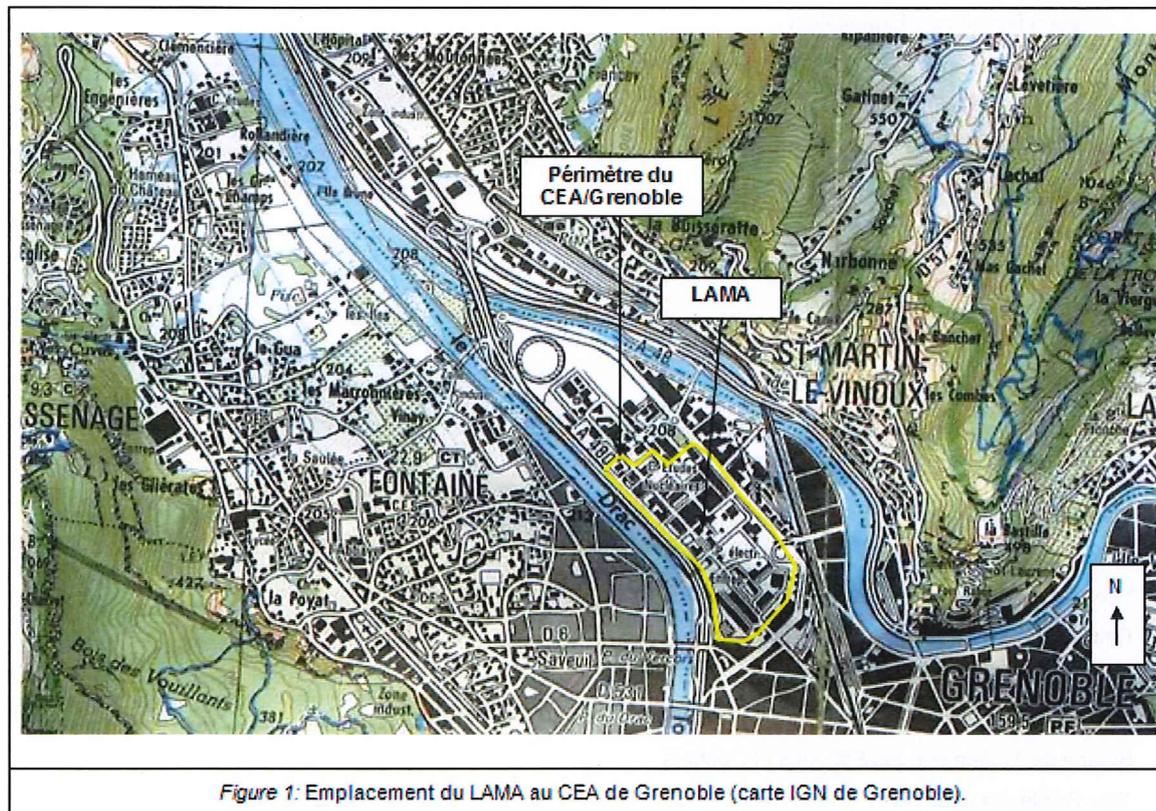


Figure 1: Emplacement du LAMA au CEA de Grenoble (carte IGN de Grenoble).

Le LAMA est séparé du Drac, cours d'eau le plus proche situé à 200 m de la limite sud-ouest du périmètre du centre, par une digue sur laquelle a été construite une autoroute. La superficie du bâtiment LAMA est d'environ 2200 m<sup>2</sup> et la superficie des aires extérieures est d'environ 2300 m<sup>2</sup> [2]. Le site du CEA/Grenoble se situe à la cote moyenne de 209 m NGF.

Les bâtiments proches du LAMA sont :

- le bâtiment de restauration H1 au nord-est,
- le bâtiment C2 au nord-ouest,
- le réacteur Mélusine (P1) au sud,
- le bâtiment K au sud-est,
- et l'ICPE B198 (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) du bâtiment R à l'est.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			7 / 37

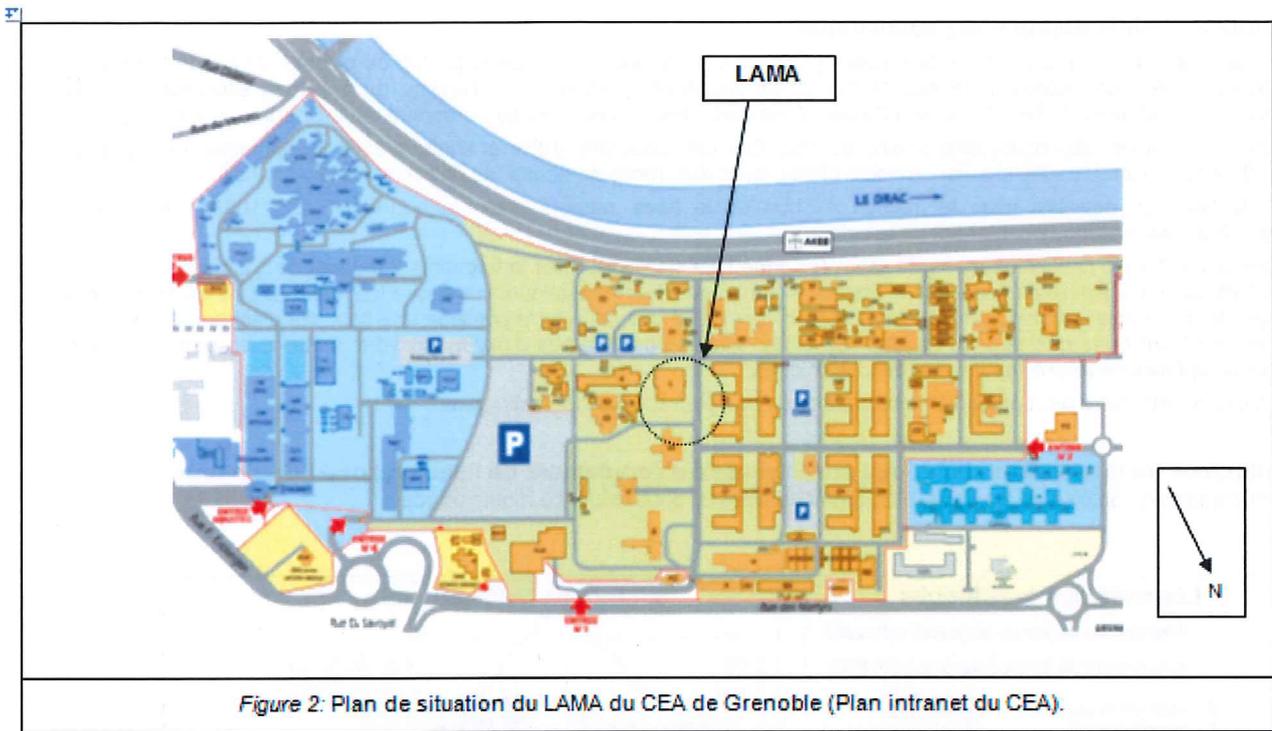


Figure 2: Plan de situation du LAMA du CEA de Grenoble (Plan intranet du CEA).

Le périmètre de l'INB 61 comprend des zones bitumées (voiries), des surfaces enherbées et le bâtiment du LAMA.

## 2.2 SITUATION GEOLOGIQUE ET CLIMATIQUE

### 2.2.1 Hydrogéologie, minéralogie et géochimie

Le CEA de Grenoble se situe sur le polygone scientifique « Louis Néel », au confluent de l'Isère (à l'est) et de son affluent le Drac (à l'ouest).

L'étude de la carte géologique de Grenoble (carte géologique n°772 du BRGM) indique que le site repose sur les alluvions fluviales récentes de la vallée de l'Isère. Aux alentours, il est possible d'observer des formations calcaires jurassiques, néocomiens et crétacés, tous assez fortement plissés, les axes des plis étant orientés nord nord-est – sud sud-ouest.

Sur le plan tectonique, le site est localisé à proximité de deux accidents majeurs, le chevauchement subalpin principal (d'orientation nord nord-est – sud sud-ouest) et l'accident de la cluse de l'Isère, qui suit la direction de la rivière (nord-ouest – sud-est)

A la verticale du site, la nappe phréatique est à environ 4 m de profondeur par rapport au niveau du sol des aires extérieures (209 m au France NGF). Le LAMA (INB 61) est plus proche du Drac (200 m) que de l'Isère (860 m). Le Drac est peu sujet aux variations de hauteur d'eau en fonction du débit (débit régulé par le barrage de St Egrève), la profondeur de la nappe peut ainsi être considérée actuellement comme constante. Cette profondeur a cependant été augmentée de 1 m à 2 m par intermittence jusqu'en 1998, durant la période où des pompages étaient effectués dans la nappe à la verticale de l'INB 20 (Siloé – Réacteur de recherche fondamentale) située à proximité.

Le substrat géologique est rencontré à 20 m de profondeur. Il est constitué de sables fins et d'argiles peu perméables. Au-dessus, la terre est constituée d'alluvions grossières (sables et graviers) sans stratification marquée, ce qui lui confère une grande porosité (20% à 25%), mais surtout la rend hautement perméable.

Associé à cette grande perméabilité, le gradient de pression est élevé du fait de la proximité du Drac et de l'Isère, ce qui conduit à une vitesse porale moyenne de la nappe particulièrement grande d'environ  $50 \text{ m.j}^{-1}$ . La direction d'écoulement de la nappe est presque parfaitement sud-nord (du Drac à l'Isère) dans la zone du LAMA. Le caractère très filtrant de la terre induit une teneur en eau volumique uniforme dans tout le premier mètre de la zone non-saturée.

Une simulation a permis de confirmer cette hypothèse et d'obtenir une teneur en eau volumique de 16% en supposant que la terre n'était constituée que de sable, mais en omettant la présence des nombreux cailloux qui constituent pourtant la majorité de la terre. La teneur en eau volumique est donc certainement plus proche de 5% à 10%. La perméabilité de la terre est telle qu'on peut considérer cette valeur constante dans le temps, quelles que soient les conditions climatiques.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			8 / 37

### 2.2.2 Situation minéralogique et géochimique

La terre est principalement constituée de calcaire (17%) et d'un composite de quartz (24%), de chlorite (21%), de feldspaths plagioclases (18%), de feldspath orthose (11%), et de micas (9%), démontrant l'origine multiple des alluvions (massifs cristallins de Belledonne, du Taillefer et de l'Oisans d'une part, massifs calcaires du Vercors et de la Chartreuse d'autre part).

La fraction < 2 µm est ultra-minoritaire (moins de 1%). Elle est constituée d'illite et d'interstratifié illite-smectite (60%), ainsi que de chlorite et d'interstratifié chlorite-smectite (40%), avec des traces de quartz, de calcite et de feldspaths.

Le pH de l'eau en équilibre avec la fraction < 2 mm de la terre, mesuré selon la norme NF-ISO 10694 est de 8,3, caractéristique des matériaux contenant de la calcite.

La capacité d'échange cationique mesurée selon la norme NFX 31-130-§1 sur la fraction < 2 mm est de 1,2 cmol.kg<sup>-1</sup>, ce qui est très bas. Si on considère en outre que la fraction < 2 mm est elle-même minoritaire et que les fractions plus grossières ont une capacité d'échange cationique nulle, alors on peut considérer que cette terre possède une capacité d'échange cationique basse et ne retient donc que peu les cations. En outre, elle ne possède pas d'oxy-hydroxydes métalliques solides, seules phases susceptibles de retenir les anions monoatomiques.

En conclusion, cette terre a un potentiel de rétention très bas pour tous les ions minéraux.

### 2.2.3 Influence de la situation climatique sur la vitesse d'écoulement de l'eau en zone non-saturée

L'agglomération grenobloise est soumise à un climat continental sous influence montagnarde.

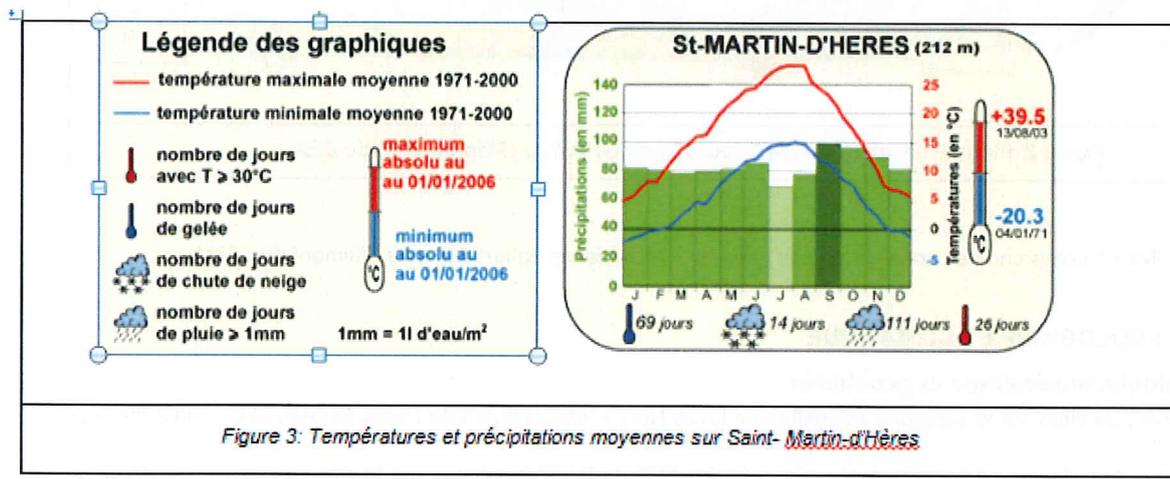


Figure 3: Températures et précipitations moyennes sur Saint-Martin-d'Hères

La pluviométrie annuelle moyenne de Grenoble est de 985 mm avec un maximum des précipitations en septembre comme l'indique la Figure 3. La température moyenne annuelle est de 11,6 °C, et l'amplitude thermique été-hiver est de 18 °C.

La période où l'évapotranspiration du sol est importante coïncide avec les périodes de fortes précipitations. Le bilan hydrique net de hauteur d'eau infiltrée dans le sol est de 250 mm, ce qui est nettement inférieur à la hauteur d'eau infiltrée liée à la pluviométrie.

Ainsi, en supposant une hypothèse exagérée d'évapotranspiration nulle, la prise en compte de la simple pluviométrie annuelle moyenne pour le calcul de la hauteur d'eau infiltrée dans le sol permet d'obtenir une valeur enveloppe. Etant donné que, dans le premier mètre de la zone non-saturée, la teneur en eau volumique est de 5% à 10% (voir § 2.2.1), la vitesse porale moyenne dans la zone non-saturée est au maximum de 5,36 mm.j-1.

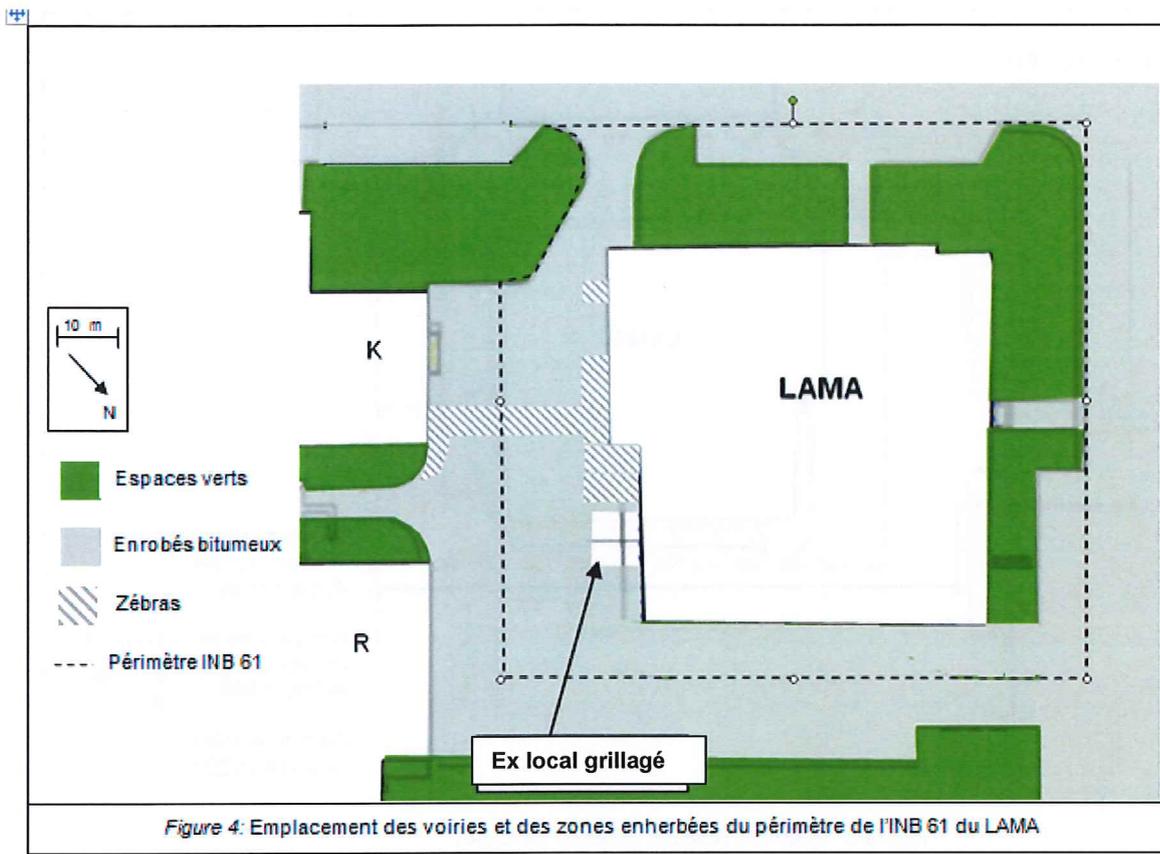
### 2.3 DESCRIPTION DES ZONES CONCERNEES PAR LE DIAGNOSTIC

Les zones de l'INB 61 concernées par le présent diagnostic regroupent :

- les aires autour des bâtiments, constituées de zones enherbées, de zones bitumées et de voiries qui permettent la circulation des véhicules et des personnes,
- les structures enterrées ou semi-enterrées, constituées de réseaux et de caniveaux,
- les sols sous bâtiment et les sols sous les ouvrages enterrés,
- la toiture terrasse de l'installation.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			9 / 37

### 2.3.1 Les aires extérieures



La Figure 4 présente l'état actuel des aires extérieures de l'INB 61.

