

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Evaluation de l'impact radiologique du site de **FEDERAL MOGUL** sur les futurs occupants

Gif-sur-Yvette (91)

DEI/SIAR N° 08/661

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'INTERVENTION

Service d'Intervention et d'Assistance en Radioprotection



Système de management
de la qualité IRSN certifié

Demandeur	ERM				
Référence de la demande					
Numéro d'imputation	03 D /T01-002/06				
Macro processus de rattachement	R5				
<p>Evaluation de l'impact radiologique du site de FEDERAL MOGUL sur les futurs occupants Gif-sur-Yvette (91)</p> <p>Charlotte Cazala et Sylvain Israël</p> <p>Service d'intervention et d'assistance en radioprotection GIRO/NORD</p> <p>Rapport DEI/SIAR n° 08/661</p>					
	Réservé à l'unité		Visas pour diffusion		
	Auteur(s)	Vérificateur	Chef du SIAR - Chef du SARG	Directeur de la DEI	Directeur Général de l'IRSN
Noms	S. ISRAEL - C. CAZALA	A. SAVARY	D. LADSOUS - D. GAY	D. CHAMPION	J. REPUSSARD
Dates					
Signatures					

DIFFUSION : Libre Interne Limitée



Document réalisé sous
système de management
par la qualité certifié

Direction de l'Environnement et de l'Intervention
Service d'Intervention et d'Assistance en Radioprotection
Tél. 01.58.35.74.24 / Fax 01.46.54.48.97
Courrier : BP 17 - 92262 FONTENAY-AUX-ROSES Cedex France

Antennes régionales

AGEN : BP 27 - 47002 Agen Cedex - 05.53.48.01.60
LE VESINET : BP 40035 - 78116 Le Vésinet Cedex - 01.30.15.52.40
LES ANGLÉS : BP 70295 - 30402 Villeneuve les Avignon Cedex - 04.90.26.11.15
PIERRELATTE : BP 166 - 26702 Pierrelatte Cedex - 04.75.50.47.59



HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires

Liste de diffusion

Nom	Organisme

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	1
2	HISTORIQUE DU SITE DU « CLOS ROSE »	1
2.1	L'USINE DE PRODUCTION DU RADIUM : 1913 - 1935	1
2.2	PERIODE POST-PRODUCTION DU RADIUM : DEPUIS 1935	2
2.3	DESCRIPTION DU SITE	2
3	CADRE REGLEMENTAIRE GENERAL	6
4	DEMARCHE DE GESTION D'UN SITE POLLUE	6
5	ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE.....	7
5.1	DESCRIPTION DES DONNEES EXISTENTES ET DISPONIBLES	7
5.1.1	Description des opérations avant 2000	7
5.1.2	Description des opérations après 2000.....	8
5.2	SYNTHESE DES CAMPAGNES DE MESURES ANTERIEURS	8
5.2.1	Mesures de débit d'équivalent de dose.....	9
5.2.2	Caractérisation radiologique du sol	12
5.2.3	Mesures de dosimétrie passive	14
5.2.4	Mesure de l'activité volumique du Radon	14
5.2.5	Prélèvement d'aérosols.....	18
5.3	MESURES COMPLEMENTAIRES REALISEES LE 11 JUIN 2008	19
5.3.1	Matériels utilisés.....	19
5.3.2	Caractérisation radiologique du sol	19
5.3.3	Prélèvement d'aérosols.....	20
5.3.4	Vérification de l'absence de contamination surfacique labile	21
5.4	SYNTHESES RELATIVES A L'ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE	21
6	ANALYSE DES RISQUES.....	22
6.1	EVALUATION DU NIVEAU DE CONTAMINATION	22
6.2	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES POUR LES USAGES ENVISAGES	23
6.2.1	scénario aménagement des bureaux	24
6.2.2	scénario utilisation des bureaux	25
6.2.3	scénario gardiennage	26
6.2.4	Synthèse.....	27
7	REFLEXIONS SUR LES OPTIONS DE GESTION	28
8	REFERENCES.....	30
9	ANNEXES	31
9.1	ANNEXE 1 DECOUPAGE DU SITE DE FEDERAL MOGUL	32

9.2 ANNEXE 2 - MESURES DE DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE SUR LES EXTERIEURS DU SITE DE FEDERAL MOGUL.....	33
9.3 ANNEXE 3 - MESURES DE DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE ET DE DOSE INTEGREE DANS LES BATIMENTS DU SITE DE FEDERAL MOGUL.....	40
9.4 ANNEXE 4 - MESURE D'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON ET CONTROLE DE LA CONTAMINATION ATMOSPHERIQUE ET SURFACIQUE A L'INTERIEUR DES BATIMENTS.....	48
9.5 ANNEXE 5 - CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DES SOLS.....	56
9.6 ANNEXE 6 - RESULTATS DES MESURES DE CONTAMINATION SURFACIQUE.....	57
9.7 ANNEXE 7 - PARAMETRES DESCRIPTIFS DES SCENARIOS BUREAUX ET CHANTIER DE CONSTRUCTION D'UN BATIMENT.....	58

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Le site de la société FEDERAL MOGUL, sis 58 rue Jules Adam à Gif-sur-Yvette, présente un marquage radiologique mis en évidence par des contrôles radiologiques en 1975. Ce site a accueilli les activités de production de produits radifères de la Société Nouvelle du Radium jusque dans les années 30.

La société FEDERAL MOGUL, propriétaire actuel, souhaite donner un nouvel usage aux locaux existants. Dans ce cadre, la société ERM pour le compte de FEDERAL MOGUL, a sollicité l'IRSN afin de réaliser une évaluation de l'impact radiologique pour des travailleurs exerçant une activité professionnelle sur le site.

L'évaluation à réaliser repose sur des calculs dosimétriques qui associent l'usage futur du site et des bâtiments avec l'état radiologique actuel. Le scénario retenu par la société FEDERAL MOGUL est une utilisation en bureaux des locaux existants.

La présente étude ne prend pas en compte l'impact de la pollution radiologique sur l'environnement.

2 HISTORIQUE DU SITE DU « CLOS ROSE »

2.1 L'USINE DE PRODUCTION DU RADIUM : 1913 - 1935

A la suite de la découverte du radium (^{226}Ra) en 1898 par Pierre et Marie CURIE, les applications notamment médicales de cet élément se développent rapidement. La production de radium devient alors le facteur limitant de son utilisation. A partir de 1910, les découvertes de nouveaux gisements se multiplient, parmi ceux-ci, le gisement de pechblende de la mine de South Terras, dans la péninsule de Cornouailles, à l'extrémité sud-ouest de l'Angleterre.

La compagnie de South Terras sollicite Jacques DANNE pour étudier et exploiter ce minerai. De ce rapprochement naît la Société Industrielle du Radium (SIR) le 16 novembre 1912 dont Jacques DANNE devient l'un des administrateurs français. Dès 1913, la SIR prend le nom de Société Française du Radium (SFR). Dans le même temps, l'usine de traitement du minerai des Cornouailles s'installe à Gif-sur-Yvette sur le site du « Clos Rose ». C'est en février de la même année que sont construits les bâtiments qui couvrent environ 2 hectares et en mai que commence l'activité de la nouvelle usine de production.

Le 30 octobre 1916, la Société Nouvelle du Radium (SNR) est créée en lieu et place de la SFR. Avant la première guerre mondiale, la France se situe parmi les plus importants producteurs de radium du monde. Si la guerre marque un tournant dans l'usage du radium, elle correspond également au début du déclin de l'industrie française du radium.

Après la disparition de Jacques DANNE en 1919, son frère Gaston DANNE tente de poursuivre l'activité de l'usine du « Clos Rose » et lance la fabrication d'engrais radioactifs. En 1926, Gaston DANNE disparaît puis l'usine est vendue en 1935. La SNR, quant à elle, cesse son activité en 1957.

2.2 PERIODE POST-PRODUCTION DU RADIUM : DEPUIS 1935

A l'issu de la période de production du radium, une usine de production de garnitures de freins et d'embrayages s'installe sur le site du « *Clos Rose* ». L'activité de l'entreprise démarre vers 1935-1940 sous le nom de FADIL puis de FERRODO.

Le site est ensuite occupé par ABEX PAGID et enfin FEDERAL MOGUL dont les activités sont également liées à la production de garnitures de freins.

Malgré les changements de propriétaires, le site a gardé un usage industriel depuis la fin de l'activité d'extraction du radium. Les différents utilisateurs du site qui se sont succédés, ont conservé les bâtiments construits à l'époque de la SNR et des extensions ont été ajoutés.

2.3 DESCRIPTION DU SITE

Le plan du site (Figure 1) et une vue aérienne (Figure 2) permettent de visualiser les différents bâtiments et le terrain dans son ensemble. La Figure 1 permet également de distinguer les bâtiments qui ont été construits à l'époque de la SNR, de ceux construits et utilisés ultérieurement.

Les différents bâtiments que l'on retrouve sur le plan sont :

- le bâtiment administratif dont les deux ailes situées près de l'entrée du site ont été utilisées du temps de la SNR - les parties anciennes du bâtiment étaient contaminées et ont été assainies en 1984,
- le bâtiment « services techniques » constitué à la fois d'ateliers et de bureaux. Il est de construction récente et n'a donc pas de lien avec les activités de la SNR. Il n'a pas été mis en évidence de marquages radiologique dans les bâtiments,
- le quai de réception : il existait du temps de la SNR et a été utilisé à cette période. Des points chauds ont été détectés en 1975 et des traces de contamination fixée ont été identifiées en 1998,
- la nouvelle usine, appelée aussi entrepôt, a été construite en 1975 et utilisée par ABEX PAGID. Elle comprend une extension appelée Magasin. Elle présentait quelques zones avec des valeurs de débit d'équivalent de dose de 100 à 200 nSv.h⁻¹ en 1975 (le bruit de fond naturel local mesuré est de 60 nSv.h⁻¹)
- l'ancienne usine - rez-de-chaussée : le bâtiment a été utilisé par la SNR. Il est à l'heure actuelle aménagé en bureau et comporte également des vestiaires et des sanitaires. Plusieurs pièces sont à ce jour, fermées, une en particulier semble servir de remise pour le matériel informatique,
- l'ancienne usine - premier étage. Autrefois utilisé par la SNR, l'espace est aujourd'hui aménagé en bureaux,
- le bâtiment archives : bâtiment utilisé par la SNR, il sert maintenant de lieu de stockage. Comme l'ancienne usine, cette zone présentait plusieurs points chauds en 1975.

Pour ce qui concerne les extérieurs, on trouve :

- l'ancien parking à droite de l'entrée du site,

le nouveau parking à droite du bâtiment « nouvelle usine ».

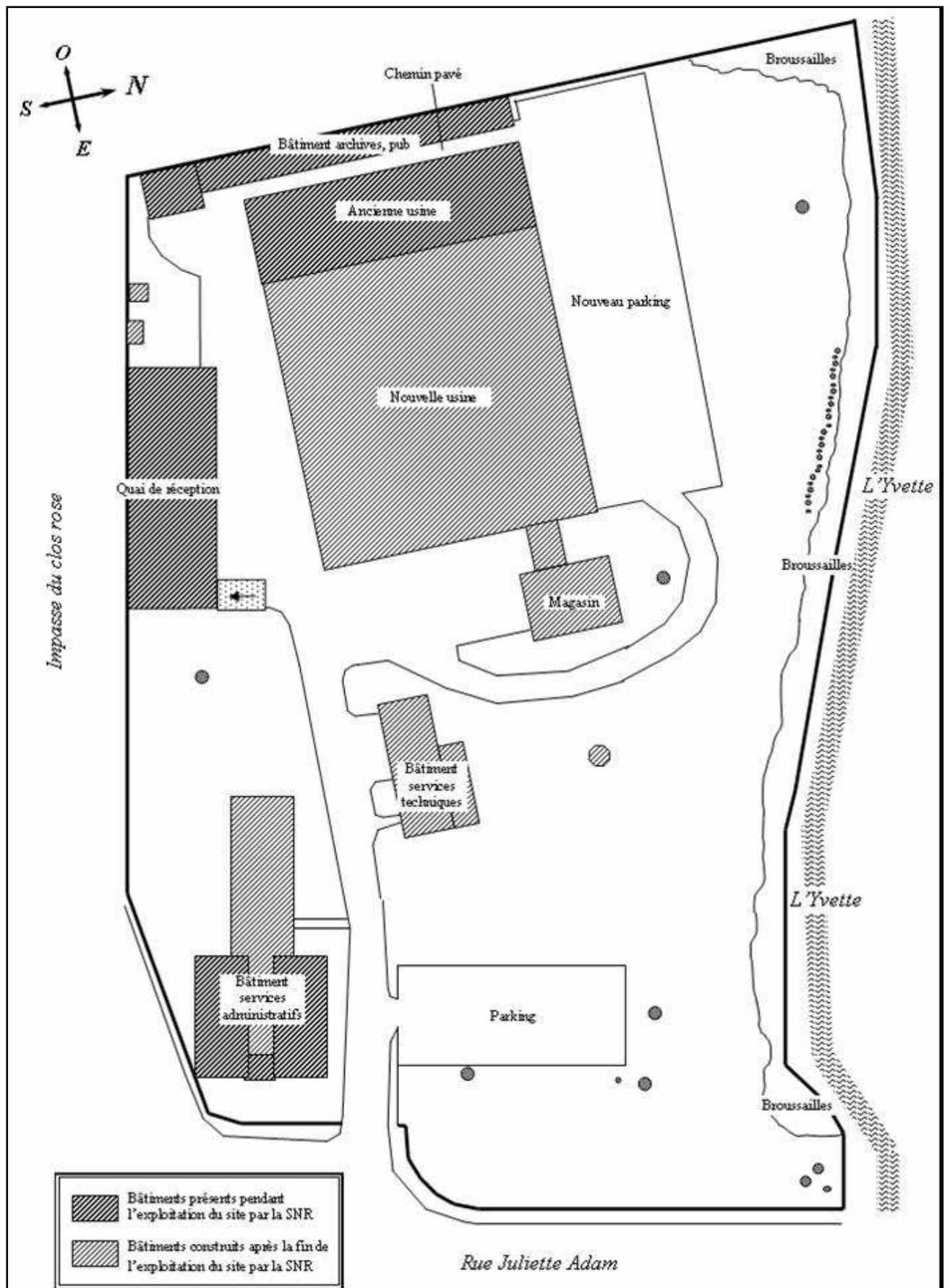


Figure 1 : Plan du site de Federal Mogul



Figure 2 : Photographie aérienne du site de Federal Mogul

3 CADRE REGLEMENTAIRE GENERAL

La protection générale des personnes ainsi que celle des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants est prise en compte dans la réglementation par le code du travail, le code de la santé publique et différents décrets et arrêtés d'application. Les principales références sont présentées ci-dessous :

■ **Code du Travail** :

- **partie législative** :
 - Livre I, titre II, chapitre II et IV.
 - Livre II, titre III, chapitre I.
- **partie réglementaire** :
 - 4^{ème} partie, Livre IV, titre V.

■ **Code de la Santé Publique** :

- **partie législative** :
 - 1^{ère} partie, livre III, titre III, chapitre III et VI.
- **partie réglementaire** :
 - Livre 1^{er}, titre I, chapitre V-I, sections 1, 2, 3, 4, 5, 6, et 7.
 - Livre III, titre III, chapitre III, sections 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

■ **Décrets** :

- **Décret n° 2003-296** du 31 mars 2003 et **décret n° 2007-1570¹** du 5 novembre 2007 relatifs à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants.
- **Décret n° 2002-460** du 4 avril 2002 et **décret n° 2007-1582²** du 7 novembre 2007 relatifs à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants.

4 DEMARCHE DE GESTION D'UN SITE POLLUE

. Le guide méthodologique de gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives [1] et [2] propose des outils d'évaluation du risque radiologique associé à l'usage de ces sites. La méthodologie, et les outils qui y sont associés, ont été établis en 2001 sur la base de la démarche proposée dans le guide dévolu à la gestion des sites pollués par des substances chimiques en date de 1997 [3]. L'objectif initial de ce dernier était le recensement des sites contaminés et la hiérarchisation des actions à mener.

En 2007, le ministère en charge de l'environnement a publié de nouveaux textes relatifs à la gestion des sites contaminés par des substances chimiques [4] à [8] et devrait dans la continuité engager un travail de révision du guide dédié aux substances radioactives afin de conserver une bonne cohérence entre les domaines chimique et radiologique. C'est la raison pour laquelle l'IRSN n'a pas retenu pour la présente évaluation la méthodologie proposée dans le guide de gestion des sites contaminés par des substances radioactives. Néanmoins, certains outils issus de ce document ont été utilisés.

¹ Modifiant le code du travail

² Modifiant le code de la santé publique

Le site a fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures, les résultats de celles-ci ont été utilisés et comparés dans la présente étude. Parmi les mesures disponibles, certaines datent de l'an 2000. Elles ont été utilisées avec l'hypothèse qu'aucune modification majeure du site n'a été réalisée depuis cette date. De nouvelles mesures radiologiques ont été réalisées pour compléter les données d'entrée de l'étude de risque.

5 ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE

5.1 DESCRIPTION DES DONNEES EXISTENTES ET DISPONIBLES

5.1.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS AVANT 2000

Depuis la découverte de la pollution radioactive du site, de nombreuses investigations ainsi que des assainissements partiels ont été réalisés. Les différents rapports consultés font état :

- de contrôles par le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) en 1975 : nombreux points chauds dans les anciens locaux de la SNR ainsi qu'à l'extérieur de ceux-ci. Une zone à proximité du nouveau parking aurait servi au stockage de déchets générés par le traitement des minerais et montre un marquage radiologique,
- d'un assainissement de l'entrée du site en 1981 lors de la construction du pont route avec comme limite de débit de dose préconisée de $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$,
- de contrôles puis d'un assainissement par le service de prévention des risques (SPR) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Saclay en 1983 : dans le bâtiment « services administratifs » et sur les pelouses attenantes. La limite fixée est la même que pour l'assainissement de 1981 ($1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$),
- de contrôles puis d'un assainissement par le SPR du CEA de Saclay en 1984 du réfectoire. Des tâches de contamination ont été détectées sur les murs et le sol. L'assainissement a consisté à enlever une brique du mur et à piquer le sol,
- de contrôles de l'ensemble du site par le cabinet Gonnard en 1998 : mesures de débit d'équivalent de dose pratiquées à un mètre du sol. Des tâches de contamination fixées sont détectées au niveau du réfectoire et du quai.

5.1.2 DESCRIPTION DES OPERATIONS APRES 2000

Après 2000, des investigations radiologiques ont été réalisées à différentes reprises mais elles n'ont pas conduit à des actions de traitement ou d'assainissement comme ce fût le cas auparavant. En conséquence, les mesures réalisées à partir de cette époque peuvent être considérées comme représentatives de l'état radiologique actuel du site.

- Campagne de mesure réalisée par l'Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) en 2000 et 2001 :
 - mesures de débit d'équivalent de dose réalisées dans les bâtiments et en extérieur,
 - mesures ponctuelles de l'activité volumique du radon (^{222}Rn),
 - mesures intégrées de l'activité volumique du radon par Détecteurs Solide de Traces Nucléaires (DSTN),
 - mesures intégrées de la dose ambiante par dosimétrie passive (films photographiques),
 - mesures sur quelques prélèvements de terres de l'activité massique des radiocontaminants.

- Campagne de mesure réalisée par l'APAVE en 2005 :
 - mesures ponctuelles de l'activité volumique du radon,
 - mesures intégrées de l'activité volumique du radon par Détecteurs Solide de Traces Nucléaires (DSTN).

- Campagne de mesure réalisée par ONECTRA en 2008 :
 - mesures de débits d'équivalent de dose : cartographie du site,
 - mesures intégrées de l'activité volumique du radon par Détecteurs Solide de Traces Nucléaires (DSTN).

5.2 SYNTHÈSE DES CAMPAGNES DE MESURES ANTERIEURS

Pour conduire l'étude, la synthèse des données présentées au paragraphe précédent et issues des documents suivants a été nécessaire :

- Rapport d'intervention n° 2000/450-1 du 11 décembre 2000 de l'OPRI [10],
- Rapport d'intervention n° 2001/091-1 du 2 mars 2001 de l'OPRI [15],
- Rapport de fin d'intervention n° 2613/RFI/08/014 Ind 0 du 24 avril 2008 intitulé « cartographie radiologique du site FEDERAL MOGUL » de la société ONECTRA [14],
- Rapport D'essais DPR 08-07-1390 Mesure intégrée de l'activité volumique en radon 222 dans l'environnement atmosphérique - ALGADE pour le compte d'ONECTRA [16],
- Rapport de dépistage du radon dans les bâtiments du 25 avril 2005 de la société APAVE [13].

5.2.1 MESURES DE DEBIT D'EQUIVALENT DE DOSE

Les mesures de débits d'équivalent de dose ont été réalisées à l'intérieur des locaux et à l'extérieur par l'OPRI et ONECTRA avec une méthode similaire, c'est-à-dire, une prospection sur l'ensemble de la surface au sol. Au niveau de la présentation des résultats :

- pour l'OPRI [10]: seules les valeurs significatives à 50 cm du sol par rapport au bruit de fond ont été prises en compte,
- pour ONECTRA [14] : présentation sous forme d'une cartographie avec un découpage par tranche de débit d'équivalent de dose, mesuré à 10 cm du sol.

En général, les valeurs mesurées par ONECTRA sont plus élevées que celles mesurées par l'OPRI. Cela tient essentiellement au fait que les mesures de débit d'équivalent de dose n'ont pas été effectuées selon le même protocole de mesure. Celles de l'OPRI ont été réalisées à 50 cm du sol tandis que celles d'ONECTRA ont été réalisées à 10 cm du sol, voire au contact.

Pour que les mesures soient représentatives de l'exposition d'un individu, il est recommandé de réaliser des mesures entre 50 et 70 cm de la surface à contrôler. C'est notamment ce que préconise le guide méthodologique applicables aux sites pollués par des substances radioactives.

Pour la présentation des résultats, les mesures reportées sur les cartes en annexes 1, 2 et 3 sont des mesures ponctuelles au contact du sol pour ONECTRA et à 50 cm pour l'OPRI. Ces différentes données sont complémentaires et ne sont donc pas directement comparables.

■ Mesures en extérieur :

Les cartes ([annexe 1](#) et [annexe 2](#)) présentent une compilation des résultats des investigations de l'OPRI et d'ONECTRA. Pour plus de lisibilité, le site a été divisé en 6 vues.