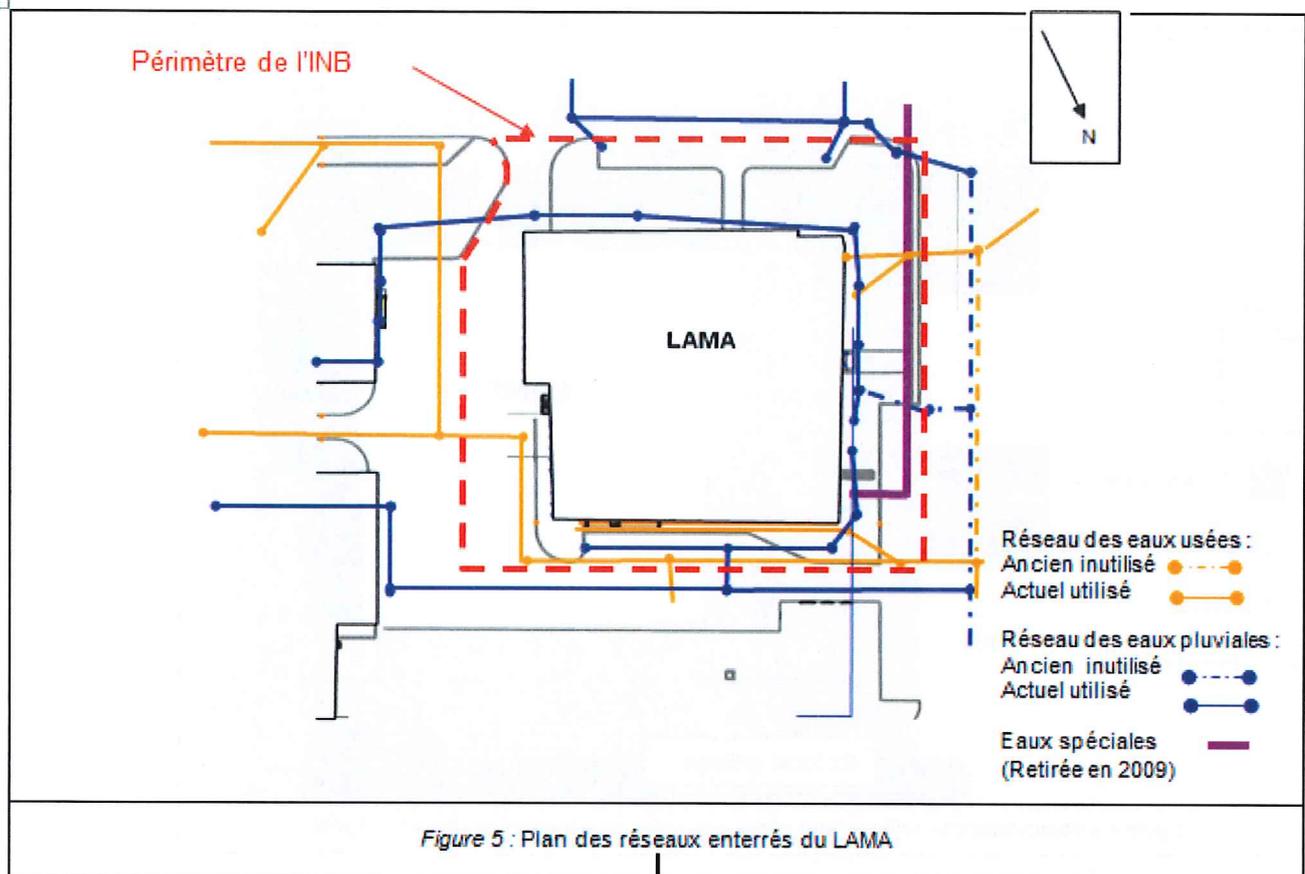
Actuellement les abords nord-ouest et sud-ouest sont partiellement recouverts d'espaces verts, et les abords sud-est et nord-est sont totalement recouverts d'enrobé bitumeux depuis 1966.

Des zébras balisant une zone de manœuvre de véhicules au sud-est sont présents sur les abords de l'installation, et un local grillagé d'entreposage de matériel et de déchets conditionnés a été démonté.

La toiture terrasse entourant l'émissaire de rejet, située sur le toit du bâtiment est comprise dans les aires extérieures.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			10 / 37

### 2.3.2 Les réseaux enterrés



Différents réseaux enterrés sont situés dans le périmètre du LAMA, dont :

Le réseau d'eaux pluviales actuel (en trait bleu continu sur la Figure 5) : il collecte les eaux de pluie qui ruissellent sur les toitures et les voiries. Une ancienne conduite d'eaux pluviales située au nord-ouest du bâtiment (en trait bleu discontinu) désormais inutilisée est encore en place. Des effluents potentiellement contaminés ont pu transiter par cette conduite avant la construction de l'EES en 1977. L'ancien réseau d'eaux pluviales n'est pas abordé dans cette note mais dans la note de l'Etat Radiologique du Site.

L'antenne du caniveau enterré de l'Egout des « Eaux Spéciales » (EES) de l'INB 61 (en trait continu violet: ce réseau était destiné au rejet dans l'Isère des effluents aqueux très faiblement actifs provenant des installations du CEA/Grenoble et de l'Institut Laue-Langevin (ILL). Ce réseau était constitué d'une canalisation en fonte contenue dans un caniveau enterré étanche. Le réseau d'Egout des « Eaux Spéciales » était connecté aux cuves situées dans le local 101 au sous-sol du LAMA par une antenne située dans le regard n° 62. Cette connexion n'est plus utilisée du fait de l'arrêt de l'exploitation du réseau EES. Ce réseau a été déposé en 2009.

Le réseau d'eaux usées actuel (en trait orange continu): il collecte les eaux des équipements sanitaires (douches, toilettes, lavabos) situés hors zone contrôlée. Une ancienne conduite d'eaux usées (en trait orange discontinu). Désormais inutilisée est encore en place. Des effluents potentiellement contaminés ont pu transiter par cette conduite avant la construction de l'EES en 1977. Cet ancien réseau d'eaux usées est hors du périmètre de l'INB. Il est abordé dans la note de l'Etat Radiologique du Site.

D'autres réseaux conventionnels enterrés transitent par le périmètre de l'INB 61, comme l'air comprimé, l'eau potable, l'eau industrielle et divers réseaux électriques. Ces réseaux sont toujours opérationnels. Ils ne sont pas représentés sur la Figure précédente car ils ne présentent aucun risque de pollution pour les sols.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			11 / 37

### 2.3.3 Les sols sous bâtiment

Un risque de pollution radiologique du sol sous l'emprise des bâtiments a été identifié uniquement pour les locaux qui surplombent directement le sol et dont l'analyse de l'historique révèle un risque de contamination pénétrante dans la structure. Ces locaux sont (Figure 6 et 7):

- Le sas camion : utilisé pour effectuer le chargement et déchargement de colis radioactifs
- La zone arrière THA 11 : utilisée comme zone de servitude de la cellule THA plomb N°11
- La zone arrière : utilisée comme zone de servitude des cellules THA
- Le local 203a : utilisé pour le groupe électrogène avec présence d'une cuve à fioul
- Le local 103 : utilisé pour l'entreposage de colis de déchets faiblement radioactifs et dans lequel sont situées les cuves à effluents actifs
- Le local 104 : utilisé comme zone de conditionnement des colis TFA et comme zone d'entreposage de château de plomb et d'objets divers faiblement contaminé
- Le local 106 a : utilisé comme escalier d'accès au sous-sol depuis les couloirs chaud 1 et 2

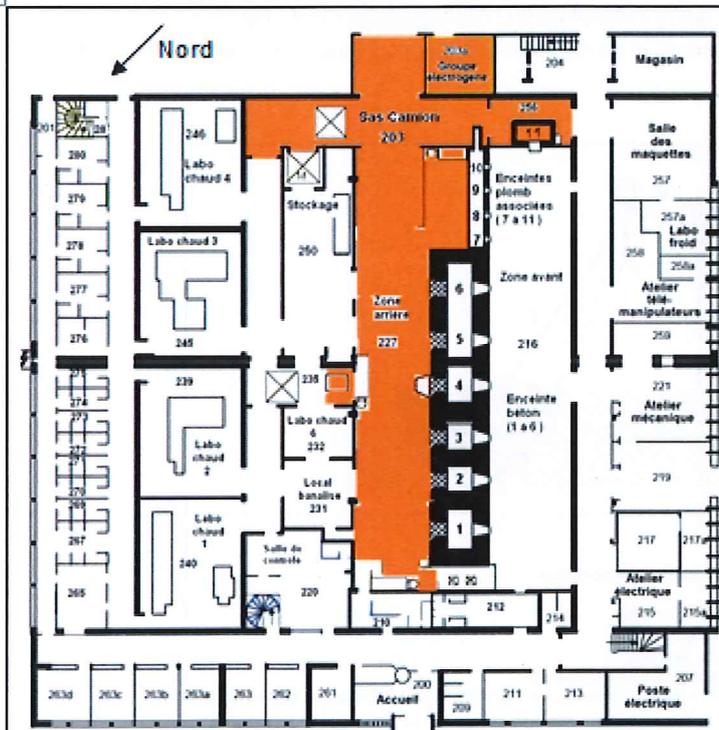


Figure 6 : Plan du rez de chaussée de l'INB 61 – Locaux concernés par le diagnostic de sol (en orange)



Figure 7 : Plan du sous-sol de l'INB 61 – Locaux concernés par le diagnostic de sol (en orange)

### 2.4 ZONAGE DECHETS AVANT DIAGNOSTIC DE SOL

Toutes les aires extérieures sont classées en zone à déchets conventionnels. Suivant la terminologie de la circulaire 5A [4], ces zones ont toutes été classées : Zone Sans Radioactivité Ajoutée (ZRSA).

Le caniveau enterré de l'égout « eaux spéciales » EES était classé Zone Non-Contaminante (ZNC) du fait de la présence de la canalisation qui y transitait (l'intérieur de la canalisation de cet égout était classé en ZC). Cette canalisation a été déposée en 2009 dans le cadre des travaux de démantèlement du réseau de l'égout « eaux spéciales » sur l'ensemble du CEA/Grenoble. Suite à la dépose de la canalisation du réseau de l'EES, et après contrôle de la propreté radiologique, le caniveau est revenu à son classement initial « ZRSA ».

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			12 / 37

### 3. SCHEMA CONCEPTUEL POTENTIEL

Le schéma conceptuel détaille :

- les sources : il s'agit des points d'entrée de la pollution radiologique ou chimique dans un des compartiments de l'environnement (sol, air, eau),
- les vecteurs : il s'agit des voies potentielles de transfert et de migration des polluants jusqu'aux cibles,
- les cibles : il s'agit de l'être humain et de l'écosystème.

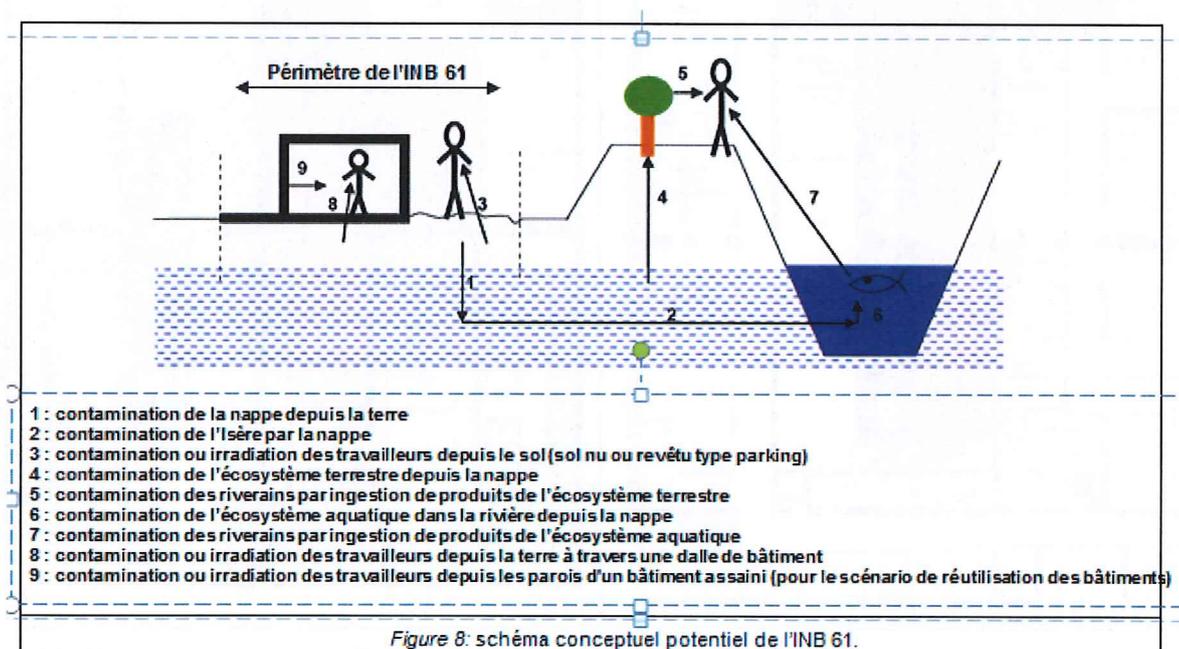
Le schéma conceptuel inclut le site nucléaire (LAMA) et les zones susceptibles d'être impactées par les activités en dehors du site nucléaire. Il comprend les scénarios et voies d'exposition (notamment selon les usages) et sert à l'élaboration des études d'impact.

L'installation étant vouée à un déclassé prochain, le Schéma Conceptuel se base sur :

- les sources potentiellement encore présentes dans le bâtiment et dans les sols après démantèlement,
- l'usage futur le plus probable après déclassé soit la conservation du bâtiment après assainissement et déclassé, pour un usage industriel conventionnel.

Ce schéma conceptuel est établi une première fois avant le diagnostic de site : il s'agit du schéma conceptuel potentiel qui permet d'orienter les recherches des diagnostics de site. Le schéma conceptuel du LAMA est présenté en Figure 8.

Il est mis à jour à l'issue de l'ensemble des opérations de diagnostic et de réhabilitation, pour constituer le schéma conceptuel réel (cf § 9).



### 4. ANALYSE HISTORIQUE

#### 4.1 ACTIVITES ANTERIEURES A LA MISE EN SERVICE DE L'INB 61

Les terrains occupés par le CEA de Grenoble à ce jour ont antérieurement été le siège d'activités militaires, y compris sur l'emplacement du LAMA. Ces terrains avaient été alloués au Ministère de la Guerre par convention en date du 31 décembre 1852.

Une partie des terrains était occupée par l'arsenal « Randon ». Cet arsenal comportait notamment des ateliers de chargement en mélinite (acide picrique utilisé comme explosif), construits après 1886. En 1906, un bâtiment spécial pour le vernissage des obus explosifs a été érigé.

Une autre partie des terrains était utilisée comme polygone d'artillerie et champ de tirs. A ce titre, ces terrains étaient utilisés pour les exercices de tirs.

Tous les bâtiments se situaient dans la partie sud de l'actuel polygone scientifique (zone « Minatec » et « LETI » principalement), en dehors de la zone où est implanté le LAMA. La zone d'exercices s'étendait sur le reste des terrains. Comme il était envisagé d'utiliser le site comme terrain d'aviation, une neutralisation de bombes a été réalisée sur le polygone en 1932. Pendant la seconde guerre mondiale, le site a été occupé par l'armée allemande. Dans la nuit du 13 au 14 novembre 1943, un résistant a fait exploser l'arsenal du polygone.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			13 / 37

Les terrains ont été cédés progressivement par l'armée à partir de janvier 1956.

A plusieurs reprises, des engins explosifs retrouvés sur le centre ont été collectés par la Formation Locale de Sécurité (FLS) et traités avec le concours des services de déminage. Lors de travaux dans la zone du poste électrique du CEA de Grenoble (partie sud) le 27 septembre 2004, des ampoules contenant des gaz lacrymogènes, utilisées dans le passé comme matériels d'instruction militaire, ont été découvertes.

Pour les parties maçonnées des bâtiments du LAMA (bâtiment hors extension), le risque de trouver un engin explosif au droit des bâtiments est exclu du fait de la profondeur d'excavation effectuée lors de la construction du bâtiment. Pour les autres zones à l'intérieur du périmètre du LAMA, les opérations d'affouillement se font suivant le mode opératoire de la FLS du CEA de Grenoble qui précise les instructions à suivre en cas de découverte d'objets inconnus.

#### 4.2 ANALYSE DES ACTIVITES LIEES AU FONCTIONNEMENT DE L'INB 61 - LAMA

Depuis le début de ses activités en 1961, la vocation du LAMA était de réaliser des examens et des essais permettant de déterminer les lois régissant le comportement des combustibles et des matériaux sous irradiation. Les thèmes de recherche ont notamment porté sur le comportement des combustibles durant l'irradiation et l'étude de l'évolution du combustible de la filière à eau dans le cas d'accidents.

Lors de la mise en service du LAMA en 1961, l'installation ne comportait qu'un seul bâtiment. En 1965, afin de doubler les capacités de l'installation, une extension lui a été adjointe côté sud-est. Les deux parties communiquent ensemble formant ainsi un seul bâtiment dont la configuration correspond à celle d'aujourd'hui (cf Figure 9 et Figure 10). La décision de l'arrêt des expérimentations au LAMA a été prise en 2002.

Les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement du LAMA ont été autorisées suite à la parution du décret de Démantèlement le 18 Septembre 2008 [6].

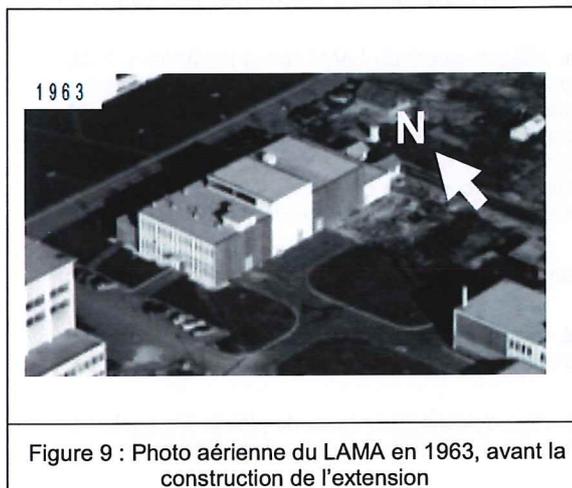


Figure 9 : Photo aérienne du LAMA en 1963, avant la construction de l'extension

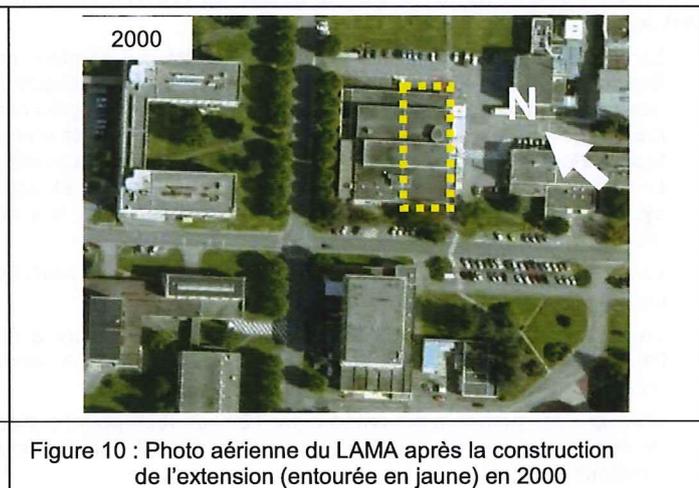


Figure 10 : Photo aérienne du LAMA après la construction de l'extension (entourée en jaune) en 2000

La nature des produits utilisés, en exploitation, au LAMA a été :

- des combustibles irradiés (de type MOX, UO<sub>2</sub>...),
- des matériaux absorbant contenant du carbure de bore (B<sub>4</sub>C),
- des céramiques lithiées (aluminates ou zirconates de Li),
- des matériaux de structure ou modérateur (acier inoxydable, graphite...),
- des sources radioactives solides et liquides (<sup>241</sup>Am, <sup>7</sup>Be, <sup>137</sup>Cs, <sup>152</sup>Eu, <sup>60</sup>Co et <sup>3</sup>H).