La « **Vue n° 1** » regroupe les extérieurs à proximité du bâtiment « services administratifs » ainsi que l'ancien parking et une partie du bâtiment services techniques. Sur cette vue les relevés de mesures indiquent un marquage radiologique autour du bâtiment « services administratif », le long du chemin d'accès qui mène au bâtiment « services techniques » ainsi qu'en partie nord-ouest du parking. Un point dénommé point singulier B (identifié en rouge sur la vue 1) présentant un débit d'équivalent de dose de 500 nSv.h^{-1} à 50 cm avait été repéré par l'OPRI. Ce point correspond à la valeur maximale relevée sur la vue n° 1. Les mesures réalisées par ONECTRA confirment ce marquage radiologique.

La « **Vue n° 2** » englobe une zone délimitée par la rue Juliette Adam, les bords de l'Yvette et la route menant de l'entrée du site vers le bâtiment « usine ». Elle s'étend jusqu'au bâtiment « services techniques ».

Les mesures réalisées par l'OPRI montrent que les abords de l'Yvette présentent des valeurs de débit d'équivalent de dose légèrement supérieures au bruit de fond non confirmées par les investigations d'ONECTRA. En revanche, les mesures effectuées par ONECTRA montrent deux zones légèrement marquées à proximité du parking et en limite de site le long de la rue Juliette Adam.

Les autres valeurs référencées sur la vue n° 2 sont à peine supérieures au bruit de fond.

Sur l'ensemble de la vue, la valeur maximale relevée à 50 cm du sol est de 150 nSv.h^{-1} .

La « **Vue n° 3** » couvre les espaces situés entre :

- le quai de réception et le bâtiment « services administratifs »,
- le bâtiment « services techniques » et le bâtiment « nouvelle usine »,
- le quai de réception et le bâtiment « nouvelle usine ».

Les relevés de mesures de l'OPRI et d'ONECTRA sont concordants pour la zone située entre le bâtiment « services administratifs » et le quai de livraison. Pour le reste de la vue n° 3, les relevés d'ONECTRA mettent en évidence trois points remarquables entre l'usine et le bâtiment « services techniques ».

Sur l'ensemble de la vue, la valeur maximale relevée à 50 cm du sol est de 230 nSv.h⁻¹.

La « **Vue n° 4** » correspond à la zone délimitée par :

- le quai de livraison,
- les murs ouest et sud entourant le site,
- le bâtiment « ancienne usine ».

Les relevés de mesures de l'OPRI montrent que sur l'ensemble de la zone, le débit d'équivalent de dose à 50 cm du sol n'excède pas 3 fois le bruit de fond. Ceux d'ONECTRA réalisés au contact du sol indiquent qu'à certains endroits (non identifiés par l'OPRI) une contamination existe. Deux points à 910 et 1440 nSv.h⁻¹ ont notamment été repérés.

La « **Vue n° 5** » correspond à l'espace entre les bâtiments « ancienne usine » et « archives, pub ». Cette zone est aussi appelée « chemin pavé ».

Les valeurs relevées par les deux organismes ayant réalisés les mesures montrent la présence d'une contamination diffuse sur la zone. Quelques points supérieurs à 1000 nSv.h⁻¹ ont été mis en évidence au contact du sol. Globalement le débit d'équivalent de dose à 50 cm du sol dans cette zone est assez homogène. Il est de l'ordre de 200 à 300 nSv.h⁻¹ avec une valeur maximale à 620 nSv.h⁻¹.

La « **Vue n° 6** » couvre l'espace délimité par le bâtiment usine, les abords de l'Yvette et le mur d'enceinte ouest. Cette zone jouxte la vue n° 2.

Entre les abords du nouveau parking et les bords de l'Yvette, les relevés de mesures ont mis en évidence une zone présentant une contamination diffuse d'une surface estimée à environ 2000 m². Ce marquage s'explique par l'usage en tant que décharge de cet espace à l'époque de la SNR. Les mesures au contact réalisées par ONECTRA ont permis de préciser la délimitation de la zone contaminée et notamment de mettre en évidence des tâches de contamination sur le nouveau parking, provenant probablement d'une contamination de la terre en dessous de l'asphalte.

La valeur maximale relevée à 50 cm du sol est de 2300 nSv.h⁻¹.

■ Mesures dans les bâtiments

Les cartes présentées en annexe 3 synthétisent les relevés de mesures réalisées dans les bâtiments par l'OPRI et par ONECTRA.

Le bâtiment « services administratifs »

Les relevés de mesures de l'OPRI et d'ONECTRA mettent en évidence que, dans les ailes du bâtiment utilisées du temps de la SNR, le débit d'équivalent de dose est en moyenne de l'ordre de deux fois le bruit de fond local avec quelques points de contamination ponctuelle pouvant atteindre 1400 nSv.h^{-1} au contact.

Les mesures réalisées n'ont pas permis de déterminer si le débit de dose provenait d'une contamination du bâtiment lui-même et/ou du sol sur lequel il est construit.

Le bâtiment « services techniques »

La construction récente (par rapport à l'ancienne usine) de ce bâtiment fait qu'il n'a pas été utilisé du temps de la SNR. L'analyse des mesures réalisées dans ce bâtiment semble indiquer que le bâtiment est construit sur une zone qui ne présente pas de marquage radiologique. En effet, les valeurs relevées n'excèdent pas 40 nSv.h^{-1} .

Le « quai de réception »

Les mesures de l'OPRI et celles d'ONECTRA confirment la présence d'un marquage radiologique sur toute la zone. Les valeurs mesurées à 50 cm du sol sont globalement supérieures à 120 nSv.h^{-1} (deux fois le bruit de fond).

Le bâtiment « nouvelle usine »

ONECTRA ne semble pas avoir fait de mesure à cet endroit ou tout au moins, il ne semble pas avoir détecté de point remarquable. La zone, en particulier l'extension dénommée magasin était peut être inaccessible. En conséquence, seules les valeurs de l'OPRI sont utilisées. Celles-ci restent proches du bruit de fond sauf à un endroit de l'extension où la valeur relevée à 50 cm est de 400 nSv.h^{-1} .

Le bâtiment « ancienne usine » - rez-de-chaussée

Le débit d'équivalent de dose mesuré à 50 cm du sol par l'OPRI est globalement supérieur à 120 nSv.h^{-1} . Il atteint des valeurs supérieures à 200 nSv.h^{-1} à plusieurs endroits et une valeur maximale de 1230 nSv.h^{-1} .

Il faut noter que certaines mesures ponctuelles réalisées par l'OPRI ont permis de mettre en évidence une contamination des murs. Ce constat est cohérent avec l'origine du bâtiment puisque ce dernier existait du temps de la SNR. Néanmoins, sur la base des seules données disponibles, on ne peut pas exclure que le sol sur lequel le bâtiment est construit soit contaminé.

Le bâtiment « ancienne usine » - premier étage

Les mesures réalisées montrent un marquage radiologique du premier étage, essentiellement le long du chemin pavé. Les valeurs relevées sont de l'ordre de 100 nSv.h^{-1} à 50 cm avec un maximum à 250 nSv.h^{-1} .

Le bâtiment « archives, pub »

Ce bâtiment utilisé du temps de la SNR présente des valeurs de débit d'équivalent de dose sensiblement supérieures au bruit de fond. La valeur maximale relevée à 50 cm du sol est de 300 nSv.h⁻¹. Aucune donnée de la part d'ONECTRA n'est disponible concernant ce bâtiment.

■ Bilan

Les mesures réalisées par ONECTRA ont été réalisées selon un maillage systématique dans le but de réaliser une cartographie radiologique complète du site et des bâtiments. Il est donc regrettable que certaines parties du site soient restées inaccessibles car de ce fait la caractérisation est incomplète.

Si l'OPRI ne fait pas état de la même méthode systématique de détection, il n'en demeure pas moins que les résultats de mesure permettent de disposer d'une caractérisation suffisante pour réaliser une analyse de risque.

En comparant les deux campagnes de mesure, on constate une certaine cohérence au niveau des zones identifiées comme présentant un marquage radiologique. Ce constat permet de confirmer qu'il n'y a pas eu de modifications majeures du site et qu'en conséquence, les données de l'OPRI peuvent être utilisées sans réserve pour l'évaluation dosimétrique.

Au final, les données issues des deux campagnes de mesure sont complémentaires :

- celles de l'OPRI sont représentatives de l'exposition d'un individu,
- celles d'ONECTRA permettent de mieux délimiter l'étendue des zones présentant un marquage radiologique. Ces zones ont été définies en superficie par rapport au débit d'équivalent de dose. A titre indicatif, le Tableau 1 reprend l'étendue des zones par intervalle de débit d'équivalent de dose.

Tableau 1 : Récapitulatif des surfaces présentant un marquage radiologique

Débit De Dose	Surface en m ²						Total
	Bâtiment administratif	Bâtiment technique	Magasin	Quai	Zone Archives	Zone extérieure	
> 0,5 µSv/h	1	0	2,3	0	1,8	32,4	37,5
0,4 µSv/h < DDD < 0,5 µSv/h	1,5	0	7,2	0,1	4	50,5	63,3
0,3 µSv/h < DDD < 0,4 µSv/h	2,6	0	9,3	7,5	8	99,4	126,8
0,2 µSv/h < DDD < 0,3 µSv/h	13,6	0	33,1	20,5	15,9	141,2	224,3
0,1 µSv/h < DDD < 0,2 µSv/h	213,3	0	231	160	155,7	1293,4	2053,4

Enfin, on notera que les mesures réalisées ne permettent pas toujours de confirmer l'origine de la contamination présente (structure des bâtiments, sol sur lequel ils sont construits ou les deux). Des investigations complémentaires seront nécessaires dans le cas du traitement des contaminations.

5.2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DU SOL

Lors de la campagne de mesure de 2000, des prélèvements de terre ont été réalisés dans le but de déterminer les éléments radioactifs à l'origine de la pollution radioactive identifiée par les mesures de débit d'équivalent de dose et de les quantifier. Une analyse par spectrométrie gamma a été effectuée sur des prélèvements de terre échantillonnés sur les points identifiés comme singuliers ou chauds (voir les cartes de l'[annexe 2](#)). Les échantillons ont été collectés par pas de 10 cm de profondeur jusqu'à une profondeur totale de 50 cm. Un prélèvement de

terre supplémentaire a été réalisé de la même manière sur une zone à l'écart de toute radioactivité ajouté. Ce point est appelé « point de référence » et sert de comparaison pour les autres échantillons. L'ensemble des résultats d'analyse est reporté dans le Tableau 2.

Tableau 2: Récapitulatif des résultats des analyses de spectrométrie gamma pratiqués sur les prélèvements de terre de l'OPRI ; les activités sont données en Bq.kg⁻¹

Code OPRI	Localisation	Nature	²¹⁰ Pb	²¹⁴ Bi	²²⁶ Ra	^{234m} Pa	²²³ Ra	²³⁵ U
L1563	Point référence	Terre 0-10cm	80	27	<93	<180	<11	<5,7
L1564		Terre 10-20cm	76	29	<110	<200	<21	<7,0
L1565		Terre 20-30cm	100	36	<120	<180	<12	<7,0
L1566		Terre 30-40cm	93	41	<140	<190	<17	<8,4
L1567		Terre 40-50cm	110	40	<130	<180	<18	<7,8
L1541	Point chaud 1 parking	Terre 0-10cm	26000	24000	31000	<1600	1900	<180
L1542		Terre 10-20cm	41000	37000	49000	<2100	3200	<230
L1543		Terre 20-30cm	64000	61000	79000	<2600	3800	<290
L1544		Terre 30-40cm	40000	36000	48000	<2000	2400	<220
L1545		Terre 40-50cm	28000	18000	24000	<1300	1100	<150
L1546	Point chaud 2 Yvette	Terre 0-10cm	51000	45000	50000	15000	6800	1100
L1547		Terre 10-20cm	36000	27000	30000	15000	4100	1100
L1548		Terre 20-30cm	14000	11000	12000	6800	1500	430
L1549		Terre 30-40cm	6100	4400	6000	2600	620	150
L1550		Terre 40-50cm	2800	2000	2300	1200	290	86
L1551	Point singulier A magasin	Terre 0-10cm	14000	4500	6500	<830	310	<88
L1552		Terre 10-20cm	97000	22000	30000	<1800	1400	<200
L1553		Terre 20-30cm	70000	27000	37000	<1800	1400	<190
L1554		Terre 30-40cm	55000	22000	31000	<1500	1300	<170
L1555		Terre 40-50cm	16000	5100	7500	<740	380	<83
L1556	Point singulier B entrée	Terre 0-10cm	1200	860	2000	<470	160	<39
L1557		Terre 10-20cm	7100	5700	13000	<880	1300	<250
L1558		Terre 20-30cm	14000	16000	30000	7600	3100	510
L1559		Terre 30-40cm	5200	5600	9000	2900	1000	220
L1560		Terre 40-50cm	6200	7200	13000	5000	1400	250

Les prélèvements ayant été réalisés sur des points dits chauds ou singuliers, ils ne sont pas représentatifs de la contamination présente sur la totalité du site.

Les activités mesurées sur ces points sont élevées par rapport au point de référence. Elles indiquent que l'élément radioactif majoritaire est le radium et ses descendants.

Si l'on se base uniquement sur ces prélèvements, le maximum de la contamination se situe à une profondeur de 30 cm. Toutefois, au-delà de 50 cm, aucune investigation n'a été réalisée.

5.2.3 MESURES DE DOSIMETRIE PASSIVE

Pour conforter les mesures instantanées réalisées à l'aide d'appareils portatifs permettant de mesurer le débit d'équivalent de dose, des dosimètres passifs (films photographiques) ont été disposés, par le personnel de l'OPRI dans les différents bâtiments du site. Ces dispositifs de mesure intègrent la dose due aux rayonnements ambiants sur leur période d'exposition. (localisation des dosimètres en [annexe 3.](#))

Ils ont été laissés pendant une période de trois mois (soit 2196 heures) de manière à intégrer une dose de rayonnement significative.

Sur 17 dosimètres disposés dans les bâtiments, 3 n'ont pas été retrouvés et 10 ont donné un résultat de mesure inférieur à la limite de détection qui est de 200 μSv . Cette limite correspond au « voile » du film.

Au final, 3 dosimètres ont mesuré une dose intégrée supérieure au « voile » du film mais néanmoins très proche de la limite de détection. En ramenant cette dose intégrée à un débit d'équivalent de dose sur la base du temps d'exposition, on arrive à une valeur de l'ordre de 90 nSv.h^{-1} peu différente du bruit de fond naturel local de 60 nSv.h^{-1} . Cette différence permet simplement de dire que pour les pièces concernées par les mesures, l'augmentation de la dose intégrée n'est pas suffisamment significative pour faire un lien avec la pollution radioactive mis en évidence.

5.2.4 MESURE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE DU RADON

Deux types de mesure du radon ont été effectués sur le site : des mesures de concentration en radon instantanées (Tableau 6) et des mesures intégrées de l'activité volumique à l'aide de détecteurs de traces. Dans ce dernier cas, une campagne de mesure a été réalisée par l'OPRI en 2001 (Tableau 3), une autre par l'APAVE en 2005 (Tableau 4) et enfin une dernière, en 2008, par ONECTRA (avec le laboratoire ALGADE ; (Tableau 5).

Les cartes des bâtiments de l'annexe 4 regroupent :

- la position des mesures instantanées de concentration en radon,
- la localisation des détecteurs de traces de l'OPRI,
- la localisation des détecteurs de traces d'ONECTRA,
- la localisation des détecteurs de trace de l'APAVE,

Dans ce dernier cas, il n'a pas toujours été possible de localiser ces dosimètres car le rapport de ce prestataire indique des pièces de l'établissement qui ne sont pas ou mal localisées sur les plans disponibles.

Tableau 3: Résultats de la dosimétrie avec détecteur de traces OPRI (campagne 2000)

localisation	Résultats en Bq.m^{-3}
Bâtiment administratif - bureau PDG	930 +/- 240
Bâtiment administratif - M Leblanc	150 +/- 50
Bâtiment administratif - M Berthet	200 +/- 60
Bâtiment service technique - Bureau M Boutvilla	<40
Bâtiment ancienne usine étage 1 Bureau M Recoursé	<40
Bâtiment « ancienne usine » RDC Réfectoire	Non retourné
Bâtiment « ancienne usine » RDC local fermé	<40
Bâtiment « nouvelle usine » Bureau Monsieur Blanchard	80 +/- 40
Bureau Monsieur Ouanfil	<40

Archives	<40
----------	-----

Tableau 4: Résultats de la dosimétrie avec détecteur de traces APAVE (campagne 2005)

localisation	Résultats en Bq.m ⁻³
Bâtiment administratif - secrétariat	<64
Bâtiment administratif - responsable travaux - zone utilisée par la SNR	355+/-149
Bâtiment administratif - Local archive	<64
Bâtiment administratif - M Berthet	<64
Bâtiment administratif - bureau responsable financier partie non utilisé du temps de la SNR	<64
Bâtiment administratif - bureau comptabilité partie non utilisé du temps de la SNR	<64
Bâtiment « service technique » - Bureau M Montesse	<64
Bâtiment « service technique » - Bureau M Renard	<64
Bâtiment « ancienne usine » étage 1 Bureau M Recoursé	<40
Bâtiment « ancienne usine RDC » - bureau informatique	142 +/- 102
Bâtiment « ancienne usine RDC » - local publicité	<64
Bâtiment « ancienne usine RDC » - Réfectoire	<64
Bâtiment « nouvelle usine expédition »	340 +/-155
Bâtiment « nouvelle usine Préparation »	<64
Bâtiment « nouvelle usine » Bureau Monsieur Blanchard	<64
Bâtiment « nouvelle usine » Bureau Monsieur Chamois	<64
Bâtiment « nouvelle usine » stockage	<64
Bâtiment « retour marchandise » (archives)	<64
Bâtiment « ret. Marchandise » (archives) bureau M Dubois	<64

Tableau 5: Résultats de la dosimétrie avec détecteurs de traces ALGADE (campagne 2008)

Localisation	Numéro de détecteur	Activité volumique intégrée Bq.m ⁻³
Bâtiment administratif Bureau de Monsieur Berthet	8369	220+/-56
Bâtiment administratif Bureau de Monsieur Leblanc	8368	241+/-60
Bâtiment administratif - local jouxtant le bureau de M Berthet	8381	229+/-58
Bâtiment administratif local jouxtant le bureau de M Leblanc	8384	294+/-72
Bâtiment administratif bureau proche du point singulier B	8383	274+/-68
Bâtiment administratif	8382	248+/-62

Localisation	Numéro de détecteur	Activité volumique intégrée Bq.m ⁻³
Bâtiment administratif	8385	268+/-66
Bâtiment administratif - zone récente	8375	95 +/- 29
Quai	8370	24+/-16
Nouvelle Usine proche extension Magasin	8374	247+/-62
Ancienne usine RDC - réfectoire	8364	52+/-21
Ancienne usine RDC - réfectoire	8371	97+/-29
Ancienne Usine RDC - Couloir jouxtant le réfectoire	8378	115+/-33
Ancienne Usine RDC - Couloir jouxtant le réfectoire	8373	137+/-37
Ancienne Usine RDC Local dénommé Local fermé	8379	108+/-32
Ancienne Usine RDC	8380	320+/-79
Ancienne Usine RDC	8362	196+/-50
Ancienne Usine RDC	8363	184+/-48
Ancienne Usine RDC	8376	199+/-51
Ancienne Usine premier étage	8377	202+/-52
Ancienne Usine premier étage	8372	228+/-57
Ancienne Usine premier étage	8361	252
Bâtiment Archives pièce attenante au local archive	8367	53+/-21
Bâtiment Archives pièce attenante au local archive - local « Pub »	8366	49+/-20
Bâtiment Archives	8365	62+/-23

La campagne de mesure menée par ONECTRA en 2008 a confirmé les tendances observées en 2000 et 2005.

En ce qui concerne le bâtiment administratif, les activités volumiques mesurées :

- sont supérieures au bruit de fond local (40-50 Bq.m⁻³) dans la partie utilisée du temps de la SNR.
- sont au niveau du bruit de fond local dans la partie récente comme le montre les mesures de 2005 et 2008.
- concordent avec celles observée en 2000 par l'OPRI.

On constate que le bâtiment administratif présente deux zones homogènes en termes d'activité volumique en radon : les parties anciennes et nouvelles du bâtiment.

Les valeurs mesurées en 2008 dans la partie ancienne du bâtiment administratif sont bien plus élevées - de l'ordre de 200 Bq.m⁻³ dans les différentes pièces - que celles mesurées en 2005. Les mesures effectuées par L'APAVE montrent une concentration élevée en radon dans une pièce uniquement : le bureau du responsable des travaux.

L'OPRI avait trouvé un maximum au niveau du « bureau PDG ». Ce dernier étant inaccessible durant la dernière campagne de mesure, une comparaison avec la valeur trouvée en 2000 n'a pas été réalisable.

Deux hypothèses sont possibles pour expliquer les différences observées entre les différentes campagnes de mesures :

- il existe un vide sanitaire sous le bâtiment fermé par des trappes. Selon l'OPRI, une mesure de débit de dose pratiquée au contact de ces trappes aurait montrée une valeur de 200 nSv.h⁻¹. Il existe donc probablement un marquage radiologique sous le bâtiment. Ce dernier pourrait être à l'origine du radon mesuré dans le bâtiment sus-jacent. Bien qu'il existe un vide sanitaire sous la structure, il est envisageable que, cet espace étant obturé, le radon remonte jusque dans les bâtiments, au lieu de diffuser vers l'extérieur.
- Les mesures n'ont pas été effectuées toujours aux mêmes endroits, ni aux mêmes périodes de l'année. Si l'aération ou la ventilation du vide sanitaire est différente, les résultats peuvent varier. Une dernière possibilité est liée à l'occupation des lieux puisque le bâtiment n'a plus été utilisé à partir du début du mois de mai 2008, dans ces conditions, les locaux étant fermés, le radon a pu s'accumuler.

Ainsi, sur les trois mesures réalisées dans le bureau de Monsieur Berthet, celles de 2000 et 2008 sont cohérentes.

Pour ce qui est du bâtiment « services techniques » il n'y a pas de valeur d'activité volumique en radon mesurée en 2008, mais les résultats de 2000 et 2005 confirment une activité au niveau du bruit de fond.

La nouvelle usine ne semble pas présenter une activité volumique significative en dehors d'une zone : celle qui se trouve à proximité de l'extension appelée « magasin ». La valeur trouvée en 2008 est supérieure à la valeur moyenne annuelle (VMA) en île de France. Cette partie du bâtiment présente, en outre, un marquage radiologique. La campagne de 2005 avait mis en évidence une zone avec une activité volumique égale à trois fois le bruit de fond mais il n'a pas été possible de situer celle-ci dans le bâtiment.