Les quantités de produits chimiques manipulés dans l'INB 61 étaient faibles et limitées. Les manipulations se faisaient à l'intérieur du bâtiment. Le fioul utilisé pour le groupe électrogène était stocké dans une cuve étanche. L'étanchéité de la cuve a été constatée visuellement. Aucune information concernant la présence de fuites de produits chimiques n'a été enregistrée.

Les autres produits chimiques minéraux et organiques, tels que les produits de développement photographique (nitrate d'argent, thiosulfate de sodium...), n'étaient utilisés qu'en petites quantités. Les modes de transport, de conditionnement et d'entreposage (en récipients fermés uniquement, dans un local fermé adapté) permettent d'exclure tout risque de pollution par ces produits. Cependant, le renversement d'un faible volume de réactif acide est survenu accidentellement dans l'escalier du local 106a. Cet incident constitue le seul risque potentiel de pollution chimique du sol sous le bâtiment, cependant les quantités mises en jeu étaient très faibles et n'ont pas pu traverser la dalle.

Le risque de pollution chimique des aires extérieures et des sols sous les bâtiments de l'INB 61 peut donc être écarté. Par conséquent seul le risque de pollution radiologique sera abordé dans l'analyse ci-dessous.

L'analyse des activités ayant pu entraîner une pollution radiologique ou chimique des sols est menée par type de zone :

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			14 / 37

- les voiries,
- les zones d'enrobé bitumeux
- les zones enherbées,
- les caniveaux et réseaux enterrés,
- les sols sous les bâtiments,
- la toiture terrasse du bâtiment.

#### 4.2.1 Aires extérieures

##### 4.2.1.1 Les voiries

La fonction principale des voiries était la circulation du personnel et de matériels non-actifs, le transit de colis de déchets et de matériels radioactifs.

Les transports de matières radioactives étaient effectués entre le LAMA et différentes INB du site de Grenoble, notamment vers l'ancienne INB 60 du bâtiment K, les réacteurs, la STED (INB 36 et 79) ainsi que vers d'autres INB hors du centre de Grenoble. Le risque lié à ces zones est le transfert sur la voirie de conteneurs de matières radioactives liquides ou solides. Tous les conteneurs et colis étant confinés et contrôlés systématiquement, **le risque de pollution radiologique des voiries peut être écarté.**

##### 4.2.1.2 Les zones d'enrobé bitumeux

- Les zones d'enrobé bitumeux sur les abords du LAMA étaient utilisées comme zones d'entreposage. Les zones en question sont décrites ci-dessous :
  - La zone du local grillagé, sous abri en tôle, a été mis en place du côté sud-ouest du LAMA avant les années 2000. Elle n'existait pas en 1965 (date de mise en service de l'Extension). Ce local a permis d'entreposer du matériel et des colis de déchets provenant de zones contaminantes après contrôle de non contamination. Ainsi des casiers TFA, des extincteurs ou encore des protections en plomb ont été entreposés dans ce local grillagé [2]. L'emplacement du local a été déplacé de quelques mètres vers le nord-est en janvier 2009, afin de construire l'accès supplémentaire au LAMA pour les besoins de démantèlement. Les colis et objets étant confinés et faisant l'objet de contrôles systématiques lors de leur sortie de zone contaminante, leur entreposage n'a pas généré de risque de pollution radiologique du sol.
  - La zone d'entreposage balisée au sol du côté sud-est du LAMA était utilisée pour l'entreposage de matériel non-actif. Le risque de pollution est inexistant sur cette zone.
  - La zone d'entreposage clôturée côté nord-est du bâtiment a été mise en place en 2009. Elle était utilisée pour l'entreposage, notamment de colis de déchets solides TFA conditionnés et contrôlés systématiquement, et n'a pas pu générer de risque de pollution radiologique du sol.
  - Une zone temporaire a été créée entre 1990 et 1991 pour l'entreposage de colis de briques de plomb. L'exploitation de cette zone n'a pas pu générer de risque de pollution radiologique du sol puisqu'il ne s'agissait pas de matériel contaminé.

**De par le conditionnement des colis et les contrôles de non contamination réalisés systématiquement, les zones d'enrobé bitumeux utilisées pour l'entreposage des colis radioactifs n'ont pas pu être exposées à un risque de pollution radiologique.**

- Les zones d'enrobé bitumeux étaient également utilisées comme zones d'accès et aires de stationnement pour le chargement et déchargement de matières radioactives.
  - La zone de manœuvre des camions de transport est balisée par des zébras sur le bitume devant l'accès au sas camion. De par leurs entrées et sorties, les véhicules de manutention des colis de déchets ont pu déplacer une éventuelle contamination aérosol depuis l'intérieur de l'installation vers la zone bitumée.  
Il existe donc un risque de pollution radiologique superficielle du bitume, localisé au niveau des accès des véhicules de manutention, du fait des entrées-sorties liées à la manutention des colis.
  - En janvier 2009, un nouvel accès a été créé côté sud-est du bâtiment au niveau de la pièce 203 afin d'évacuer les déchets générés dans le cadre du démantèlement de l'INB 61. Les emballages des colis de déchets permettent de garantir le confinement des matières radioactives transportées. Ils font l'objet de contrôles systématiques de non contamination. Les activités d'entreposage n'ont pas généré de risque de pollution radiologique sur cette zone. Cependant, la présence des véhicules de manutention sur cette zone a pu générer un risque de pollution radiologique sur les aires bitumées du fait des entrées et sorties des véhicules qui ont pu déplacer une éventuelle contamination aérosol depuis l'intérieur de l'installation.

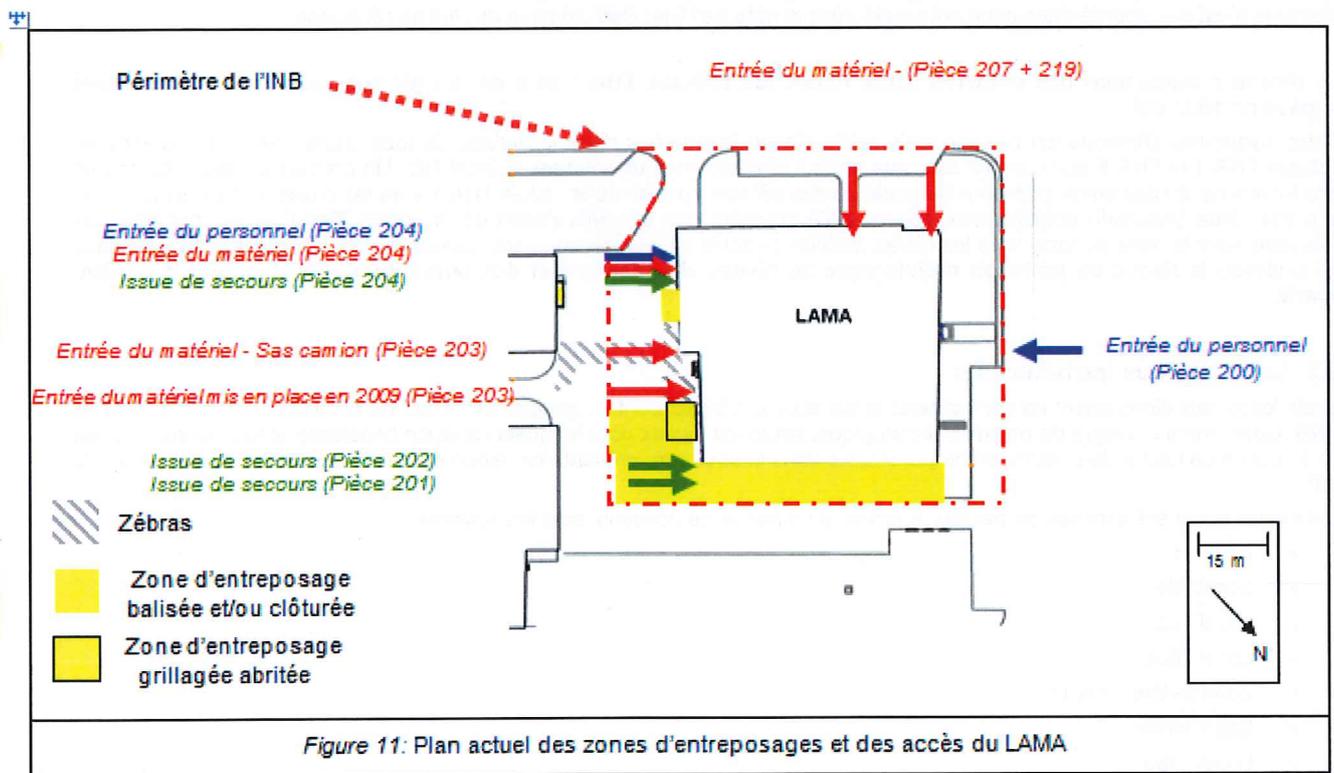
**Les zones d'accès et aires de stationnements pour le chargement et déchargement de matières radioactives ont pu être exposées à un risque de pollution radiologique du fait des entrées et sorties des véhicules de manutention.**

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			15 / 37

- Les zones d'enrobé bitumeux étaient utilisées comme zones d'accès du personnel, comme issues de secours et comme zones de chargement-déchargement du matériel non-actif. Les zones en question sont les suivantes (Figure 11):
  - Les deux zones d'accès pour le personnel et le matériel non-actif qui sont situées sur les faces nord-ouest et sud-est du bâtiment (pièces 200 et 204).
  - Les deux entrées du matériel inactif qui se situent au niveau des pièces 207 et 219. Elles donnent sur une zone enherbée.
  - Les trois issues de secours, situées sur les façades nord-est (couloir 201), sud-est (pièce 202) et sud-ouest (pièce 204) qui donnent directement sur les aires extérieures au niveau des zones bitumées [2]. Elles permettent l'évacuation du personnel en cas de situation urgente et les transferts des tanks d'azote. Aucune évacuation d'urgence n'a été mentionnée dans l'historique des incidents.

Entre 1983 et 1984, l'issue de secours de la pièce 202 a été utilisée pour l'évacuation, après contrôle radiologique, de fûts de déchets solides radioactifs de nature inconnue, provenant des activités dans les laboratoires chauds 1 et 2. Des contrôles d'absence de contamination labile ont été réalisés sur ces fûts avant leur sortie et n'ont pas révélé de contamination.

Les zones d'accès du personnel et issues de secours n'ont donc jamais été en contact avec de la contamination radiologique. Par conséquent, le risque de pollution radiologique peut être écarté au niveau de ces zones.



#### 4.2.1.3 Les zones enherbées

La plupart des zones enherbées n'étaient exposées à aucune activité. Seules les zones enherbées au niveau des pièces 207 et 219 étaient utilisées pour l'entrée du matériel inactif. Aucune activité ayant pu générer une pollution radiologique n'a eu lieu sur ces zones. Elles n'ont donc jamais été en contact avec de la pollution.

**Le risque de pollution radiologique des terres au niveau de cette zone peut être écarté.**

#### 4.2.2 Les caniveaux et réseaux enterrés

Les caniveaux et réseaux enterrés ayant pu, de par leur fonction, générer un risque de pollution radiologique étaient :

- Le réseau des égouts « eaux spéciales » représenté en violet sur la Figure 5,
- L'ancien réseau d'eaux usées et pluviales représenté en traits discontinus bleu et orange sur la Figure 5,
- Le réseau ayant pu véhiculer des effluents radioactifs situé dans la zone arrière du bâtiment.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			16 / 37

#### Le réseau de l'égout « eaux spéciales »

Le réseau EES (en violet sur la Figure 5), permettait de rejeter à l'Isère des effluents aqueux faiblement radioactifs provenant de plusieurs installations du centre. Il était constitué par une canalisation en fonte graphitée (fonte ductile) revêtue intérieurement de ciment, avec joint flexible en caoutchouc assurant la dilatation et placée dans un caniveau. Une antenne de ce réseau reliait les deux cuves d'effluents suspects du local 101 du LAMA au réseau EES en passant aux abords nord-ouest du LAMA. Un regard était situé initialement en extérieur puis à la suite des travaux d'extension du bâtiment en-dessous du local 263.

Les bilans et tests annuels d'étanchéité du réseau EES du centre montrent que la canalisation n'a jamais présenté de fuite. Les mesures réalisées dans le caniveau en préalable à la dépose des canalisations EES n'ont pas mis en évidence de contamination, confirmant le caractère étanche de ce réseau. Le retrait de la canalisation de l'antenne de connexion du réseau EES, a été réalisé en 2009 dans le cadre du démontage de l'ensemble du réseau de l'égout eaux spéciales du site du CEA/Grenoble. **Le risque de pollution radiologique au niveau du caniveau et des terres sous-jacentes peut donc être écarté.**

#### L'ancien réseau d'eaux usées et d'eaux pluviales

Avant la construction du réseau EES en 1977, des effluents potentiellement contaminés ont été occasionnellement rejetés, après contrôle de leur activité volumique, dans une partie des égouts d'eaux pluviales/eaux usées représentés respectivement en pointillé bleu et orange sur la Figure 5 (égouts non distincts avant 1977). Cet ancien réseau d'eaux pluviales n'est pas abordé dans cette note mais dans la note de l'Etat Radiologique du Site de référence.

#### Le réseau d'évacuation des effluents actifs reliant les cellules THA 1 et 6 de la ZAR aux cuves à effluents actifs situées en sous-sol

Deux tuyauteries d'évacuation des effluents actifs étaient implantées dans le dallage du local zone arrière et reliaient les cellules THA 1 et THA 6 aux cuves à effluents actifs installées en sous-sol dans le local 103. Un premier caniveau contenant une tuyauterie double enveloppe pour l'évacuation des effluents partait de la cellule THA 1 vers les cuves à effluents actifs, et une deuxième tuyauterie double enveloppe pour l'évacuation des effluents partait de la cellule THA 6 et circulait dans un caniveau sous la dalle du local vers les cuves à effluents actifs situées en sous-sol. Compte tenu de l'absence de fuite dans ce caniveau **le risque de pollution radiologique au niveau du caniveau et des terres sous-jacentes peut donc être écarté.**

### 4.2.3 Les sols sous les bâtiments

Seuls les locaux directement en contact avec le sol sous le bâtiment ont pu générer un risque de pollution sous le bâtiment de l'INB. Concernant le risque de pollution radiologique, seuls les locaux pour lesquels l'analyse historique et fonctionnelle a mis en évidence un risque de contamination pénétrante dans la structure, présente un risque potentiel de pollution radiologique du sol.

Les locaux ayant été exposés de par leur fonction, à un risque de pollution, sont les suivants :

- Local 101
- Local 104
- Local 103
- Local 203a
- Zone arrière THA 11
- Sas Camion
- Local 106a
- Le local DMG
- Le fond de la fosse monte-charge

#### 4.2.3.1 Local 101

Ce local abritait les cuves à effluents douteux de l'INB. Les cuves étaient en béton et revêtues dès l'origine d'un enduit étanche (Sika). Les cuves étaient remises en peinture régulièrement et ont été revêtues à partir de 1996 de peinture époxy sur leurs parois internes, permettant de compléter leur étanchéité. L'ensemble des deux cuves constituait un monolithe qui reposait sur la dalle de béton constituant le sol du local 101. La dalle du local était elle-même recouverte d'un enduit étanche Sika et une couche d'asphalte de 1 cm assurait la séparation entre le bloc des deux cuves et la dalle.

Ainsi, de par les dispositions constructives mises en œuvre, **le risque de pollution chimique et radiologique du sol sous-jacent du local 101 peut être écarté.**

#### 4.2.3.2 Local 104

Ce local était utilisé jusqu'en 2002 pour l'entreposage des fûts de déchets liquides (contre la paroi EST du local). L'emprise de la zone d'entreposage correspond globalement à l'emprise du local grillagé 104. Cette activité ne génère qu'un risque de contamination par voie liquide superficielle au niveau du sol en cas de perte de l'étanchéité de l'un des fûts.

**Malgré la protection du cuvelage en béton SIKA (bon état), la présence d'une singularité située dans la zone**

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			17 / 37

**d'entreposage, a favorisé la migration de la contamination en profondeur (cf. §5.3.4). Le risque de pollution des terres sous-jacentes à la dalle du sol ne peut être écarté.**

#### 4.2.3.3 Local 103

Le local 103 était utilisé comme zone d'entreposage des fûts FA en attente d'évacuation. Les activités effectuées dans ce local n'ont généré aucun risque de contamination liquide de type pénétrante au niveau du sol (absence d'aiguillage du réseau pneumatique, absence de pot décanteur).

Ce local abritait également les cuves à effluents actifs, implantées dans des fosses de rétention étanches.

Des contrôles radiologiques avant le début des opérations de démantèlement ont fait état d'un point de contamination fixé à 78 Bq/cm<sup>2</sup> au sol dans la partie Nord du local, ainsi que d'une contamination significative jusqu'à une profondeur de 5 cm. (cf § 5.3.4)

De plus, lors des contrôles de propreté radiologique de fin de chantier, des points de contamination fixée ont été retrouvés sur 2 zones au sol du local (contamination fixée respectivement à 2,9 Bq/cm<sup>2</sup> et 9,5 Bq/cm<sup>2</sup>) (cf § 5.3.4) .

Enfin, plusieurs points de contamination fixée ont été retrouvés lors des contrôles de propreté radiologique de fin de chantier, sur le fond des fosses Nord et Sud (fosse nord : activité maximale mesurée à 1,9 Bq/cm<sup>2</sup>, fosse sud : activité maximale mesurée à 4,4 Bq/cm<sup>2</sup>), ainsi que sur la paroi Nord/ Ouest de la fosse Nord (activité maximale mesurée à 0,6 Bq/cm<sup>2</sup>) (cf § 5.3.4).

**En conséquence, il existe un risque de contamination liquide en profondeur sur différentes zones au sol dans la partie Nord du local ainsi que dans les fosses de rétention des cuves à effluents actifs.**

#### 4.2.3.4 Zone arrière THA 11

L'évacuation des effluents liquides générés en cellule a pu être à l'origine d'un risque de contamination liquide. Cette activité était réalisée par petites quantités via le sas de la cellule. Il existe un risque de contamination liquide par égoutture au sol à l'aplomb du sas d'introduction de la THA 11, en cas de mauvaise manipulation lors de la sortie des liquides (transferts réalisés par télémanipulation entre la cellule et l'intérieur du sas). L'étanchéité au niveau de la paroi du sas et de la jonction avec la cellule THA 11 n'est pas démontrée.

Des prélèvements ont été réalisés au niveau de cette zone. Ils font état d'une contamination en profondeur (190,44 Bq/g à une profondeur de 5 cm). Le risque de pollution radiologique de type liquide pénétrante ne peut être écarté au niveau des terres sous-jacentes à la dalle du sol sur cette zone.