Le bâtiment « archive » malgré sa proximité avec une zone - le chemin pavé - présentant de nombreux points chauds, montre une activité volumique au niveau du bruit de fond. Les trois campagnes de mesures donnent des résultats similaires. Ce corps de bâtiment, comme le quai de livraison, possède des surfaces et des pièces bénéficiant d'aérations, ce qui permet la diffusion du radon. Même si la structure ou son sous-sol présentent un marquage radiologique conduisant à des émanations de radon celles-ci ne seront pas forcément détectables.

Le bâtiment « ancienne usine »

Les activités volumiques en radon mesurées au rez de chaussée sont :

- cohérentes pour la plupart des valeurs, sur les trois campagnes de mesures,
- variables selon l'endroit où ont été positionnés les dosimètres, mais supérieur au bruit de fond pour la plupart.

La campagne de 2000 ne présentait que deux mesures et une seule a donné lieu à un résultat puisque qu'un des deux dosimètres n'a pas été retourné. Le local fermé présentait une activité volumique inférieure au seuil de détection du détecteur solide de traces.

La campagne de mesure de 2005 a donné des résultats plus nombreux dans la même zone, mais un seul est exploitable réellement car sur les trois détecteurs placés, un seul a pu être repéré sur un plan. Ainsi, on constate

que le réfectoire qui était une zone qui présentait pourtant un marquage radiologique, présentait une activité volumique en radon au niveau du bruit de fond.

La troisième campagne offre les résultats les plus nombreux. Elle permet de voir que :

- le réfectoire présente une activité volumique au niveau du bruit de fond.
- les activités volumiques les plus importantes ne se situent pas au dessus des zones présentant des points chauds. Le couloir jouxtant le réfectoire en est un bon exemple
- au premier étage de l'ancienne usine, alors que la première campagne de mesure avait indiqué une activité volumique en radon proche du bruit de fond, la troisième campagne a montré que dans plusieurs pièces l'activité se situe à plus de 200Bq.m⁻³.

Globalement, il ressort que l'activité volumique en radon intégrée est supérieure aux moyennes locales tout en restant inférieure à la valeur de 400 Bq.m⁻³ dans le bâtiment ancienne usine et administratif.

Il est également notable que les bâtiments administratif et usine présentent chacun deux zones homogènes en terme d'activité volumique en radon, respectivement les parties anciennes et nouvelles de ces locaux. Les autres bâtiments sont considérés chacun comme étant une zone homogène.

Tableau 6: Résultats de mesures instantanées d'activité volumique en Radon

localisation	Résultats en Bq.m ⁻³
Bâtiment administratif - bureau PDG	610
Bâtiment service technique	22
Bâtiment ancienne usine étage 1 Bureau ADV	22
Bâtiment « ancienne usine » RDC Réfectoire	95
Bâtiment « ancienne usine » RDC Local fermé	44
Bâtiment « nouvelle usine » Bureau Monsieur Blanchard	72

Les mesures instantanées de l'activité volumique en radon ont confirmé ce qui a pu être constaté avec les détecteurs solides de traces. Le bâtiment administratif présente, sur sa partie ancienne une activité volumique supérieure au bruit de fond.

5.2.5 PRELEVEMENT D'AEROSOLS

Seul l'OPRI a réalisé ce type de prélèvement. Ils ont été pratiqués dans différents bâtiments :

- la nouvelle usine,
- le quai de livraison.

Les prélèvements ont duré approximativement trois heures et les résultats sont reportés ci-dessous

Tableau 7: Résultats des analyses de spectrométrie gamma effectuées sur les filtres de prélèvement d'aérosols

Localisation	Volume d'air filtré	²¹⁴ Bi (Bq.m ⁻³)
magasin	13,2 m ³	< 0,017
quai	11,1 m ³	< 0,014

Les valeurs trouvées sont inférieures à la limite de détection de 0,015 Bq.m⁻³.

Les filtres absolus utilisés ont fait l'objet d'une spectrométrie gamma de manière à détecter le bismuth 214, un des éléments à partir duquel l'activité en radium 226 est estimée.

En partant de l'hypothèse qu'un individu est exposé pendant 1680 h sur une année à une activité égale à celle de la limite de détection, on obtient, en considérant un débit respiratoire de 1,2 m³ par heure (correspondant au débit respiratoire humain moyen sans réalisation d'effort physique), une inhalation potentielle de 30.2 Bq de radium 226. Cette activité inhalée conduirait, en ne considérant que le radium 226 et ses descendants, à une dose engagée de 190.3 µSv. Cette dose engagée serait bien plus élevée si l'on prenait en compte l'ensemble des éléments radioactifs présents.

La limite de détection de 0,015 Bq.m⁻³ est trop élevée pour qu'une analyse pertinente et réaliste de l'exposition interne par inhalation soit possible. Des investigations complémentaires sur le sujet sont nécessaires.

5.3 MESURES COMPLEMENTAIRES REALISEES LE 11 JUIN 2008

5.3.1 MATERIELS UTILISES

- Radiamètre FH 40 Numéro 708 associé à une sonde bas flux ESM numéro 136 (étalonnage respectivement en juillet et septembre 2007)
- Les échantillons de terre prélevés sont analysés in situ dans un véhicule laboratoire disposant de :
 - Quatre Compteurs proportionnels à détecteur NaI
 - Un spectromètre gamma à détecteur Germanium hyperpur
- Préleveur de poussières atmosphériques modèle APPA numéro 500 - avec filtre de 14.5 mm de diamètre
- Préleveur de poussières atmosphériques numéro 5297 - avec filtre de 14.5 mm de diamètre
- Matériels de prélèvement de sol et de poussières : flacons normalisés SG500, frottis de 50mm de diamètre

5.3.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DU SOL

Les analyses réalisées par l'OPRI en 2000 étant non représentatives de la contamination globale du site, des investigations radiologiques complémentaires ont été conduites.

Elles sont repérées sur une carte située en annexe 5.

Sur chaque point deux prélèvements ont été réalisés :

- un à une profondeur de 0-25 cm
- un à une profondeur de 25-50 cm

Les échantillons ont été placés en récipient de géométrie normalisée (SG500) et ont fait l'objet :

- d'une spectrométrie gamma à l'aide d'un détecteur germanium hyper pur afin de rechercher les descendants du Radium 226,
- d'une mesure de débit de dose réalisée à l'aide d'un radiamètre associé à une sonde bas-flux.

Les résultats donnés dans le Tableau 8 montrent une contamination hétérogène du site. Deux échantillons ont une activité massique supérieure au bruit de fond. Cela est également vrai pour la mesure en débit d'équivalent de dose.

On constate que les prélèvements réalisés en dehors des zones connues comme étant contaminées, il n'a pas été mis en évidence d'autres zone marquées. Le point 17 est le seul à révéler une contamination. Il se trouve entre le nouveau parking et l'Yvette, sur la zone identifiée comme étant une ancienne décharge et marquée radiologiquement.

De nouveau, on observe une activité massique plus importante à une profondeur de 25 cm.

Tableau 8 : Résultats des analyses de spectrométrie gamma réalisées sur les prélèvements de terre de l'IRSN (campagne 2008)

Localisation	Dénomination	Activité en Bi 214 (Bq.g ⁻¹)	Incertitude (Bq.g ⁻¹)
10	P11	2.3 10 ⁻²	1.4 10 ⁻²
10	P12	1.8 10 ⁻²	1.0 10 ⁻²
11	P21	<3.2 10 ⁻²	-
11	P22	2.7 10 ⁻²	1.2 10 ⁻²
12	P31	3.8 10 ⁻²	1.4 10 ⁻²
12	P32	<2.8 10 ⁻²	-
13	P41	<3.1 10 ⁻²	-
13	P42	3.2 10 ⁻²	1.5 10 ⁻²
14	P51	3.3 10 ⁻²	1.3 10 ⁻²
14	P52	2.3 10 ⁻²	1.1 10 ⁻²
15	P61	3.0 10 ⁻²	1.2 10 ⁻²
15	P62	3.0 10 ⁻²	1.2 10 ⁻²
16	P71	5.1 10 ⁻²	1.4 10 ⁻²
16	P72	3.3 10 ⁻²	1.1 10 ⁻²
17	P81	4.8 10 ⁻¹	5.8 10 ⁻²
17	P82	6.8 10 ⁻¹	8.1 10 ⁻²

Les échantillons de terre ont été replacés sur le terrain après analyse. L'activité en ²¹⁴Bi permet de déterminer celle en ²²⁶Ra. L'activité en ²²⁶Ra la plus élevée a été mesurée dans l'échantillon P82. Elle est de 0,7 Bq.g⁻¹.

5.3.3 PRELEVEMENT D'AEROSOLS

Les prélèvements d'aérosols réalisés en 2000 par l'OPRI ont été jugés insuffisants pour permettre une estimation pertinente de l'exposition interne par inhalation du fait d'une limite de détection trop importante liée aux conditions de la mesure.

Tenant compte de cette difficulté technique, un prélèvement a été réalisé du 20 juin 2008 -14 h 50 au 26 juin 2008 - 15 h 00 dans l'ancienne usine. Ce bâtiment a été jugé comme présentant le plus fort risque d'exposition interne par inhalation du fait de la contamination mise en évidence dans celui-ci. La localisation du prélèvement est donnée sur les cartes de [l'annexe 4](#)

Le volume d'air prélevé a été évalué à 142 m³.

Une spectrométrie gamma à l'aide d'un détecteur Germanium hyperpur a été réalisée sur le filtre.

L'activité volumique en ^{226}Ra mesurée sur le prélèvement correspond à la limite de détection de l'appareil de mesure soit une activité volumique, qui prend en compte le volume d'air prélevé, de $0,0014 \text{ Bq.m}^{-3}$.

5.3.4 VERIFICATION DE L'ABSENCE DE CONTAMINATION SURFACIQUE LABILE

Des frottis ont été réalisés dans chaque corps de bâtiment sur une surface de 1 m^2 . La localisation de ces frottis est donnée sur les cartes de l'annexe 4 et le résultat des comptages en annexe 6. Il apparaît qu'aucune contamination surfacique labile n'a été détectée.

5.4 SYNTHES RELATIVES A L'ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE

Les résultats des différentes études permettent d'émettre les constatations suivantes :

- Pour l'ensemble du site
 - ❖ Les différentes campagnes de mesures de débit d'équivalent de dose ont permis de repérer les zones d'intérêt marquées à la fois dans les bâtiments et sur les voies extérieures.
 - ❖ certaines zones n'ont pas fait l'objet d'investigation en terme de débit d'équivalent de dose, pour des raisons d'accessibilité, d'encombrement ou de risque de chute.
- Pour les surfaces extérieures
 - ❖ Les mesures de débits d'équivalent de dose ont permis d'estimer les surfaces contaminées.
 - ❖ Le niveau et le profil de la contamination n'a été déterminé que sur certaines zones d'intérêt et non sur la totalité.
 - ❖ Les activités massiques déterminées à ce jour s'échelonne de 0.7 à 80 Bq.g^{-1}
- A l'intérieur des bâtiments
 - ❖ l'absence de contamination labile a été vérifiée.
 - ❖ La mesure de débit d'équivalent de dose ne permet pas de préciser la localisation de la contamination, murs, sol, sous-sol, ou l'ensemble des trois. Sur ce point des investigations complémentaires sont nécessaires.
 - ❖ La présence d'une activité volumique en radon supérieure à la valeur moyenne annuelle locale (50 Bq.m^{-3}) est avérée dans le bâtiment service administratif. Toutefois il reste une incertitude sur la concentration mesurée dans ces locaux. Le même phénomène semble être observé dans deux pièces du bâtiment usine. Des investigations supplémentaires semblent être nécessaires pour confirmer les valeurs mesurées.