D'autres prélèvements ont été réalisés au niveau de la zone Est du local. Les résultats radiologiques font état d'une contamination fixée sur la zone considérée. Les prélèvements réalisés au niveau de la zone permettent d'identifier une contamination en profondeur (contamination à 7,94 Bq/g à une profondeur de 3 cm). Cette contamination est à mettre en relation avec les points de contamination issus de la partie sud-ouest du sas camion juxtaposé à la zone EST du local. Le risque de pollution radiologique de type liquide pénétrante ne peut être écarté au niveau des terres sous-jacentes à la dalle du sol sur cette zone.

**Il existe un risque de pollution des terres sous-jacentes au sol de la zone arrière THA 11 (pièce 256) au niveau de la zone Est et à l'aplomb du sas d'introduction.**

#### 4.2.3.5 Sas Camion

Des prélèvements ont été réalisés dans la verrière extérieure lors d'une cartographie réalisée en 2001 : un point de contamination à 200 c/s a été mesuré au sol près du mur Ouest. En dépit d'un écroutage sur une dizaine de centimètres, le point de contamination n'a pu être que partiellement retiré : une plaque de tôle vissée à même la dalle en béton, a été mise en place sur le point de contamination, réduisant ainsi la mesure directe à 30 c/s. Cette plaque a été recouverte par une chape en béton. Aucune information ne permet d'affirmer que la plaque a été retirée avant de couler la chape. Cependant, les contrôles radiologiques réalisés en janvier 2008 (mesures directes + prélèvements) montrent une activité de l'ordre de 33 Bq/g en surface et 0,2 Bq/g au plus profond du prélèvement (5 cm). Ils ne font pas état de la présence de la tôle vissée. La contamination décelée lors de ces investigations de 2008 est donc postérieure à la mise en place de la chape et les prélèvements semblent ne pas être allés suffisamment en profondeur pour retrouver la contamination à l'origine du point chaud mesuré en 2001.

D'autres prélèvements ont été réalisés en janvier 2008 dans la partie Sud-Ouest du sas camion, vers la ZAR THA 11. Ils ont révélés une contamination maximale de 88 Bq/cm<sup>2</sup>. Cette contamination est très certainement à mettre en relation avec celle de la cellule THA 11.

**Il existe donc un risque de pollution des terres sous-jacentes au sol du sas camion.**

#### 4.2.3.6 Local 106a

En 1993 un opérateur a renversé une bonbonne de réactif acide en partie basse de l'escalier du local 106a. Ce réactif n'était pas radioactif. Une surface d'environ 9m<sup>2</sup> sous l'escalier a été concernée par ce renversement de liquide. Le sol du sous-sol étant entièrement revêtu depuis la construction du bâtiment par une chape étanche en béton, et les quantités de liquide mise en jeu étant très faibles, **le risque de pollution chimique et radiologique du sol sous-jacent du local 106a peut être écarté.**

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			18 / 37

#### 4.2.3.7 Local 203a

Le local 203a abritait depuis 1988 le groupe électrogène et la cuve à fioul d'alimentation du groupe. Le sol du local est en béton brut, non revêtu. Aucune réfection de la dalle n'a été faite depuis 1988. Une inspection visuelle a permis de vérifier l'absence de trace de pollution par des hydrocarbures sur la dalle. **Le risque de pollution chimique du sol sous-jacent du local 203a peut donc être écarté.**

#### 4.2.3.8 Local DMG

Un risque de contamination sous forme d'aérosols ou de poussières a été mis en évidence par l'analyse historique. Les pratiques de décontamination du sol utilisées ont généré une contamination liquide en profondeur sous l'enceinte DMG. Les investigations radiologiques réalisées ont montré une contamination en profondeur dans la dalle jusqu'à 5 cm.

**Il existe donc un risque de pollution des terres sous-jacentes au sol du local DMG, dans la partie Ouest située au-dessus du terre-plein.**

#### 4.2.3.9 Fosse du monte-charge

Il existait un risque de contamination sous forme d'aérosols ou de poussières dans la fosse du monte-charge dû aux accès occasionnels dans cette fosse. Cette fosse étant un point bas de l'installation, la présence d'eau en faible quantité était constatée occasionnellement dans cette fosse, générant ainsi un risque de contamination liquide par stagnation au sol. Des contrôles radiologiques ont fait état de points de contamination fixés en fond de fosse.

**Il existe donc un risque de pollution des terres sous-jacentes au sol de la fosse du monte-charge.**

#### 4.2.4 La toiture terrasse

Le LAMA disposait d'un émissaire de rejet installé sur le toit du bâtiment. Il servait d'exutoire pour le circuit de ventilation de l'installation. L'ensemble du réseau de rejet de l'émissaire était étanche. Tous les rejets ont été conformes aux autorisations. Aucun incident de rejet non conforme aux autorisations de rejet n'a eu lieu pendant la phase d'exploitation de l'INB 61.

**Par conséquent, le risque de pollution radiologique par voie aérosol au niveau des terrasses sur le toit entourant l'émissaire peut être écarté.**

#### 4.2.5 Bilan de l'analyse des activités liées au fonctionnement de l'INB61

Les zones présentant un risque de pollution radiologique au niveau du sol suite à l'analyse des activités liées au fonctionnement de l'INB 61 sont :

- Les zones d'enrobé bitumeux utilisées comme zones d'accès et aires de stationnement pour le chargement et déchargement de matières radioactives : accès extérieur au sas camion
- Le sas camion
- La ZAR THA 11
- Le local 103
- Le local 104
- La fosse monte-charge
- Local DMG

### 4.3 ANALYSE DES ACTIVITES LIEES AUX INSTALLATIONS VOISINES

Des terrains de culture utilisés pour des expérimentations à caractère radiologique étaient situés à proximité de l'INB 61.

L'ancien terrain de culture, dont les serres Z17, Z18 et le local Z19 constituaient les bâtiments les plus proches, était situé sur les abords nord-est de l'INB 61 (Figure 12). Ce terrain de culture a fait l'objet de traçages radioactifs directement dans la terre avec parfois l'utilisation de radioéléments à périodes longues tels que le <sup>137</sup>Cs.

Une large zone de contamination a été mise en évidence à environ 60 m au nord-est de l'INB 61 (d'une profondeur moyenne d'1 mètre allant jusqu'à 2,5m). La zone a été assainie en 2004.

Des activités de transit de matériels confinés étaient réalisées entre l'ancienne INB 60 et l'INB 61 sur les abords sud-est de l'INB 61 si bien qu'une zone balisée a été mise en place à cette occasion (une partie de la zone zébra du sas camion). Tous les colis étant confinés et contrôlés, le risque de pollution des abords sud-est par les activités de transit entre l'INB 60 et le LAMA peut être écarté.

SYNTHÈSE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			19 / 37

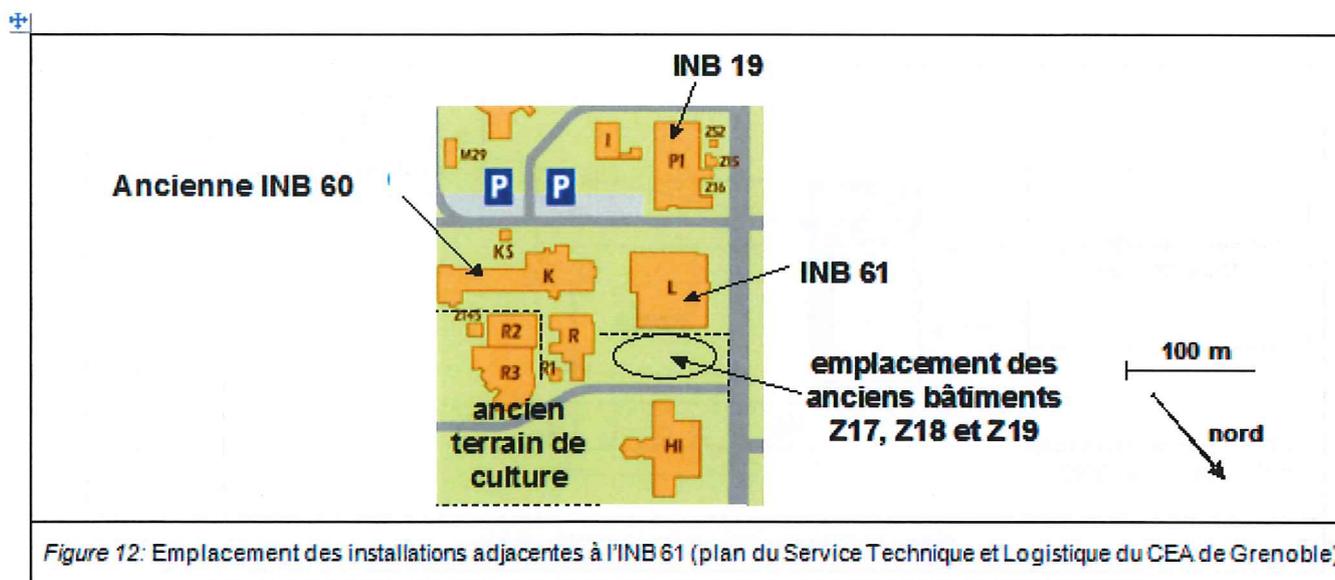


Figure 12: Emplacement des installations adjacentes à l'INB 61 (plan du Service Technique et Logistique du CEA de Grenoble)

#### 4.4 EVENEMENTS SIGNIFICATIFS

En 1993, une bonbonne de réactif acide (60% HCl – 40% HNO<sub>3</sub>) se renverse dans la partie basse de l'escalier permettant l'accès au sous-sol, durant un trajet « Local d'entreposage des produits chimiques - LC5 ». L'intervenant a posé la bonbonne d'acide sur les premières marches de l'escalier avant que la bonbonne ne commence à fuir. L'acide a été neutralisé rapidement avec de la chaux au niveau du sol et de la partie basse de l'escalier. Le risque de pollution chimique des terres sous-jacentes peut donc être écarté au niveau de la dalle du sol et des terres sous-jacentes.

Aucun autre événement ayant pu entraîner une pollution des aires extérieures de l'INB 61 n'a été identifié au cours de l'analyse historique [2]. Aucun incident de rejets n'a été recensé.

#### 4.5 LES EVOLUTIONS DES AIRES EXTERIEURES ET BATIMENTS

##### 4.5.1 Les voiries et zones bitumées

D'après des photographies aériennes de 1963 à 2000, des zones de voiries et/ou enrobé bitumineux étaient présentes sur les abords nord-ouest et sud-est du bâtiment.

A partir de 1964, une partie des zones bitumées situées sur les abords sud-est a été recouverte par l'extension nouvellement construite. Le poste de dépotage des cuves d'effluents radioactifs, situé sur cette façade a pu générer un risque de pollution sur ces zones avant la construction de l'extension bien qu'il ait été très peu utilisé. Cependant les travaux de remaniement de terres liés à la construction des extensions, permettent d'écarter tout risque de pollution résiduelle des terres sous-jacentes.

En 1966, après construction de l'extension, des travaux de voirie ont été entrepris par le service technique du centre. Les zones enherbées restantes sur les abords sud-est et nord-est ont été recouvertes d'enrobé bitumeux (environ 50 m<sup>2</sup>) afin de faciliter le transit de matériel et l'accès au sas camion.

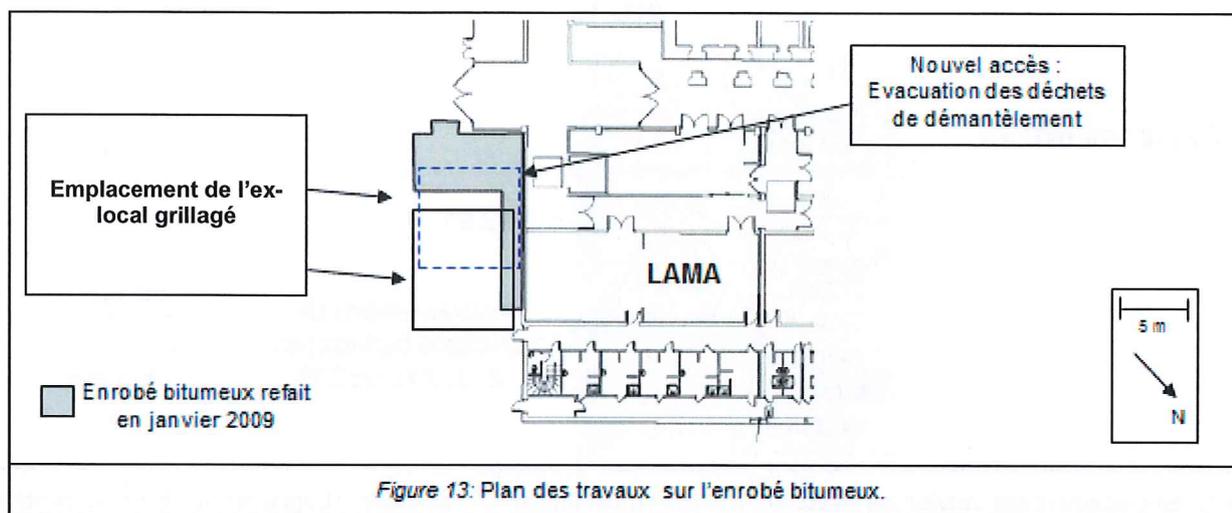
En 2009, une réfection du sol bitumé comme indiquée dans la Figure 12 a été réalisée suite au déplacement du local grillagé et à la création du nouvel accès pour l'évacuation des déchets issus du démantèlement. Les activités d'entreposage, de chargement/déchargement et le transit de matériel radioactif qui avaient lieu notamment dans la zone du sas camion ont pu générer des contaminations par égouttures ou poussières sur la zone avant réfection. Ainsi, lors de l'évacuation de l'enrobé, un contrôle radiologique a été réalisé en deux points sur la terre mise à jour après travaux de retrait. Ces points de contrôles correspondent à l'emplacement de taches de contamination détectées sur l'enrobé en 2007 (cf 5.3.1.1). Ce contrôle a permis de confirmer l'aspect superficiel des contaminations de l'enrobé bitumeux. La terre sous l'enrobé a été excavée, et remplacée par de la terre stérile avant réfection de l'enrobé. La réfection de l'enrobé bitumeux, l'excavation et le remplacement des terres contaminées permettent ainsi d'écarter tout risque de pollution sur les terres sous-jacentes à l'enrobé bitumeux de la zone.

La Figure 13 présente la zone des travaux de janvier 2009.

En 2010, une partie de l'enrobé bitumeux situé aux abords sud-est a été retirée sur une zone de 12m<sup>2</sup> environ et la terre a été excavée sur une profondeur de 80 cm, pour la réalisation de travaux au niveau de canalisations d'eaux usées. L'enrobé bitumeux n'a pas été remplacé. **D'après l'analyse faite au § 4.2.1.2, le risque de pollution radiologique sur cette zone peut donc être écarté.**

Les bonnes pratiques mises en place, et aucun incident radiologique n'ayant été déclaré avant les travaux d'extension, le risque de pollution radiologique lié aux anciennes activités radiologiques réalisées sur les aires extérieures peut être écarté au niveau des terres sous-jacentes à l'enrobé bitumeux.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			20 / 37



#### 4.5.2 Les zones enherbées

D'après des photographies aériennes de 1963 à 2000, des zones enherbées étaient situées sur les abords nord-est, nord-ouest, sud-ouest et sud-est de l'INB 61.

A partir de 1964, une grande partie des zones enherbées situées sur les abords sud-est a été recouverte par l'extension nouvellement construite.

Entre 1971 et 1993, des bureaux et le magasin Uranium sont construits. Ils recouvrent une partie des zones enherbées des abords nord-ouest (cf § 4.5.4).

Aucune activité radiologique ne s'est déroulée sur les zones enherbées avant construction de ces extensions. Par conséquent, le risque de pollution des terres sous-jacentes (anciennes zones enherbées) aux dalles du bâtiment d'extension et des nouvelles pièces, lié aux activités avant 1964 sur les aires extérieures, peut être écarté.

Les zones enherbées des abords sud-est et nord-est de l'installation non recouvertes par les bâtiments ont été recouvertes d'un enrobé bitumeux à partir de 1966 (Figure 4). Avant 1966, elles n'étaient exposées à aucune activité radiologique.

Les zones enherbées actuelles situées sur les abords sud-ouest, nord-ouest et nord-est de l'installation, et celles recouvertes par l'enrobé ne présentent aucun risque de pollution radiologique car elles n'ont été exposées à aucune activité radiologique.

#### 4.5.3 Les réseaux enterrés

Hormis les réseaux déposés (EES en 2009), les caniveaux contenant les réseaux enterrés n'ont pas évolué depuis la construction du bâtiment en 1961. Aucune cuve ou bac contenant des liquides radioactifs n'a été placé sur les aires extérieures d'après l'analyse historique de l'installation.

#### 4.5.4 Les sols sous- bâtiment

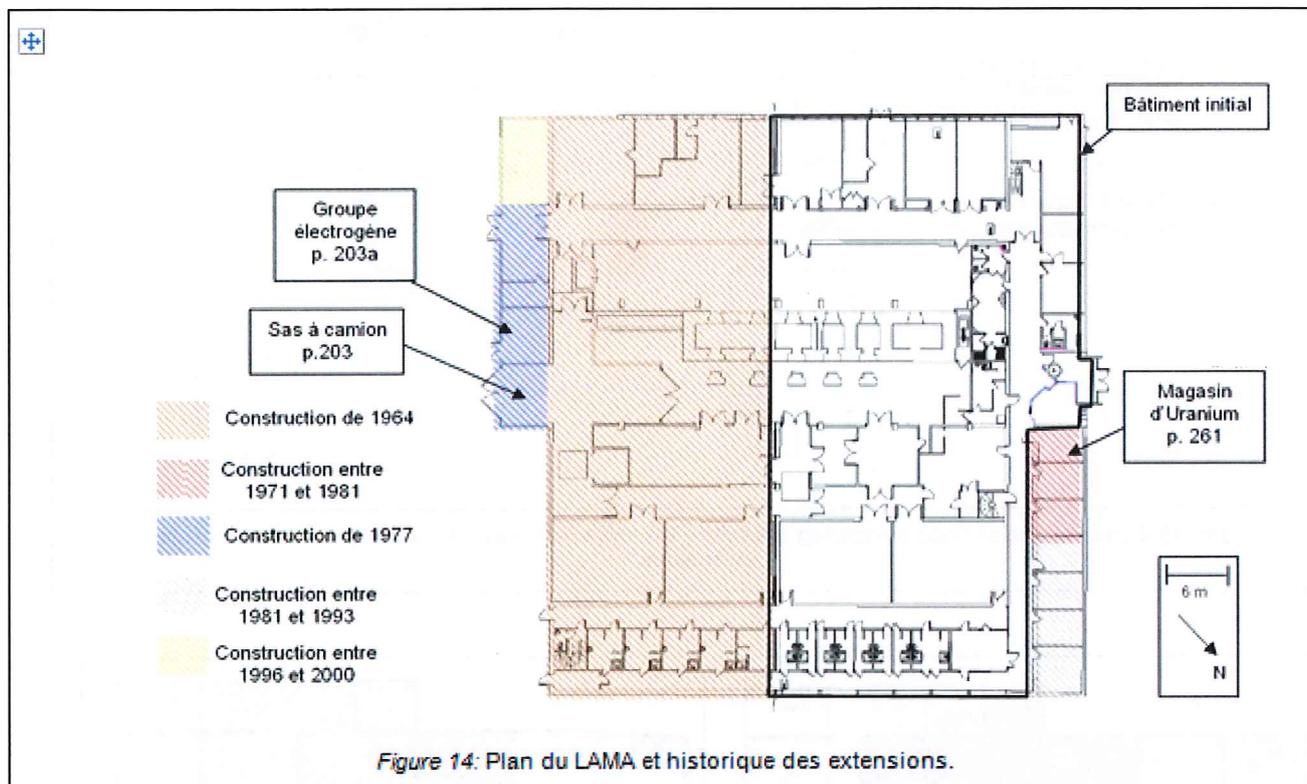
Le bâtiment a été agrandi à plusieurs reprises pendant la phase d'exploitation de l'INB 61, (les données suivantes ont été observées d'après des photos aériennes successives du site). Les principales évolutions des bâtiments ont été :

- En 1964, la plus importante extension du bâtiment a été construite sur la face sud-est. Elle a recouvert une partie des abords enherbés et bitumés au niveau des accès. Dans la même période et à l'issue des travaux d'agrandissement, les abords sud-est et nord-est du LAMA, non recouverts par l'extension (abords initialement enherbés et bitumés au niveau des accès) ont été recouverts d'un enrobé bitumeux pour construire les voiries d'accès au nouveau sas camion (cf §4.5.1).
- entre 1971 et 1981, une extension côté nord-ouest de l'installation a été construite. Cette extension a recouvert une partie de la zone enherbée des abords nord-ouest du LAMA. Elle a permis d'accueillir un magasin d'entreposage d'Uranium (non irradié) de 1988 à 2001.
- en 1977, une extension comprenant un sas à camion sur les abords sud-est a été ajoutée. La pièce 203a devient le local du groupe électrogène en 1988. Cette extension a recouvert une partie de la zone bitumée des abords sud-est.
- entre 1981 et 1993, une extension côté nord-ouest de l'INB a été construite. Cette extension est occupée par des bureaux. Elle a recouvert une partie de l'antenne du réseau des eaux spéciales (EES) et une partie des zones enherbées des abords nord-ouest.
- entre 1996 et 2000, un local grillagé d'entreposage, indépendant de l'installation, et une extension adjacente au sas

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			21 / 37

à camion, constituant un magasin d'entreposage ont été construits. Ce local grillagé a été mis en place directement, sans réfection du sol, sur la surface bitumée des abords sud-est.

La Figure 14 présente un plan du LAMA et l'historique de construction des extensions.



Les travaux de construction des extensions ont entraîné le retrait d'un volume important de terres, les terres sous-jacentes à ces bâtiments constituent le « sol historique » du site.

## 4.6 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE HISTORIQUE

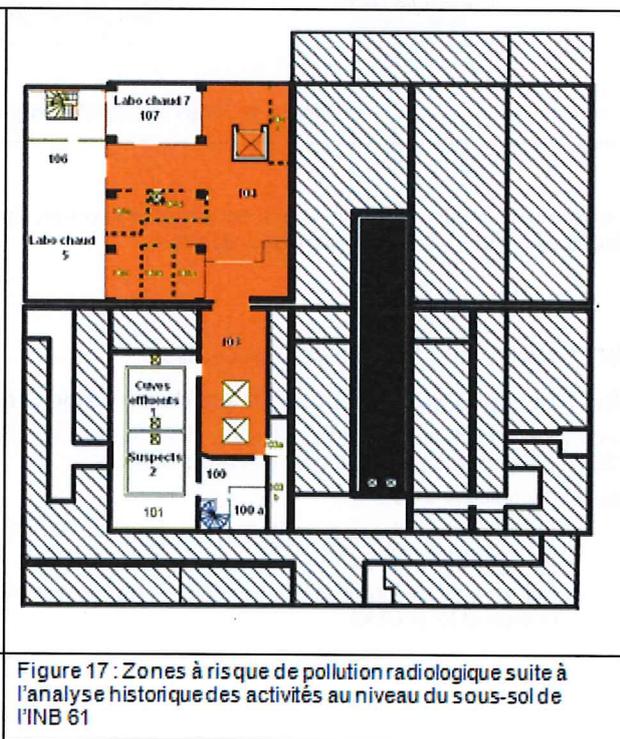
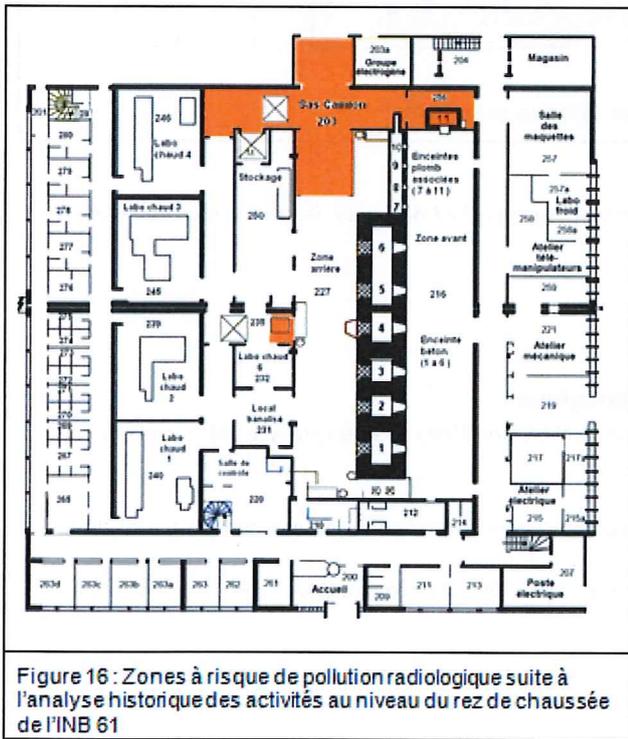
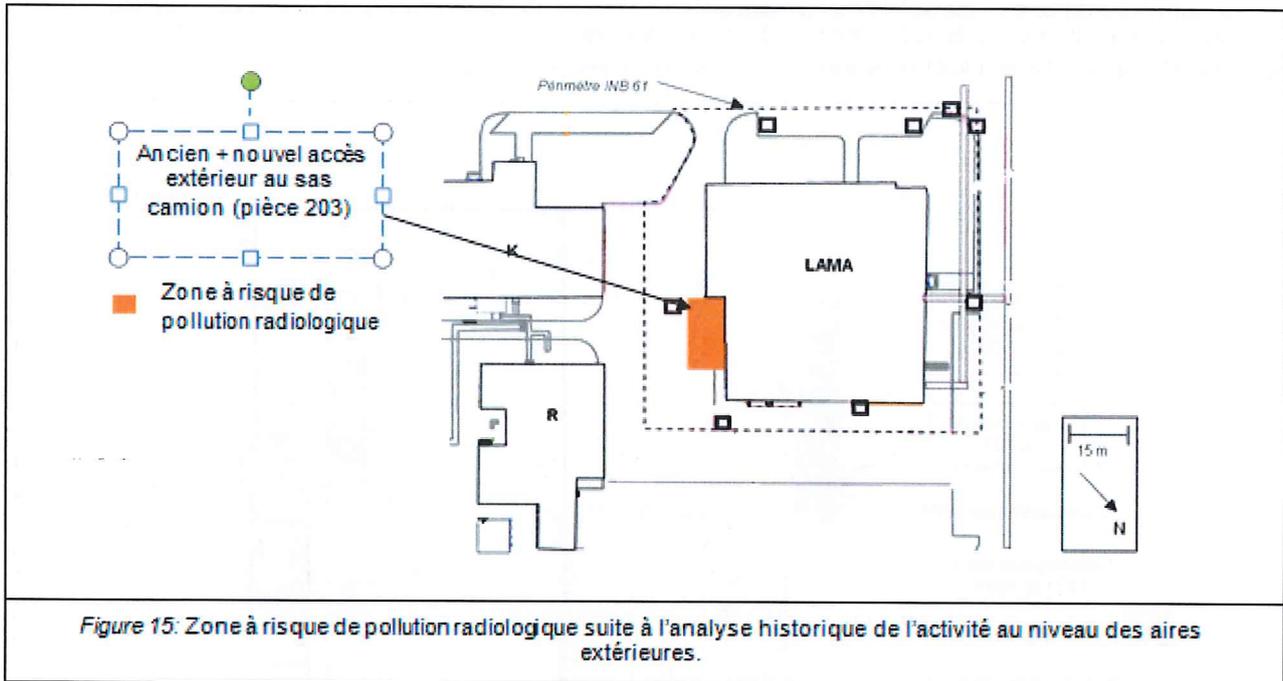
### 4.6.1 Bilan des zones présentant un risque de pollution radiologique

Les Figures 15 et 16 situent les zones des aires extérieures et du sol du LAMA identifiées lors de l'analyse historique comme pouvant être potentiellement polluées par des radioéléments.

Ces zones sont les suivantes :

- Les zones de chargement/déchargement pour les véhicules de maintenions : accès sas camion (pièce 203), nouvel accès pièce 203
- Les zones des terres sous bâtiments au niveau des locaux : 103, 104, sas camion, ZAR THA 11, fosse monte-charge et local DMG.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			22 / 37



#### 4.6.2 Bilan des zones présentant un risque de pollution chimique uniquement

Les aires extérieures et sols sous bâtiment ne présentent pas de risque de pollution par des produits chimiques, d'après l'analyse historique des activités du LAMA.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			23 / 37

## 5. ETAT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE INITIAL

### 5.1 NATURE DES POLLUANTS POTENTIELS D'APRES L'ANALYSE HISTORIQUE

#### 5.1.1 Polluants radiologiques

Le spectre de contamination global retenu de l'INB 61 (Tableau 1) fait état des radionucléides suivants :

Radionucléide	Emission principale	Période	Spectre global (selon l'activité totale)
<sup>238</sup> Pu	Alpha	87,7 ans	0,1 %
<sup>239</sup> Pu et <sup>240</sup> Pu	Alpha	24 100 ans <sup>(*)</sup>	0,1 %
<sup>241</sup> Am	Alpha	432,7 ans	0,3 %
<sup>137</sup> Cs+	Gamma	30,1 ans	55,1 %
<sup>60</sup> Co	Gamma	5,3 ans	0,4 %
<sup>134</sup> Cs	Bêta	2,1 ans	0,1 %
<sup>154</sup> Eu	Gamma	8,6 ans	0,9 %
<sup>241</sup> Pu	Bêta	14,4 ans	29,2 %
<sup>14</sup> C	Bêta	5730 ans	2 %
<sup>3</sup> H	Bêta	12,3 ans	8,7 %
<sup>63</sup> Ni	Bêta	100 ans	1,8 %
<sup>90</sup> Sr+	Bêta	29,1 ans	1,3 %

(\*) : Période du <sup>239</sup>Pu – pour le <sup>240</sup>Pu, la période est de 6563 ans

Tableau 1 : Spectre de contamination global de l'INB 61.

Ce spectre comporte, en proportion significative, du <sup>137</sup>Cs. Ce radionucléide constitue un très bon traceur pour rechercher une éventuelle pollution car il est à la fois émetteur gamma de haute énergie (donc facilement mesurable) et de période longue.

#### 5.1.2 Polluants chimiques non radioactifs

Comme indiqué au § 4.6.2, la nature, la quantité ainsi que les modes d'utilisation et de stockage des produits chimiques non-radioactifs permettent d'écartier tout risque de pollution par ces produits. Il n'y a donc pas eu de recherche menée pour ce type de polluants.

#### 5.1.3 Cas des pollutions couplées radiologiques/chimiques

Aucune pollution chimique couplée à une pollution radiologique n'est présente.

## 5.2 CRITERE DE PROPRETE

### 5.2.1 Critère de propreté radiologique

Le critère de propreté radiologique permet de statuer sur le caractère conventionnel des aires extérieures et sols sous bâtiment :

- Si les contrôles réalisés montrent une activité inférieure au critère, la propreté radiologique est confirmée.
- Si ces contrôles révèlent un niveau de radioactivité supérieur au critère, une analyse plus détaillée, s'appuyant si nécessaire sur des investigations complémentaires, est menée. La remise en propreté par le retrait complet de la pollution, dite « mesure de gestion simple », est privilégiée et l'objectif d'assainissement est l'atteinte du critère de propreté radiologique.

Dans le cas où il n'est pas possible de mettre en œuvre une mesure de gestion simple, une étude est menée pour choisir la meilleure mesure de gestion, dite « optimisée », du point de vue sociétal, environnemental et technico-économique (bilan coûts/avantages).

Dans le cas de la mise en œuvre d'une mesure de gestion optimisée, la définition d'un objectif de propreté permet de définir la mesure de gestion. En fin d'opérations d'assainissement, l'atteinte de cet objectif radiologique est validée par les critères de décision.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			24 / 37

### 5.2.2 Principe de choix des critères de propreté radiologique

Comme indiqué au § 2.4 les aires extérieures et sols sous les bâtiments de l'INB 61 sont des zones à déchets conventionnels.

En conséquence, les critères de propreté radiologique retenus sont les critères de contrôle utilisés par le CEA/Grenoble pour confirmer le caractère conventionnel d'une zone à déchets conventionnels. La méthode de détermination de ces critères est détaillée dans la procédure [7].

Ces critères de propreté radiologiques sont définis au regard des radionucléides susceptibles d'être présents dans l'installation.

A partir du spectre défini au paragraphe 5.1.1, l'activité  $L_2(j)$  par radionucléide  $j$ , en proportion en activité  $p_j$ , peut être calculée :

$$L_2(j) = \frac{p_j}{\sum_i \frac{p_i}{L_i}}$$

$L_i$  étant le 1/10 (1/100 pour  $^3\text{H}$  et  $^{14}\text{C}$ ) des valeurs de contamination surfacique ( $\text{Bq.cm}^{-2}$ ) ou massique ( $\text{Bq.g}^{-1}$ ) citées dans l'annexe 1 du décret [5]

L'activité dite « totale » est la somme des activités  $L_2(j)$  de chaque radionucléide présent.

Pour les émetteurs bêta-gamma, si l'activité totale en bêta-gamma est supérieure à  $0,4 \text{ Bq.g}^{-1}$  (ou  $\text{Bq.cm}^{-2}$ ), le critère retenu est  $0,4 \text{ Bq.g}^{-1}$  (ou  $\text{Bq.cm}^{-2}$ ). Dans le cas contraire, c'est l'activité totale en bêta-gamma mesurable qui est retenue comme critère de propreté radiologique des émetteurs bêta-gamma.

Pour les émetteurs alpha, si l'activité totale en alpha est supérieure à  $0,04 \text{ Bq.g}^{-1}$  (ou  $\text{Bq.cm}^{-2}$ ), le critère retenu est  $0,04 \text{ Bq.g}^{-1}$  (ou  $\text{Bq.cm}^{-2}$ ). Dans le cas contraire, c'est l'activité totale en alpha mesurable, qui est retenue comme critère de propreté radiologique des émetteurs alpha.

### 5.2.3 Choix des critères de décision

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une mesure de gestion optimisée, le critère de décision permet de statuer sur l'atteinte de l'objectif de propreté après les opérations d'assainissement. Il doit donc être établi en fonction de l'objectif de propreté et tenir compte de la part mesurable du spectre avec la technique de contrôle employée tout en étant supérieur aux limites de détection des techniques de contrôle industrielles.

L'objectif de propreté ainsi que les critères de décision sont définis dans le Dossier d'Instruction Relatif à l'Assainissement des Structures validé par l'ASN [8].

Les critères de décision retenus sont :

- **$0,4 \text{ Bq.cm}^{-2}$  pour les mesures in situ à l'aide de polyradiamètres ou polycontaminamètres avec une sonde bêta/gamma,**
- **$0,4 \text{ Bq.g}^{-1}$  pour les mesures par spectrométrie gamma,**

Il n'est pas retenu de critère de propreté radiologique spécifique aux émetteurs alpha. En effet, les émetteurs alpha représentant moins de 1 % du spectre de référence, la vérification du critère de propreté radiologique pour les émetteurs bêta entraînera de fait la vérification de l'atteinte du critère pour les émetteurs alpha.

### 5.2.4 Critère de propreté chimique

Comme précisé aux § 5.1.2 et 5.1.3, une pollution par composés chimiques est exclue. Aucun critère de propreté chimique n'est donc défini.

## 5.3 ETAT RADIOLOGIQUE

Les paragraphes suivants présentent les contrôles radiologiques réalisés sur les zones d'intérêt identifiées à l'issue de l'analyse historique et présentées au § 4.

En 2007, une campagne de mesures de l'ensemble des aires extérieures dans le périmètre du LAMA a été menée. Les résultats de cette campagne sont présentés au § 5.3.

Les critères de confirmation de propreté radiologique sont définis au § 5.2.3

### 5.3.1 Caractérisation des aires extérieures

#### 5.3.1.1 Cartographie des abords de l'installation

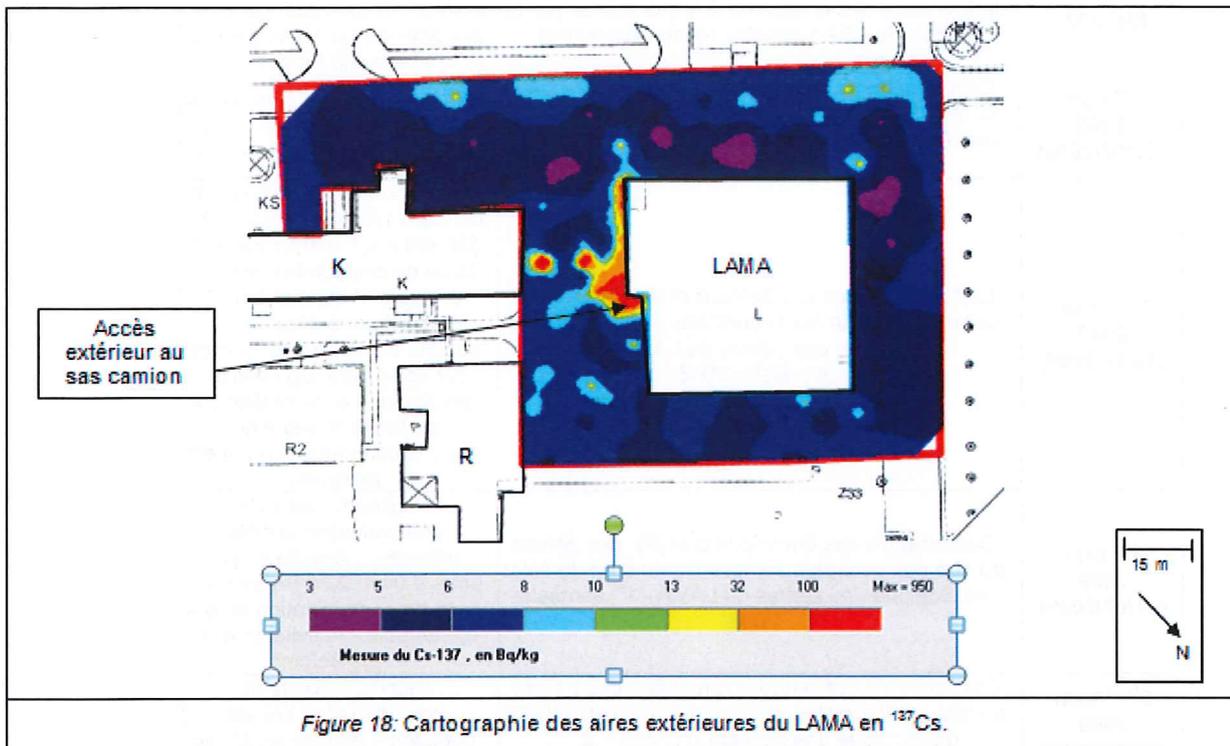
En 2007, le CEA a effectué une cartographie des abords de l'INB 61. Réalisée par spectrométrie gamma in situ, cette cartographie a été obtenue par interpolation géostatistique à partir de points de mesures.