6 ANALYSE DES RISQUES

En cohérence avec les pratiques exercées dans le domaine chimique, l'approche retenue pour évaluer le risque associé à l'utilisation du site consiste dans un premier temps à apprécier le niveau de contamination en référence aux valeurs représentatives de l'état naturel de l'environnement, d'une part et, aux valeurs réglementaires établies au niveau national, d'autre part. La démarche établie par le ministère en charge de l'environnement indique qu'en l'absence de valeurs réglementaires, une évaluation quantitative des risques pour les usages envisagés doit être entreprise. A l'issue de celle-ci, des éléments de gestion doivent être proposés sous la forme d'un plan de gestion destiné à optimiser l'utilisation en vue de réduire au maximum les expositions et de conserver la mémoire de la contamination. Dans le cadre de la présente étude, pour répondre à la sollicitation qui lui a été faite, l'IRSN a conduit une évaluation quantitative des risques pour les usages envisagés. Cette évaluation est présentée ci-après.

6.1 EVALUATION DU NIVEAU DE CONTAMINATION

Les trois paramètres qui permettent d'apprécier le niveau de contamination du site sont le débit de dose, la concentration volumique du radon dans les bâtiments et la composition radiologique du sol. Les différentes opérations de cartographie et de caractérisation de la contamination conduites sur le site de la société FEDERAL MOGUL conduisent globalement à des résultats cohérents entre eux (cf.6.4). Les résultats de ces investigations permettent d'évaluer le niveau de contamination du site en référence à l'état naturel de l'environnement.

Les différents rapports d'expertises menées sur le site fournissent des éléments de caractérisation du référentiel radiologique de la région. Pour ce qui concerne le débit de dose, le rapport de l'OPRI [10] indique que la valeur de référence est de l'ordre de 60 nSv.h⁻¹. Cette valeur est cohérente avec celles relevées via le réseau de surveillance Teleray dont les sondes implantées dans le département indiquent des valeurs moyennes comprises entre 60 et 90 nSv.h⁻¹ [11]. Pour ce qui concerne la concentration volumique du radon dans les bâtiments, les résultats de la campagne de mesure du radon dans l'habitat menée par l'IPSN et les DDASS à partir de 1992, indiquent que la moyenne départementale pour l'île de France est inférieure à 50 Bq.m⁻³. Ce résultat est en accord avec ceux des mesures conduites sur le site dans les bâtiments non impactés par la contamination. Ces derniers indiquent dans la plupart des cas une activité volumique inférieure à 64 Bq.m⁻³. La caractérisation la plus complète du sol pouvant être jugé comme représentatif du niveau de référence a été réalisée par l'OPRI en 2000 [10]. Les valeurs sont reportées dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Composition radiologique du sol de référence

Radionucléide	Activité en Bq.g ⁻¹
²³⁸ U	0,2
²²⁶ Ra	0,14
²¹⁰ Pb	0,11

Les résultats acquis dans le cadre des différentes investigations menées en extérieur comme à l'intérieur des bâtiments indiquent l'existence de tâches de contamination et révèlent des niveaux d'activité volumique du ²²²Rn supérieurs à ceux communément rencontrés dans la région île de France et probablement en lien direct avec la présence de terres contaminées par du ²²⁶Ra (cf 5.2.4).

Dans le cadre des pollutions chimiques, les valeurs de référence permettent de déterminer si la contamination observée est compatible avec l'usage imposé. Pour ce qui concerne les paramètres radiologiques évoqués ci-dessus, il n'existe pas de valeur réglementaire de référence. Néanmoins, le code de la santé publique fixe des seuils d'action pour le radon dans les établissements recevant du public. Les sites pollués n'entrent généralement pas dans cette catégorie de bâtiment mais en l'absence de référence réglementaire applicable, il est d'usage de se rattacher aux seuils fixés dans le code de la santé publique. Ce dernier précise que la concentration volumique du radon dans les bâtiments doit rester en valeur moyenne annuelle inférieure à 400 Bq.m⁻³.

Les résultats de la dernière campagne de dépistage radon [13], indiquent que toutes les valeurs sont inférieures à la limite de 400 Bq.m⁻³. L'IRSN relève néanmoins qu'en 2000, l'OPRI avait mesuré une activité volumique 930 Bq.m⁻³ dans la pièce « bureau PDG ». La dernière campagne de dépistage conduite par l'APAVE en 2005 indique des valeurs maximales certes inférieures à la limite de 400 Bq.m⁻³ mais néanmoins supérieures au bruit de fond régional. Cela est notamment le cas dans le bâtiment administratif où se trouve le bureau du PDG mais également dans le bâtiment usine. L'IRSN considère que ces valeurs doivent être mises en relation avec la présence de tâches de contaminations relevées sur ces zones et par conséquent qu'il est nécessaire d'étudier les possibilités de réduction de la concentration du radon dans ces zones.

6.2 EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES POUR LES USAGES ENVISAGES

Conformément à la proposition technique et financière DEI/SIAR n° 08/00456, les scénarios d'exposition retenus sont l'utilisation des locaux en tant que bureaux et l'exercice d'une activité de gardiennage sur les espaces extérieurs. Un troisième scénario a été identifié correspondant à la phase d'aménagement des bureaux dans les infrastructures existantes.

6.2.1 SCENARIO AMENAGEMENT DES BUREAUX

Lors des opérations d'aménagement des bureaux, les personnes en charge de la réalisation des travaux sont susceptibles de subir une exposition externe du fait de la présence des tâches de contamination mais également une exposition interne par inhalation voire ingestion des poussières générées par les opérations d'aménagement. L'évaluation précise du niveau d'exposition de ces travailleurs nécessite donc d'accéder à ces deux paramètres. Pour ce qui concerne l'exposition externe, les cartographies conduites sur le site permettent de quantifier cette voie d'exposition de manière satisfaisante. Au contraire, l'évaluation de l'exposition interne nécessiterait une caractérisation radiologique précise des poussières. En l'absence de ce paramètre, l'IRSN a choisi de travailler sur l'outil « d'évaluation simplifiée des risques » proposé dans le guide méthodologique de gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives [2]. Cet outil permet de calculer la dose efficace totale associée à divers scénarios d'usage d'un site à partir des résultats d'analyses radiologiques conduites sur celui-ci. Afin de faciliter les calculs, le guide décrit huit scénarios génériques (résidence, école primaire, bureaux, activité de maraîcher, parking, incursion sur friche, chantier parking et chantier bâtiment). Les scénarios génériques sont caractérisés par des hypothèses simples majorant par prudence l'impact dosimétrique (Annexe 7). Cet outil propose, pour chaque scénario, des coefficients ($\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$ par $\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$) permettant de convertir une activité massique ($\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$) en dose ($\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$). Dans le cadre de la présente étude, le scénario générique se rapprochant du scénario « aménagement de bureau » est celui « construction d'un bâtiment ». Les coefficients correspondants au scénario retenu ainsi que la contribution de l'exposition externe sont rappelés dans le Tableau 10.

Tableau 10: Coefficients du calcul de dose pour le scénario « construction d'un bâtiment » et contribution de l'exposition externe. (D'après [2])

	scénario construction d'un bâtiment	
	dose annuelle en $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$ pour 1 $\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$ de chaque radionucléide	contribution de l'exposition externe en %
$^{238}\text{U}+$	3,6	35,9
^{234}U	2,7	0,2
^{230}Th	10,8	0,1
$^{226}\text{Ra}+$	131	96,2
$^{210}\text{Pb}+$	7,7	0,9
^{210}Po	14,1	<0,1
total	169,9	75%

Le signe « + » indique que le radionucléide représente aussi ses descendants à vie courte.

Ce tableau indique que, pour un sol dans lequel les radionucléides de la chaîne de l'uranium sont à l'équilibre séculaire (i.e. tous les radionucléides constitutifs de la chaîne présentent le même niveau d'activité), le radionucléide prépondérant en termes de dose est le ^{226}Ra et ses descendants à vie courte. En effet, dans l'hypothèse d'une filiation à l'équilibre, la dose engendrée par ces radionucléides correspond à 77% de la dose totale pour le scénario retenu. Les éléments historiques disponibles sur le site ainsi que la caractérisation des

différents prélèvements (cf 5.3.2) indiquent que le ^{226}Ra est généralement l'élément qui présente les plus forts niveaux d'activité. Cela vient donc renforcer la prépondérance de ce radionucléide et de ces descendants à vie courte dans l'établissement des niveaux d'exposition. Le Tableau 10 indique également que pour le scénario retenu, 96% de l'exposition associée au ^{226}Ra et ses descendants à vie courte correspond à de l'exposition externe. Ainsi, il apparaît que pour ce scénario, l'exposition des personnes se fait a minima à 75% par voie externe. Pour le scénario aménagement des bâtiments, l'évaluation de l'exposition totale peut donc être conduite sur la base du calcul de l'exposition externe (à partir des débits de dose mesurés) majorée de 25%. Cette approche reste conservatrice dans la mesure où le taux d'empoussièrement retenu dans le scénario proposé dans l'outil d'évaluation simplifiée des risques intègre les phases de terrassement et de mise en place des fondations, génératrices d'un empoussièrement plus important que celui engendré par la réalisation d'aménagements intérieurs. Sur la base de 800 h de présence par an et un débit de dose moyen dans les bâtiments de l'ordre de $0,3 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$, l'exposition pour un travailleur atteindrait $0,3 \text{ mSv}\cdot\text{an}^{-1}$.

6.2.2 SCENARIO UTILISATION DES BUREAUX

Les personnes qui occuperont les bureaux seront exposées par voie externe au rayonnement gamma émis au niveau des tâches de contamination et par voie interne par inhalation des poussières. L'exposition externe peut facilement être calculée sur la base des valeurs de débit de dose relevées dans les bâtiments. Pour ce qui concerne l'exposition interne, l'analyse effectuée sur le prélèvement de poussières conduit à une valeur d'activité volumique du ^{226}Ra inférieure à la limite de détection : $0,0014 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Sur la base d'hypothèses issues de l'outil d'évaluation simplifiée des risques pour le scénario « bureau » et présentées dans le Tableau 11, l'exposition associée à la présence de radium dans les poussières inhalées est au maximum de $12 \mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$.

Afin de confirmer l'aspect négligeable de l'exposition par voie interne pour le scénario bureau, l'IRSN a travaillé sur la base du scénario bureau ([annexe 7](#)) décrit dans l'outil d'évaluation simplifiée des risques proposé dans le guide méthodologique de gestion des sites industriels potentiellement contaminé par des substances radioactives [2]. De manière analogue à ce qui a été présenté pour le scénario d'aménagement des locaux (cf 6.2.1), les coefficients proposés dans le guide pour le scénario bureau ainsi que la contribution de l'exposition externe sont présentés dans le Tableau 11.

Tableau 11: Coefficients du calcul de dose pour le scénario « bureau » et contribution de l'exposition externe. (D'après [2])

Scénario occupation de bureaux		
	dose annuelle en $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$ pour 1 $\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$ de chaque radionucléide	contribution de l'exposition externe en %
$^{238}\text{U}+$	0,46	98,3
^{234}U	0,011	14,8
^{230}Th	0,041	11,6
$^{226}\text{Ra}+$	44	100
$^{210}\text{Pb}+$	0,027	88,5
^{210}Po	0,0088	2,3
total	44,5	100%

Le signe « + » indique que le radionucléide représente aussi ses descendants à vie courte.