Cette mesure, réalisée à l'aide d'un détecteur germanium haute résolution, a permis d'exprimer des valeurs d'activité massique en considérant une épaisseur de matrice de 5 cm de terre de « Beck » (Modèle physique de terre de référence

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			25 / 37

utilisée pour les interprétations des résultats de mesure par spectrométrie gamma in situ ) pour les zones enherbées et d'1 cm d'enrobé bitumeux pour les voiries.

La Figure suivante présente la cartographie en  $^{137}\text{Cs}$  des abords extérieurs du LAMA.



Cette cartographie de 2007 a permis de mettre en évidence :

- une absence de contamination au niveau des abords sud-ouest, nord-ouest et nord-est de l'installation,
- une zone marquée en  $^{137}\text{Cs}$ , depuis l'entrée Sud du personnel jusqu'au local grillagé d'entreposage. La valeur maximale d'activité surfacique relevée en  $^{137}\text{Cs}$ , est de  $0,95 \text{ Bq.g}^{-1}$ . Des traces de  $^{60}\text{Co}$  ont également été détectées dans cette zone (de l'ordre de  $0,02 \text{ Bq.g}^{-1}$ ). L'estimation de la superficie de la voirie présentant une activité supérieure à  $0,05 \text{ Bq.g}^{-1}$  en  $^{137}\text{Cs}$  est d'environ  $87 \text{ m}^2$ .

**Les résultats ci-dessus confirment la présence d'une pollution radiologique au niveau de la zone zébra du côté sud-est du LAMA (zone d'accès au sas camion).**

### 5.3.1.2 Contrôles périodiques des zébras et contrôles des voiries coté sud-est du LAMA

Des premiers contrôles ont été effectués en mai 2005, avant la mise en place des contrôles périodiques.

Depuis mi-2007, un contrôle périodique semestriel du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA, effectué par le SRSE du site, a été mis en place.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			26 / 37

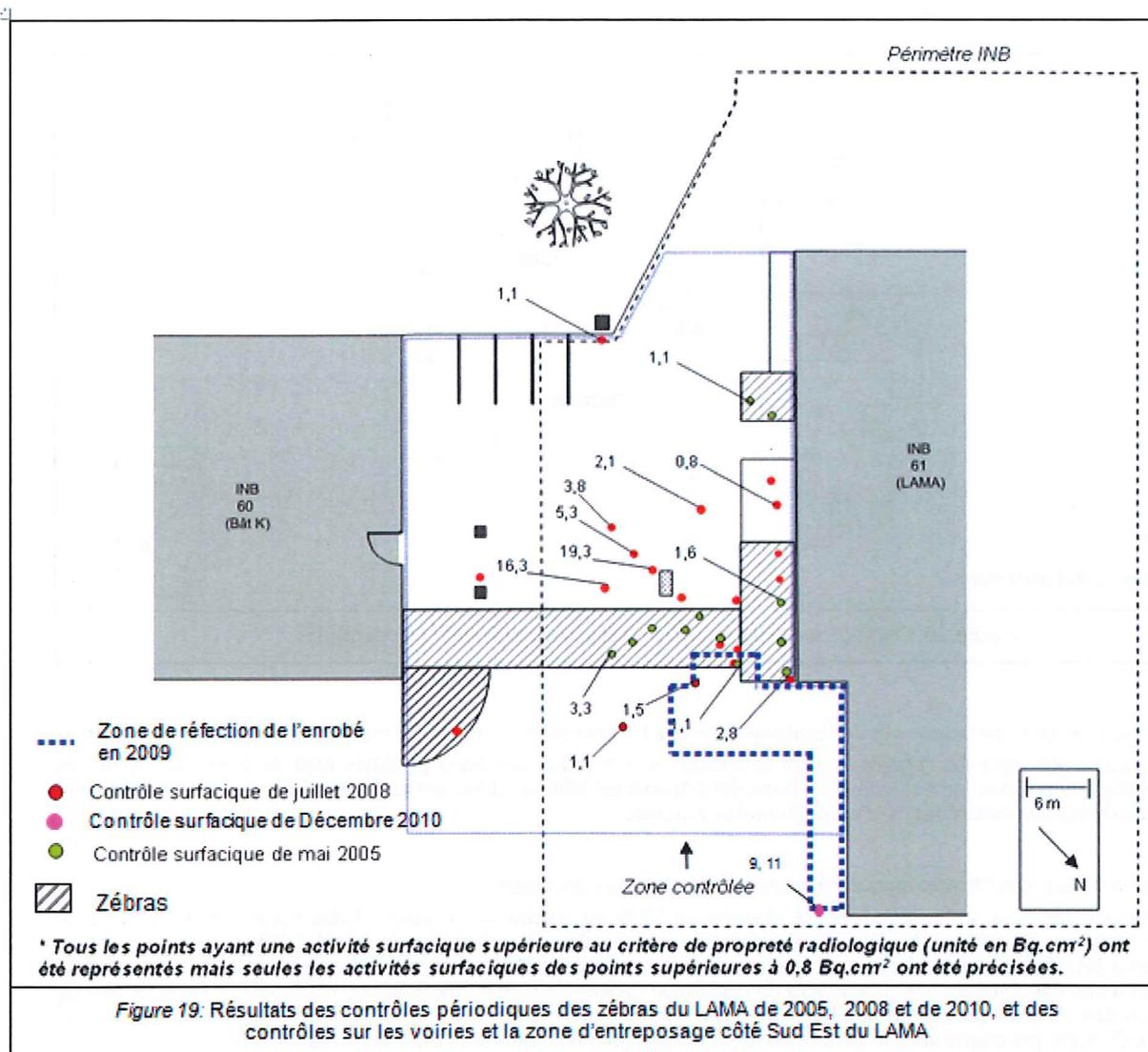
Le Tableau 2 ci-dessous synthétise les principaux résultats obtenus lors de ces contrôles.

Mai 2005	Cartographie des émissions $\beta/\gamma$ des zébras par le SPRSE du CEA/Grenoble (contaminamètre).	Des points de contamination ont été mis en évidence avec des activités qui varient entre 0,5 et 3,3 Bq/cm <sup>2</sup>
1 <sup>er</sup> sem 2008 (30/07/2008)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des voiries au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 1 <sup>er</sup> semestre 2008	Détection de plusieurs points de contamination – Activité $\beta/\gamma$ entre 1,2 et 19,3 Bq/cm <sup>2</sup>
2 <sup>ième</sup> sem 2008 (19/12/2008)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des zébras au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 2 <sup>ième</sup> semestre 2008	Détection de plusieurs points de contamination – Activité en $\beta/\gamma$ entre 0,1 et 0,55 Bq/cm <sup>2</sup> . Deux de ces points (Points à 0,4 Bq/cm <sup>2</sup> et point à 0,55 Bq/cm <sup>2</sup> ) ont été traités. La couche d'enrobé a été retirée sur ces points. Un contrôle radiologique a été réalisé sur les terres mises à nu. Aucune contamination n'a été détectée.
1 <sup>er</sup> sem 2009 (21/07/2009)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des zébras au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 1 <sup>er</sup> semestre 2009	Plusieurs points de contamination ont été détectés – Activité en $\beta/\gamma$ entre 0,94 et 2,36 Bq/cm <sup>2</sup> . Un point de contamination en $\alpha$ a été détecté - Activité en $\alpha$ de 1,51 Bq/cm <sup>2</sup>
2 <sup>ième</sup> sem 2009 (28/01/2010)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des zébras au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 2 <sup>ième</sup> semestre 2009	Plusieurs points de contamination ont été détectés – Activité en $\beta/\gamma$ de 0,38 à 1,83 Bq/cm <sup>2</sup> .
1 <sup>er</sup> sem 2010 (28/06/2010)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des zébras au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 1 <sup>er</sup> semestre 2010	Plusieurs points de contamination ont été détectés – Activité en $\beta/\gamma$ de 0,74 à 6,78 Bq/cm <sup>2</sup> .
2 <sup>ième</sup> sem 2010 (14/12/2010)	Cartographie des émissions $\alpha$ et $\beta/\gamma$ des zébras au titre des contrôles semestriels du suivi de l'état radiologique des zébras du LAMA – 2 <sup>ième</sup> semestre 2010	Plusieurs points de contamination ont été détectés dont un nouveau non identifié lors des contrôles précédents d'activité égale à 9,11 Bq/cm <sup>2</sup> – Activité en $\beta/\gamma$ de 0,38 à 9,11 Bq/cm <sup>2</sup> . Le point de contamination détecté à 6,78 Bq/cm <sup>2</sup> lors des contrôles du 1 <sup>er</sup> sem 2010 n'a pas montré d'activité significative.

Tableau 2 : Détails des contrôles effectués sur les abords sud-est du LAMA.

La Figure 19 situe les points de contamination détectés lors des contrôles en Mai 2005 et Juillet 2008, représentatifs de l'ensemble des contrôles réalisés sur la zone zébra ainsi que le point à 9,11 Bq/cm<sup>2</sup> détecté en 2010.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			27 / 37



Les résultats de contrôles radiologiques des voiries sur les aires extérieures confirment la pollution radiologique des zébras au côté sud-est du LAMA.

### 5.3.1.3 Contrôles effectués lors des travaux de janvier 2009

Les travaux de janvier 2009, concernant la création d'un nouvel accès au bâtiment LAMA, ont entraîné la réfection d'une partie de l'enrobé bitumeux sur les abords extérieurs sud-est de l'installation. Une partie de l'enrobé refait constituait l'emplacement de l'ancien local grillagé d'entreposage, et la seconde partie constituait une zone d'enrobé bitumeux présentant des points de contamination. Lors de l'évacuation de l'enrobé bitumeux, des contrôles radiologiques ont été effectués à l'aide d'une sonde de type Electra par le SPRSE. Ils ont permis de confirmer l'absence de contamination sur la face inférieure de l'enrobé et sur les terres mises à nu.

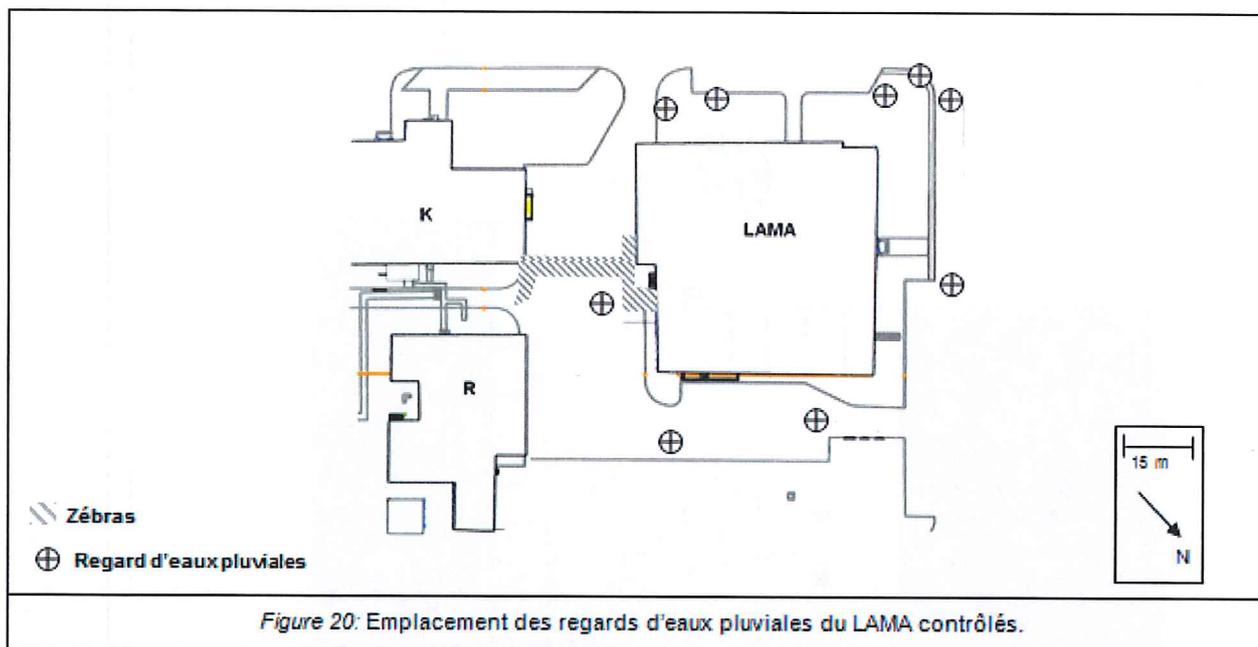
Des contrôles surfaciques ont également été effectués sur l'enrobé bitumeux laissé en place à l'emplacement de l'ancien local grillagé d'entreposage. Ces contrôles effectués à l'aide d'une sonde de type Electra, n'ont pas mis en évidence de trace de contamination. Les activités surfaciques mesurées sur l'enrobé bitumeux sont inférieures aux critères de propreté définis au § 5.2.3.

## 5.3.2 Caractérisation des réseaux enterrés

### 5.3.2.1 Contrôle de la propreté radiologique des regards d'eaux pluviales

Afin de vérifier la propreté radiologique des voiries proches de l'installation, les regards d'eaux pluviales à grille et les avaloirs de bord de voirie proches de l'installation ont été contrôlés en 2008. Ces contrôles ont consisté en une cartographie des parois et fond de regard. En cas de présence de boue une mesure en laboratoire d'un prélèvement de fond de regard a été réalisée. La Figure suivante présente l'emplacement de l'ensemble des regards d'eaux pluviales présents dans le périmètre de l'INB 61. L'ensemble des regards a pu être contrôlé.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			28 / 37

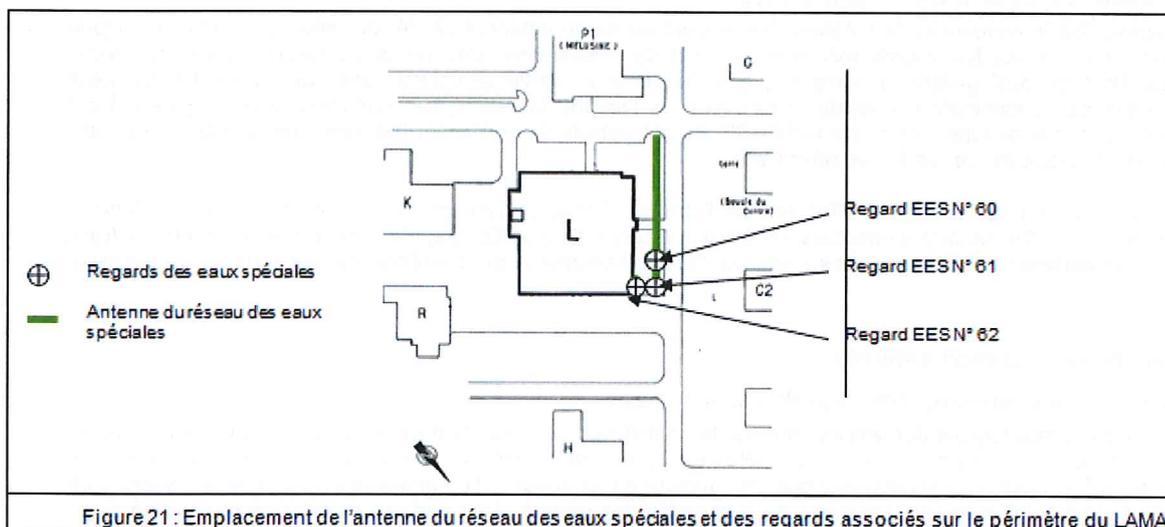


Les résultats des mesures surfaciques et des prélèvements des boues sont conformes aux critères de propreté radiologique. Les boues accumulées dans les regards à grille et avaloirs des réseaux des eaux pluviales sont de bons indicateurs de propreté radiologique puisque les eaux de pluie ruissellent depuis les toitures et les voiries. **Ces résultats confirment ainsi la propreté radiologique des réseaux d'eaux pluviales actuels.**

### 5.3.2.2 Contrôle de la propreté radiologique du réseau de l'égout eaux spéciales

Des contrôles radiologiques surfaciques ont été réalisés en 2010 au niveau des regards et des parois sur l'ensemble du caniveau de l'antenne du réseau de l'égout eaux spéciales située dans le périmètre du LAMA (Figure 21). Un point de contamination a été détecté dans le fond du regard n° 62 situé sous le local 263b ; ce fond de regard a été retiré. Ce point de contamination a très certainement été généré lors de l'opération de modification de l'antenne du réseau EES. En effet, lors de la construction des bureaux (extension des bureaux – entre 1971 et 1981), dont le 263b, l'antenne a été déconnectée et la canalisation EES a été prolongée sous le bureau 263b jusqu'au regard 62, connexion de la nouvelle antenne.

**Les résultats de contrôles radiologiques après retrait (100 % des surfaces du puisard) sont conformes aux critères de propreté radiologique.**

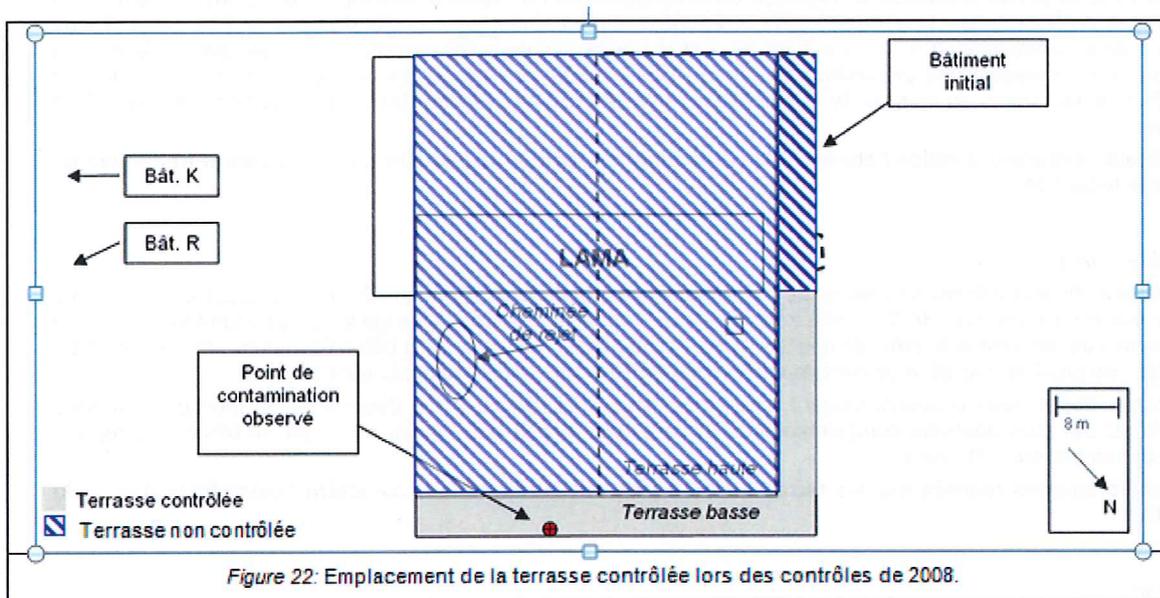


SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			29 / 37

### 5.3.3 Contrôles de la propreté radiologique des terrasses

Afin de vérifier la propreté radiologique des terrasses proches de l'émissaire de rejet du LAMA, des contrôles radiologiques surfaciques ont été effectués à l'aide d'une sonde de type Electra en mars 2008.

Les terrasses de l'installation sont couvertes d'une couche de gravier d'une trentaine de centimètres d'épaisseur, reposant sur la toiture. Une pente de quelques centimètres en direction de la périphérie de la toiture, permet l'écoulement des eaux de pluie en direction des gouttières. Les contrôles ont été effectués dans un premier temps, sur la surface des graviers, puis dans un second temps, après le retrait des graviers, sur une bande au sol de 2 mètres de large en périphérie de la toiture.



Du fait de la forme en pente des terrasses, la méthode de contrôle a consisté au contrôle radiologique surfacique des points d'écoulement de l'eau de pluie sur la périphérie des terrasses, après retrait de la couche de protection de la couverture (graviers). Une partie de la zone nord-ouest de la terrasse basse n'a pas pu être contrôlée car elle était gelée. Ces contrôles ont permis d'identifier un point de contamination surfacique de l'ordre de 2 Bq/cm<sup>2</sup> à 40 cm de la bordure nord-est de la toiture. Après analyse, il s'agit d'un artefact de mesure, la valeur mesurée est inférieure à 2 fois le bruit de fond.

Des contrôles radiologiques ont été réalisés entre juin et septembre 2013 à l'issue des travaux d'assainissement complet. Ces contrôles surfaciques ont été réalisés sur la totalité de chacun des 3 niveaux des terrasses. Dans un premier temps, le contrôle a été effectué sur la surface des graviers, puis dans un second temps, après le retrait des graviers. Ils ont été réalisés à 100% le long des rampardes sur une largeur de 1m, sur une surface de 1 m<sup>2</sup> par maille de 4 m<sup>2</sup> sur le reste des surfaces, et à l'emplacement du point chaud identifié lors de la précédente campagne.

**Les résultats des mesures réalisées ne révèlent aucune contamination surfacique sur aucun des 3 niveaux.**

### 5.3.4 Contrôles de la propreté radiologique des sols sous-bâtiment

Les locaux 103, 104, ZAR THA 11, local DMG, fosse monte-charge et sas camion (§4.2.3) présentent des contaminations pénétrantes dans la dalle qui surplombe le sol sous-jacent. Ces contaminations pénétrantes ont fait l'objet d'expertises afin de déterminer la profondeur de migration de la contamination dans la dalle. Les résultats de ces investigations sont présentés ci-après.

#### 5.3.4.1 Local 103

Suite au risque de contamination liquide identifié au §4.2.3, des contrôles radiologiques ont mis en évidence des points de contaminations (Activité surfacique maximale : 78 Bq/cm<sup>2</sup>) sur une zone au sol accolé au mur ouest. Une expertise de catégorie 3 a été menée. La contamination a parcouru la totalité de l'épaisseur de la dalle.

De plus, lors de l'assainissement du local, deux autres points de contamination liquide pénétrante ont été identifiés au sol (activités surfaciques maximales : 9,5 et 2,9 Bq/cm<sup>2</sup>). Comme précédemment, ces points ont fait l'objet d'expertises de catégorie 3 par le biais de prélèvements. Cependant, l'activité mesurée en profondeur et la faible épaisseur du sol ont conduit à retirer la totalité de la dalle à plusieurs emplacements représentant une surface totale de 5,97 m<sup>2</sup>, afin de valider la propreté radiologique du remblai situé sous ces contaminations.

**Au final, l'ensemble des contrôles réalisés à l'aplomb des zones où la dalle a été retirée a validé l'absence de contamination du sol sous le local 103.**

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			30 / 37

#### 5.3.4.2 Local 104

A l'issue de l'analyse historique de l'exploitation du local, un risque de contamination liquide pénétrante par contact prolongé, lié à l'entreposage de fûts d'effluents, a été identifié sur le sol du local (cf § 4.2.3). Une expertise de catégorie 3 a été menée au sol à cet emplacement. A ce titre, les mesures radiologiques réalisées ont abouti à un profil de migration démontrant que la contamination a atteint une profondeur de 3 cm maximum. Cette contamination n'a donc pas atteint les terres sous-jacentes à la dalle béton (28 cm d'épaisseur) sur l'ensemble du sol hors zone singulière du repère 123 (joint sec entre la dalle et la semelle du poteau).

Cependant, une zone singulière a été identifiée au sol du local 104 durant les travaux d'assainissement. Cette zone singulière correspond à une fissure de la chape étanche au niveau d'un joint sec situé à la jonction entre la dalle de sol et une semelle de poteau. Cette zone singulière a favorisé la migration de la contamination à l'aplomb du joint. En effet, une contamination liquide en profondeur a été détectée. Une expertise de catégorie 3 a été menée suite à cette découverte. Elle a abouti à un profil de migration de la contamination qui a permis de démontrer que le remblai a été contaminé sur quelques cm le long de la semelle uniquement et jusqu'à une profondeur de 48 cm. Des contrôles radiologiques ont permis de confirmer la non contamination du remblai hormis au contact de la semelle. Le remblai excavé pendant les investigations a été évacué en déchets nucléaires.

**Les contrôles finaux réalisés ont validé l'absence de contamination résiduelle après retrait des terres et traitement de la semelle sous le local 104.**

#### 5.3.4.3 Zone arrière THA 11

L'analyse historique a mis en évidence des points de contamination sur la dalle au niveau de 2 zones (une zone de environ 3 m<sup>2</sup> à l'aplomb du sas et de la cellule THA 11 et une zone d'environ 1 m<sup>2</sup> côté Est. Des investigations plus approfondies ont été menées et ont permis de déterminer le profil de migration de la contamination dans la dalle béton (épaisseur de la dalle béton = 28 cm). L'analyse du profil de migration de contamination n'a révélé aucune migration supérieure à 15 cm.

Cependant, à l'issue des travaux d'assainissement, une contamination résiduelle a été découverte au niveau de la zone située à l'aplomb du sas. Les analyses complémentaires qui ont été menées ont conduit au retrait du béton de propreté jusqu'aux terres de remblai sur cette zone.

**Les contrôles radiologiques réalisés sur les terres mises à jour ont confirmé leur caractère conventionnel sous la zone arrière THA 11.**

#### 5.3.4.4 Sas camion

Lors d'une cartographie réalisée en 2001, un point de contamination (200c/s) a été découvert sur le sol près du mur Ouest de la verrue extérieure. Ce point a immédiatement fait l'objet d'un traitement (retrait de 10 cm de béton) qui n'a pas permis de retirer la totalité de la contamination. Un rapport du SPRSE indique que pour atténuer le signal subsistant (30c/s), une tôle vissée a été mise en place en surface après ragréage du sol.

Lors des travaux d'assainissement (en 2013), un signal émergeant était bien présent à la position attendue et le dallage a été écouté par strates successives jusqu'aux terres de remblai.

**Les terres mises à jour sous le sas camion ont fait l'objet de contrôles radiologiques (surfaiques et massiques) qui ont validé leur caractère conventionnel.**

#### 5.3.4.5 Local DMG

L'analyse historique a mis en évidence un risque de contamination sous forme d'aérosols ou de poussières au sol du local DMG. Les pratiques de décontamination mises en œuvre ont généré un risque de contamination par voie liquide du sol.

Afin de déterminer la profondeur de migration de la contamination dans les structures de génie civil du sol côté Ouest, une campagne d'investigations a été menée en 2008. Un carottage de 60 mm a été réalisé dans le prolongement de celui effectué en 2007. Ce prélèvement a ensuite été analysé par spectrométrie  $\gamma$ .

En dessous de 52,5 mm de profondeur, l'activité massique était inférieure à la VARMA (1,5 Bq/g). **La contamination n'a pas atteint la limite de l'épaisseur de la dalle (20 cm) et n'a donc pas pu générer de risque de contamination des terres sous-jacentes au local DMG.**

#### 5.3.4.6 Fosse du monte-charge

L'analyse historique a mis en évidence un risque de contamination sous forme d'aérosols ou de poussières dans la fosse du monte-charge. Cette fosse étant un point bas de l'installation, la présence de faibles quantités d'eau était constatée occasionnellement, générant ainsi un risque de contamination liquide par stagnation au sol de la fosse.

Afin de déterminer la profondeur de migration de la contamination dans les structures génie civil du sol de la fosse du monte-charge, une campagne d'investigations a été menée en 2008. Elle a consisté en une carotte de 20cm de profondeur au centre du puisard de la fosse. Dix échantillons analysés par spectrométrie  $\gamma$  ont été prélevés de cette carotte.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			31 / 37

Il apparaît que dès 0,5 cm, la contamination relevée est inférieure à la VARMA (1,5 Bq/g). La contamination est donc concentrée en surface alors que le prélèvement a été effectué en un point très pénalisant (présence d'eau quasi-permanente dans le puisard, point bas de la fosse).

La contamination relevée dans le puisard est assimilable à une contamination liquide superficielle. **La contamination n'a pas atteint la limite de l'épaisseur de la dalle (20 cm) et n'a donc pas pu générer de risque de contamination des terres sous-jacentes à la fosse monte-charge.**

#### 5.4 ETAT CHIMIQUE

Aucun risque de pollution chimique n'ayant été recensé dans l'analyse historique, aucun contrôle de propreté chimique n'a été effectué.

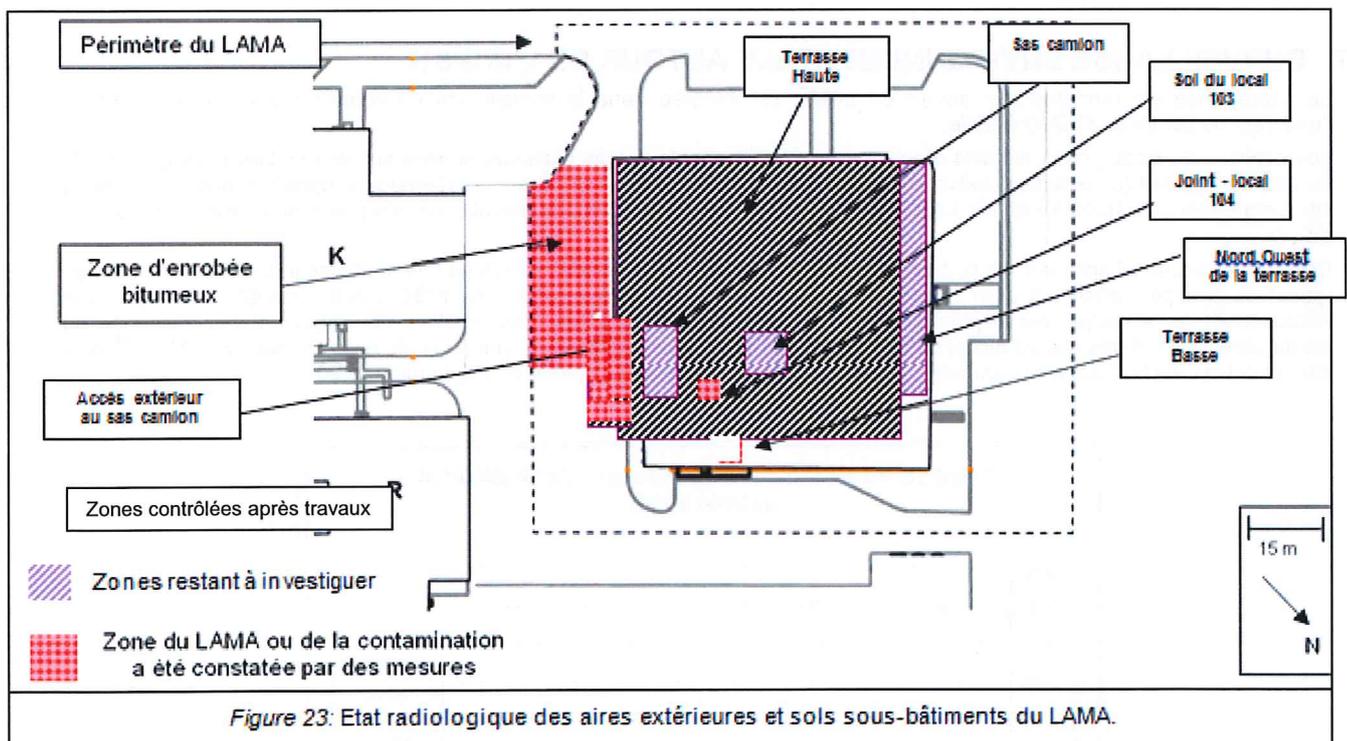
#### 5.5 BILAN DE L'ETAT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE AVANT MESURE DE GESTION

L'analyse de l'historique d'exploitation et des visites in-situ ont permis d'écarter tout risque de pollution chimique, il n'y a donc pas eu d'investigation pour ce type de pollution.

Les investigations effectuées ont permis de dresser un état radiologique des aires extérieures du LAMA.

Une contamination radiologique a été détectée sur :

- la zone d'enrobé bitumeux située au Sud-Est du périmètre de l'INB 61 (correspondant à l'accès au sas camion),
- les aires extérieures au sas camion,
- le sol du local 104 au niveau du joint sec.



## 6. CARACTERISATION DES POTENTIELS DE MIGRATION DANS LE SOL

Les potentiels de migration des différents radionucléides d'intérêt dans le sol correspondent à la vitesse de migration de ces radionucléides dans le sol en fonction des caractéristiques physiques, chimiques et éventuellement biologiques du milieu. Il s'agit donc de données importantes pour évaluer un possible transfert des radionucléides vers la nappe.

L'évaluation des potentiels de migration est basée sur l'étude des interactions chimiques entre la terre et les radionucléides les plus représentatifs, ainsi que la vitesse de migration de l'eau elle-même en zone non-saturée de la terre.

Le comportement des radionucléides dans le sol du polygone scientifique de Grenoble a été caractérisé à plusieurs reprises

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			32 / 37

en laboratoire et dans la nappe avec des isotopes stables. L'étude la plus exhaustive et qui porte sur le plus grand nombre d'éléments (Co, Cs, Sr et Eu) conduit à des résultats concordants avec ceux des autres études et est donc utilisée comme référence.

Ces résultats indiquent que le strontium ayant une faible affinité chimique avec la terre, reste très peu de temps fixé à celle-ci. Le Césium présente une forte affinité chimique avec la terre. Le cobalt et l'euprotium présentent une très forte affinité chimique avec la terre. Ces trois éléments resteront fortement fixés à la terre.

Ainsi, la vitesse de transfert calculée par le « facteur de retard » (rapport entre la vitesse de migration de l'élément et celle de l'eau elle-même) conduit à une vitesse de transfert vraisemblable pour le strontium, mais très nettement surestimée pour le césium, le cobalt et l'euprotium. Ces vitesses ainsi calculées sont présentées en Tableau 3.

Elément	Vitesse de migration en zone non-saturée	Vitesse de migration en nappe
Sr	2,6 mm.an <sup>-1</sup>	120 mm.an <sup>-1</sup>
Cs	0,1 mm.an <sup>-1</sup>	3 mm.an <sup>-1</sup>
Co	négligeable	négligeable
Eu	négligeable	négligeable

Tableau 3 : Vitesses modélisées de migration de Sr, Cs, Co et Eu dans la terre du polygone scientifique de Grenoble

Ces valeurs prennent en compte la pluviométrie moyenne de la région grenobloise. En cas de protection des terres par un revêtement type bitume, la migration est négligeable quel que soit le radionucléide.

En conclusion, le sol du LAMA (commun à l'ensemble du polygone scientifique de Grenoble) retient modérément le strontium et fortement le césium, le cobalt et l'euprotium du fait de ses caractéristiques chimiques (pH élevé en particulier). Une simple protection des éventuelles terres polluées suffit à éviter tout transfert de radionucléides vers la nappe.

## 7. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE AUTOUR DE L'INB 61

La surveillance environnementale autour du LAMA est intégrée dans la surveillance environnementale du centre et de l'extérieur du centre du CEA/Grenoble.

Les bilans radio-écologiques annuels établis par le CEA/Grenoble depuis plusieurs années sur de nombreux compartiments de l'environnement (eaux superficielles et souterraines, air, terre, végétaux) et sur les denrées alimentaires aux alentours du site permettent de démontrer que le LAMA, et plus généralement le polygone scientifique, n'a pas d'incidence sur l'extérieur du site.

Concernant la surveillance des eaux de nappe phréatique, des prélèvements effectués mensuellement dans les piézomètres (puits) du site permettent un suivi radiologique de la nappe. Le prélèvement noté n°34, placé en aval du LAMA selon l'écoulement de la nappe, est le plus influencé par les activités du LAMA. Les résultats des prélèvements de nappe du piézomètre 34 n'ont pas mis en évidence de pollution dans la nappe phréatique. Les résultats en bêta total, <sup>3</sup>H, <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs et alpha total sur les huit dernières années d'activité du LAMA sont présentés dans le graphique suivant.