Ce tableau indique que, pour un sol dans lequel les radionucléides de la chaîne de l'uranium sont à l'équilibre séculaire (i.e. tous les radionucléides constitutifs de la chaîne présentent le même niveau d'activité), le radionucléide prépondérant en termes de dose est le ^{226}Ra et ses descendants à vie courte. En effet, dans l'hypothèse d'une filiation à l'équilibre, la dose engendrée par ces radionucléides correspond à 99% de la dose totale pour le scénario retenu. Comme indiqué précédemment (6.2.1) les données de terrains renforcent la prépondérance de ce radionucléide et de ces descendants à vie courte dans l'établissement des niveaux d'exposition. Le Tableau 11 indique également que pour le scénario bureau, 100% de l'exposition associée au ^{226}Ra et ses descendants à vie courte correspond à de l'exposition externe. Ainsi, il apparaît que pour ce scénario, l'exposition des personnes se fait à plus de 99% par voie externe. Pour le scénario utilisation des bureaux, l'évaluation de l'exposition totale peut donc être conduite sur la base du calcul de l'exposition externe (à partir des débits de dose mesurés).

Les premières évaluations d'exposition conduites par l'OPRI en 2000 indiquaient que le niveau d'exposition par exposition externe dans les bâtiments atteint $0,5 \text{ mSv}\cdot\text{an}^{-1}$ dans le bureau présentant les plus fort débit de dose ambiant et de $0,8 \text{ mSv}\cdot\text{an}^{-1}$ pour une personne travaillant dans la zone constituées par les anciens locaux de l'usine présentant le débit de dose maximal [10]. Les débits de dose mesurés à l'époque étant comparables à ceux relevés plus récemment, l'IRSN valide cet ordre de grandeur du niveau d'exposition pour le scénario bureau.

6.2.3 SCENARIO GARDIENNAGE

Le scénario retenu pour évaluer le niveau d'exposition en extérieur est celui d'un gardien sur le site. Les sols contaminés sont végétalisés ou recouverts par des matériaux de type pavés, bitume ou dalle de béton ce qui limite l'envol de poussières et donc l'exposition par voies interne (i.e. inhalation et ingestion de poussières). Ainsi la dose efficace pour le scénario gardien correspond à la dose engendrée par l'exposition externe.

Les différentes cartographies conduites sur le site sont cohérentes entre elles. Afin d'apprécier le niveau d'exposition d'un gardien, il a été considéré qu'il effectue ses rondes sur les voies de circulation et en partie au niveau d'un poste de garde qui sera implanté en entrée de site. Afin de rester pénalisant, il a été considéré que le poste de garde est implanté au niveau des tâches de contamination détectées à gauche en entrant sur le site en bordure du bâtiment administratif.

Il a été considéré qu'au cours de l'exercice de ses fonctions, le gardien fréquente trois zones contaminées distinctes :

- le lieu de son poste de garde ;
- le passage entre les locaux d'archive et le bâtiment ancienne usine ;
- la zone parking au droit du bâtiment usine.

Pour chacune de ces zones, le Tableau 12 présente les temps de fréquentation annuels estimés ainsi que les débits de dose moyens considérés.

Tableau 12: Calcul d'exposition pour le scénario gardien

	Temps de présence quotidien (h.j ⁻¹)	Temps de présence annuel (h.an ⁻¹)	Débit de dose moyen (μSv.h ⁻¹)	Dose annuelle (mSv.an ⁻¹)
Poste de garde	4,1	984	0,9	0,9
Passage	0,9	216	1	0,2
parking	0,35	84	0,3	0,03
Zones non contaminées	1,65	396	0,08	0,03
total	7	1680		1,2

Il apparaît ainsi que l'exposition ajoutée (i.e. du fait de la présence de la contamination sur le site) d'un gardien est susceptible d'atteindre voire dépasser 1 mSv.an⁻¹, principalement du fait de l'exposition au poste de garde et de la fréquentation du passage entre le bâtiment archives et le bâtiment « ancienne usine ». L'implantation du poste de garde de l'autre côté de la voie de circulation (zone non contaminée) permettrait d'abaisser ce niveau d'exposition ajoutée à 0,2 mSv.an⁻¹.

6.2.4 SYNTHÈSE

Les orientations administratives de gestion des sites contaminés par des substances radioactives indiquent que le niveau de dose acceptable se situe autour de quelques centaines de microsievert par an [2]. Ainsi, il apparaît que la contamination radioactive présente sur le site de la société FEDERAL MOGUL n'est pas compatible, en l'état, avec la mise en place d'une activité de type bureau ; en particulier dans les locaux où le niveau du débit de dose ambiant conduit à une dose annuelle de l'ordre de 0,5 à 0,8 mSv.an⁻¹ (bâtiment service administratif ancien et anciens locaux de l'usine). Les bâtiments exempts de toute trace de contamination décelable (bâtiment administratif partie récente, le bâtiment service technique) devraient pouvoir faire l'objet d'une utilisation sans contrainte majeure. L'IRSN considère que l'utilisation des autres bâtiments du site doit faire l'objet d'une optimisation notamment au travers la mise en place d'un plan de gestion tel que défini au paragraphe 7. L'IRSN attire également l'attention des propriétaires du site sur le fait que l'aménagement des locaux, notamment en termes de cloisonnement et de mise en dépression des bâtiments est également susceptible de modifier de

manière significative la répartition des zones homogènes vis-à-vis de la concentration du radon et ainsi de conduire à une augmentation de cette dernière. En conséquence de quoi, l'IRSN préconise la mise en place d'un suivi radon dans les bâtiments d'intérêt. Pour ce qui concerne les scénarios « aménagement de bureaux » et « gardiennage », les niveaux d'exposition calculés sont moins élevés mais restent néanmoins de l'ordre de 0,3 mSv.an⁻¹. Il convient ici de rappeler que l'évaluation de l'exposition liée à la contamination des espaces extérieurs a été conduite exclusivement sur la base du scénario gardiennage pour lequel l'exposition interne a été jugée négligeable compte tenu des caractéristiques du site. Dans l'hypothèse où des opérations de creusement, même de faible ampleur de type plantations, devraient être engagées sur le site ; le niveau d'exposition pourrait être significativement majoré par l'accroissement de l'importance de l'exposition interne.

7 REFLEXIONS SUR LES OPTIONS DE GESTION

Conformément à la politique établie par le ministère en charge de l'environnement, dans le cadre du changement d'usage d'un site pollué, une démarche appelée plan de gestion devrait être mise en place [4] à [8]. Elle consiste, lorsque la situation le permet, à agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés. L'élaboration du plan de gestion repose sur :

- la connaissance des milieux, des usages sur le site et autour du site ainsi que sur le choix des usages dans le cas d'un projet de réhabilitation ;
- les contraintes réglementaires ;
- les mesures de maîtrise des sources de pollution et les mesures de maîtrise des impacts ;
- la gestion des terres excavées. Les modalités de cette gestion constituent dans le plupart des cas un enjeu majeur du projet, généralement plus important que l'appréciation des risques résiduels ;
- les différentes mesures de gestion : le traitement des terres polluées sur le site ou hors site, les options de construction, les mesures de confinement, les possibilités de régénération ou d'atténuation naturelle de la contamination ;
- les outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage ;
- le contrôle et le suivi de l'efficacité des mesures de gestion.

La mise en œuvre de cette démarche doit permettre d'identifier sur la base d'un bilan coût/avantage les différentes options de gestion pertinentes, de les valider puis de contrôler leur efficacité dans le temps.

L'application de cette démarche au site de la société de FEDERAL MOGUL implanté sur la commune de Gif sur Yvette conduirait à minima à considérer les points suivants :

- possibilités d'assainissement du site par retrait des tâches de contamination ;
- possibilités de mise en place d'écrans visant à réduire les niveaux d'exposition externe ;
- optimisation de l'occupation des locaux en installant dans les zones les plus contaminées des activités requérant un faible temps de présence ;
- nécessité de surveillance radiologique des travailleurs lors des phases d'assainissement et d'aménagement du site ;

- possibilités de réduire l'activité volumique du radon dans les zones présentant un niveau significativement supérieur au bruit de fond régional ;
- vérification a posteriori de l'efficacité des aménagements réalisés sur le site ;
- évaluation des risques résiduels dans l'hypothèse où une partie de la contamination serait laissée en place ;
- mise en place d'outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage si nécessaire.

L'IRSN attire l'attention sur le fait que la mise en place d'un plan de gestion nécessite d'examiner l'incidence de la contamination du site sur son environnement et que conformément à la proposition technique et financière établie en réponse à la demande d'ERM, l'IRSN n'a pas explicitement abordé cette thématique dans le cadre de cette mission.