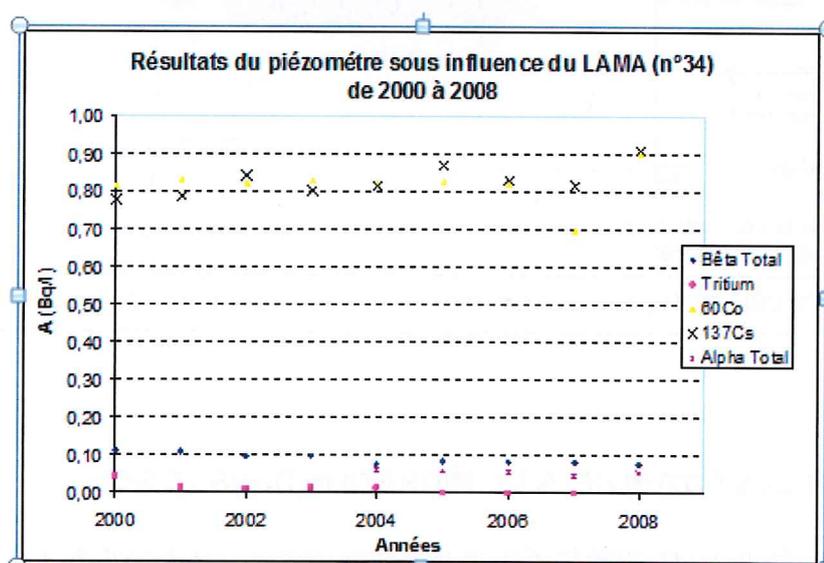


Figure 24: Activité volumique de la nappe au niveau du piézomètre influencé (n°34)

Les activités des émetteurs alpha, bêta et du tritium, sont inférieures aux limites réglementaires, respectivement 0,1 Bq.l<sup>-1</sup>, 1 Bq.l<sup>-1</sup> et 100 Bq.l<sup>-1</sup> (arrêté du 12 mai 2004) des eaux destinées à la consommation humaine.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			33 / 37

## 8. MESURES DE GESTION MISES EN OEUVRE

Deux types de mesures de gestion peuvent être mises en œuvre :

- les mesures de gestion simple, qui consistent à restaurer la propreté d'une zone par retrait de la pollution ;
- les autres mesures de gestion, lorsque la réalisation des mesures de gestion simple n'est pas raisonnable du point de vue technico-économique. Il peut s'agir de retrait de la pollution jusqu'à des objectifs déterminés sur la base d'une étude d'optimisation, ou de la mise en place d'un confinement de la pollution, ou encore de la justification que l'impact résiduel associé à la pollution résiduelle est acceptable.

### 8.1 ZONES AYANT FAIT L'OBJET DE MESURES DE GESTION SIMPLE

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 :

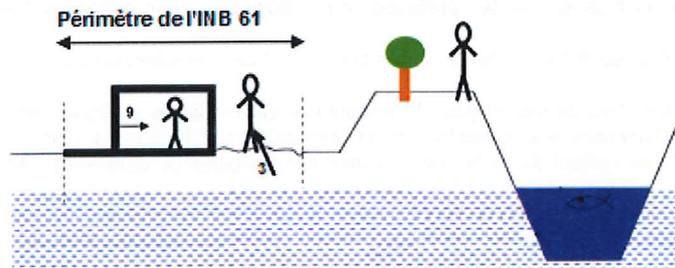
- La zone bitumée correspondant à la zone d'entreposage grillagée : les travaux de réfection de l'enrobé sur cette zone ont permis le retrait des points de contamination repérés sur le bitume.
- La zone du local 104 au niveau du joint sec – semelle du poteau : Pour permettre les contrôles radiologiques 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 points chauds identifiés lors des différents contrôles ont été retirés, et de nouveaux contrôles radiologiques ont été réalisés suite à ces travaux. Ces mesures ont confirmé l'absence de contamination radiologique sur ces zones.

### 8.2 ZONES AYANT FAIT L'OBJET D'AUTRES MESURES DE GESTION

Aucune zone n'a fait l'objet de mesures autre qu'une mesure de gestion simple précisée au paragraphe précédent.

## 9. SCHEMA CONCEPTUEL REEL

Le schéma conceptuel potentiel a donc évolué ; le schéma conceptuel réel, représentatif de l'état final de l'installation et des usages futurs envisagés est présenté en Figure 25.



3 : contamination ou irradiation des travailleurs depuis le sol (sol nu ou revêtu type parking)  
 9 : contamination ou irradiation des travailleurs depuis les parois d'un bâtiment assaini (pour le scénario de réutilisation des bâtiments)

Figure 25 : Schéma conceptuel réel de l'INB 61

## 10. INVESTIGATIONS RESTANT A REALISER

Suite à l'analyse de l'historique et de l'état radiologique des aires extérieures de l'INB 61 et en prenant en compte les mesures de gestion déjà mises en œuvre, les investigations à réaliser pour valider la présence d'une pollution ou la propreté du sol sont présentées dans les paragraphes suivants.

### 10.1 SUR LES AIRES EXTERIEURES

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			34 / 37

Aucune investigation n'est à réaliser au niveau des aires extérieures.

## 10.2 AU NIVEAU DES SOLS SOUS BATIMENT

Aucune investigation n'est à réaliser au niveau des sols sous bâtiments.

## 11. MESURES DE GESTION A METTRE EN ŒUVRE

### 11.1 SUR LES AIRES EXTERIEURES

Aucune mesure de gestion n'est à mettre en œuvre sur les aires extérieures.

### 11.2 AU NIVEAU DES SOLS SOUS BATIMENT

Aucune mesure de gestion n'est à mettre en œuvre au niveau des sols sous bâtiments.

## 12. RESEAUX ENCORE EN PLACE SUR LES AIRES EXTERIEURES

Tous les réseaux ayant véhiculé des effluents radioactifs ont été déposés. D'autres réseaux conventionnels enterrés (air comprimé, eau potable...) sont toujours opérationnels mais ne présentent aucun risque de pollution des sols.

## 13. CONCLUSION

Sur la base de l'analyse historique et des investigations réalisées dans le cadre du démantèlement de l'INB 61, les zones présentant une contamination radiologique ont fait l'objet des mesures de gestion appropriées. Les schémas synthétisant l'état radiologique final atteint pour l'ensemble du périmètre de l'INB 61 sont présentés en annexe. Les résultats des mesures effectuées sur les terres sous bâtiment, ainsi que la localisation des prélèvements sont précisés sur ces schémas. L'ensemble des réseaux dits nucléaires a été déposé.

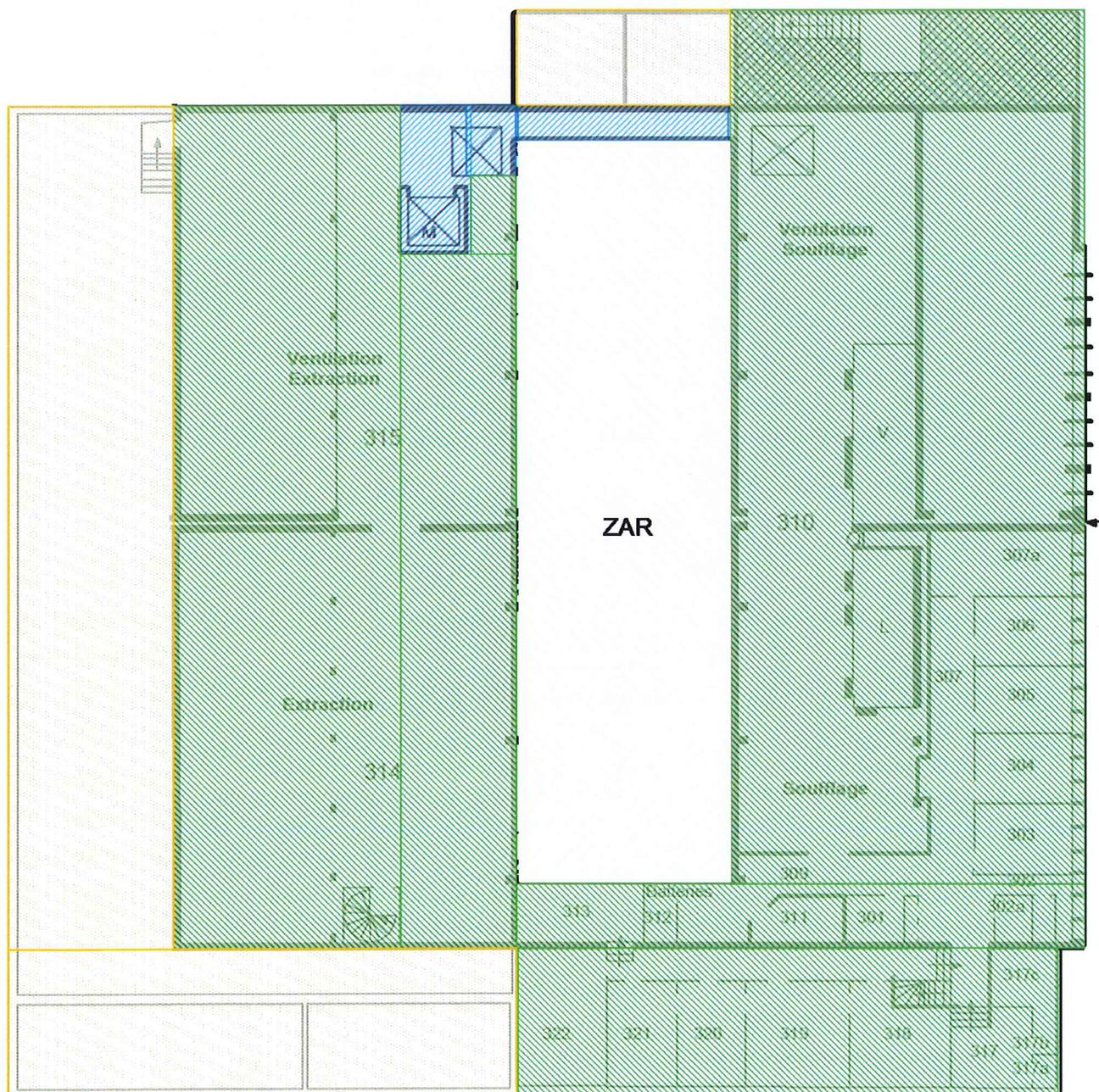
Comme indiqué aux § 4.6.2 et 5.2.4, il n'a pas été identifié de zones présentant une pollution uniquement chimique.

Dans les années 50, les opérations générales de dépollution du sol qui ont été réalisées après la cession du terrain du polygone par l'armée ont permis une première élimination des objets les moins enfouis. Les opérations spécifiques d'affouillement lors de la construction des fondations de l'INB 61 permettent d'écarter tout risque d'objet explosif ou dangereux résiduel sous les bâtiments.

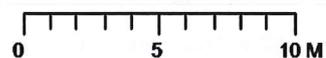
Pour les aires extérieures de l'INB 61 situées à l'intérieur du périmètre de l'INB, les éventuelles futures opérations d'affouillement seront effectuées suivant les procédures du CEA de Grenoble qui donnent les instructions à suivre en cas de découverte d'objets inconnus.

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			35 / 37

### ANNEXE 1 : CARTES DE L'ETAT FINAL

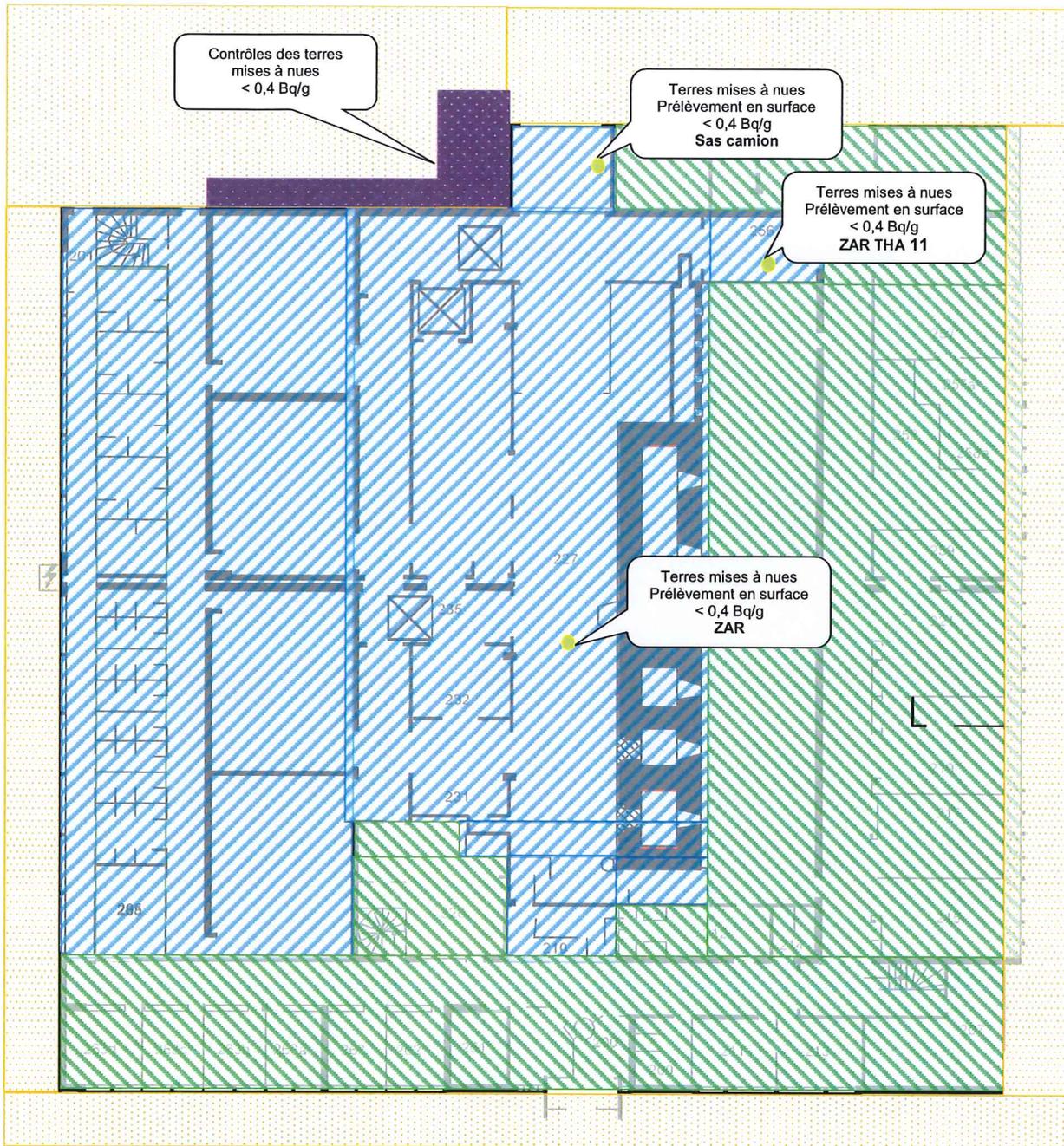


-  Zone inférieure aux critères de propreté
-  Zone conventionnelle inférieure au critère de confirmation de ZSRA
-  Aire extérieure conventionnelle inférieure au critère de confirmation ZSRA

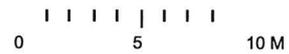


**LAMA**  
Plan de l'étage  
niveau 216,10m

SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			36 / 37

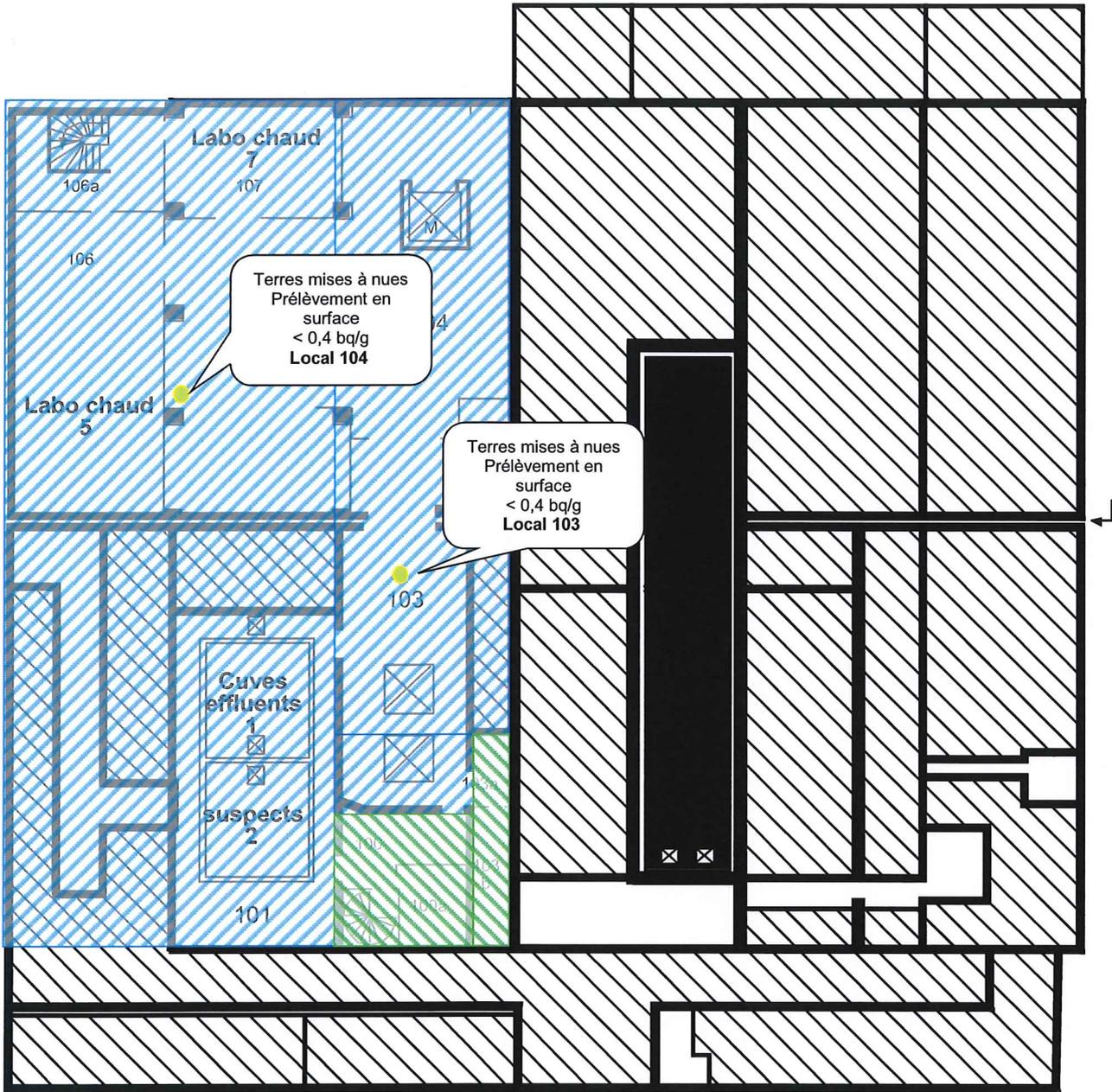


-  Zone inférieure aux critères de propreté
-  Zone conventionnelle inférieure au critère de confirmation de ZSRA
-  Aire extérieure conventionnelle inférieure au critère de confirmation ZSRA
-  Contrôle sous bâtiment de validation du caractère ZSRA
-  Enrobé bitumeux refait en 2009



**LAMA**  
Plan du rez-de-chaussée  
niveau 211,60m

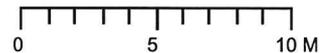
SYNTHESE	Diagnostic d'état de pollution radiologique et chimique des aires extérieures et des sols sous l'INB 61 – LAMA du CEA de Grenoble	LAIG/SY/8000/09/0856	C
			37 / 37



 Zone inférieure aux critères de propreté

 Zone conventionnelle inférieure au critère de confirmation de ZSRA

 Contrôle sous bâtiment de validation du caractère ZSRA



**LAMA**  
Plan du sous-sol  
niveau 208,40m