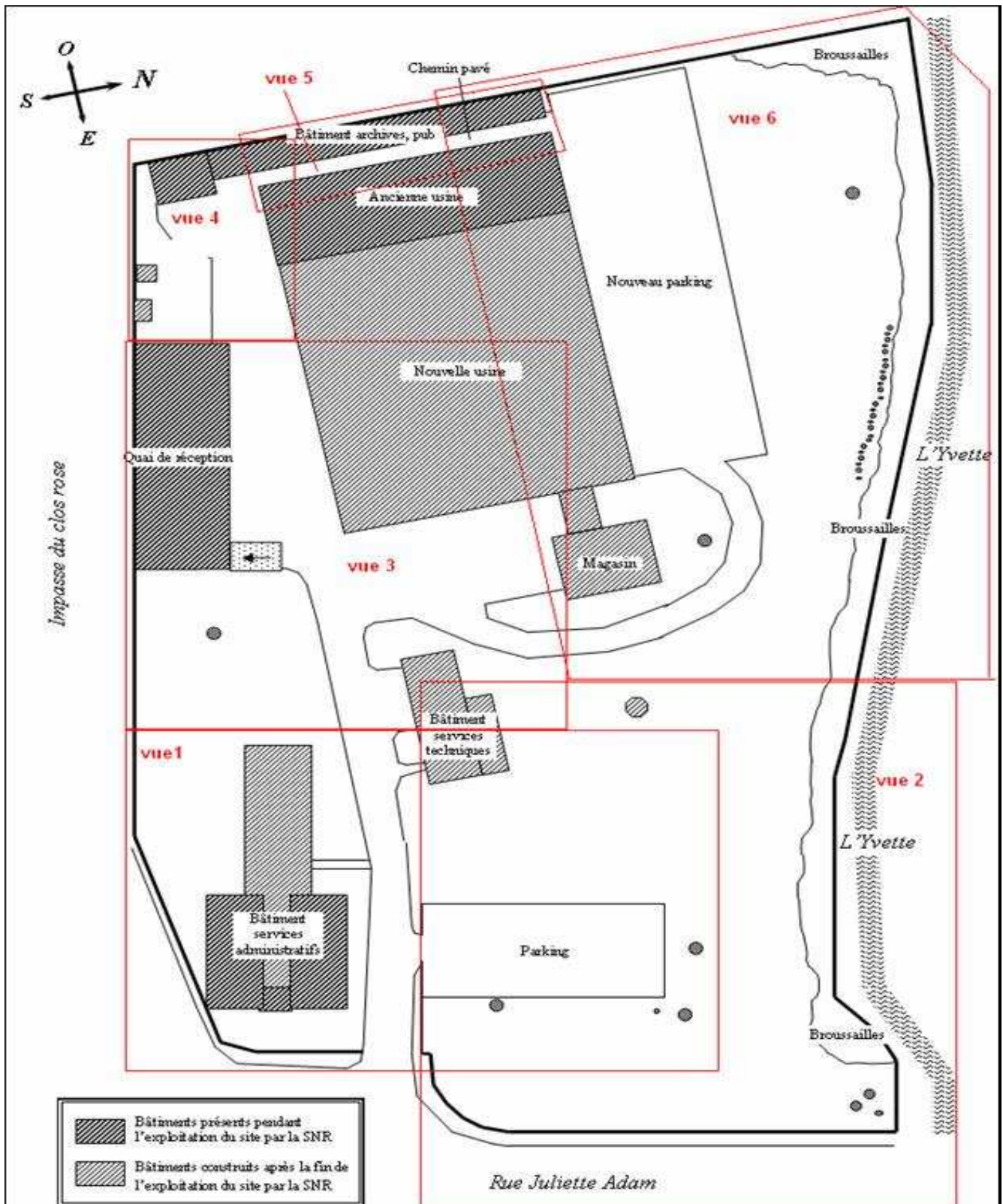
8 REFERENCES

- [1] Guide méthodologique de gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives. IPSN Version 0.mai 2001
- [2] Guide méthodologique de gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives. IRSN version 1. mai 2008
- [3] Gestion des sites (potentiellement) pollués. Les outils de cette gestion : le pré diagnostic, le diagnostic initial (étude des sols), l'évaluation simplifiée des risques. Version 1, 1997
- [4] Note aux préfets relative aux sites et sols pollués - Modalité de gestion et de réaménagement des sites pollués
- [5] Circulaire relative aux Installations Classées. Prévention de la pollution des sols. Gestion des sols pollués
- [6] Circulaire relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles
- [7] Circulaire BPSPR/2005-371/LO relative à la cessation d'activité d'une Installation Classée - Chaîne de responsabilité - Défaillance des responsables
- [8] Circulaire BPSPR/2006-77/LO relative aux Installations Classées - Modalité d'application de la procédure de consignation prévue à l'article 514-1 du code de l'environnement pdf/Circulaire_2006-77_08_02_07.pdf
- [9] décret 2002-460 du 4 avril 2002 et décret 2007-1582 du 7 novembre 2007 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants
- [10] Rapport d'intervention OPRI n°2000/450 du 11 décembre 2000.
- [11] TELERAY : http://teleray.irsn.org/irsn/html_irsn/mesure/france.htm
- [12] la stratégie de gestion des risques liés au radon en France <http://www.radon-france.com/pdf/strategie.pdf>
- [13] Dépistage du radon dans les bâtiments. APAVE 05.603.102.02406.00.N.001. HARP.001
- [14] Cartographie radiologique du site de FEDERAL MOGUL. Rapport 2613/RFI/08/014 ind.0. ONECTRA 2008.
- [15] Rapport d'intervention OPRI n°2001/091-1 du 2 mars 2001
- [16] Rapport D'essais DPR 08-07-1390 Mesure intégrée de l'activité volumique en radon 222 dans l'environnement atmosphérique – ALGADE pour le compte d'ONECTRA

9 ANNEXES

9.1 ANNEXE 1 DECOUPAGE DU SITE DE FEDERAL MOGUL

Découpage des différentes vues utilisées pour présenter les mesures de débit d'équivalent de dose effectuées sur les voiries et extérieurs du site de FEDERAL MOGUL



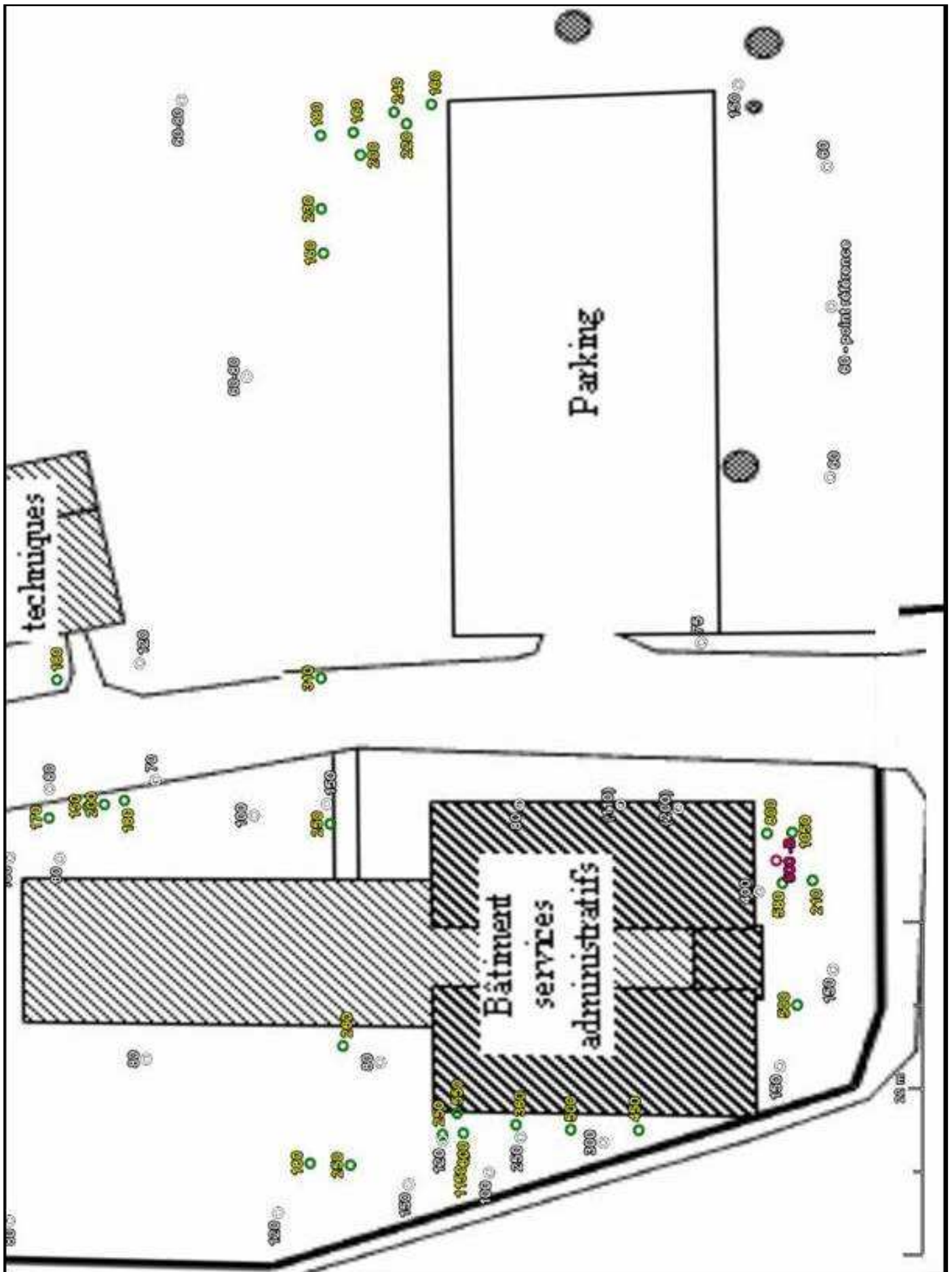
9.2 ANNEXE 2 - MESURES DE DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE SUR LES EXTERIEURS DU SITE DE FEDERAL MOGUL

Cartes des mesures de débits d'équivalent de dose réalisées sur les voiries et extérieurs du site de FEDERAL MOGUL.

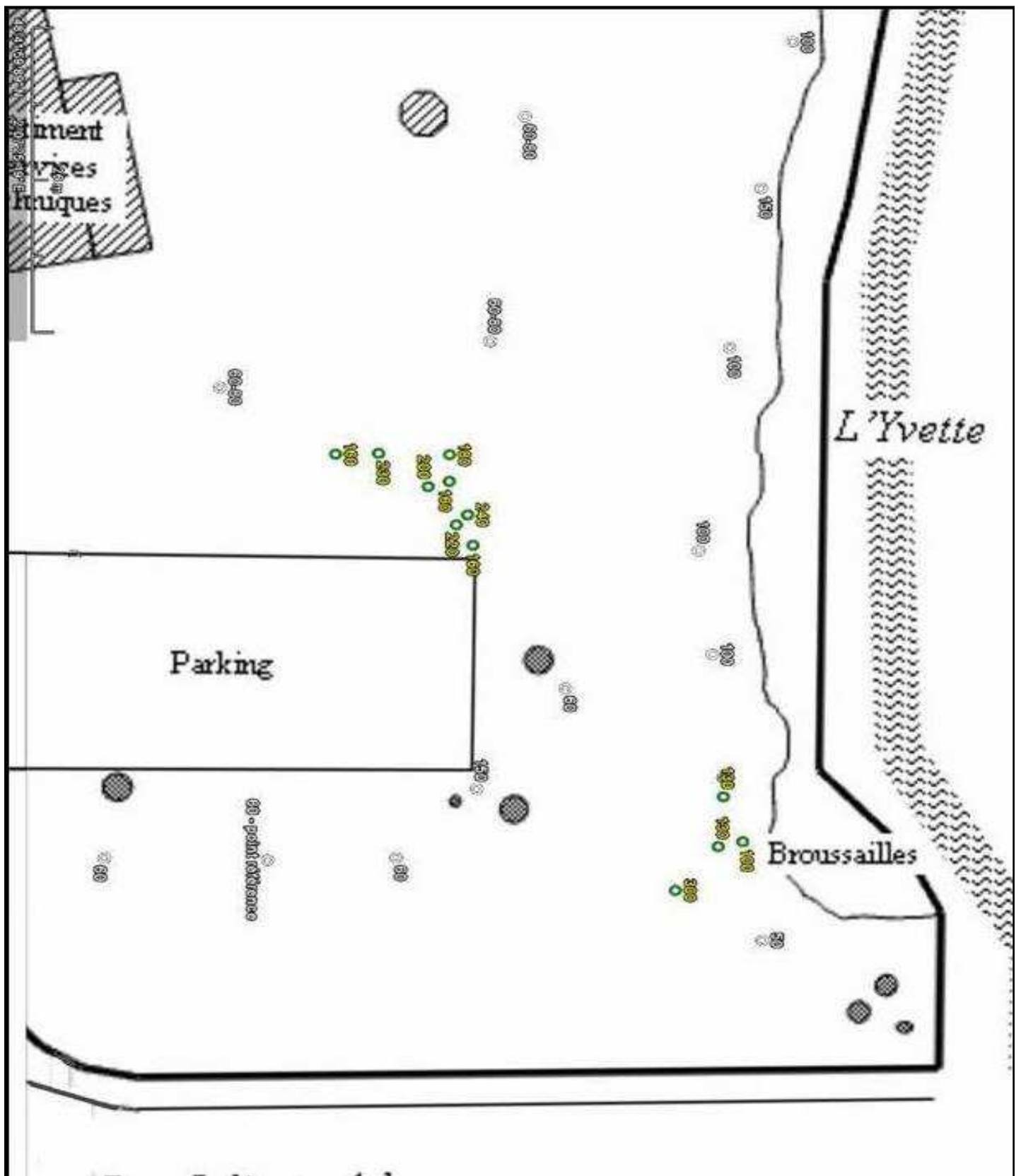
Les points marqués :

- d'un cercle blanc correspondent aux mesures de l'OPRI - les valeurs entre parenthèses sont celles mesurées au contact,
- d'un cercle vert (avec écriture en jaune) correspondent aux mesures d'ONECTRA - ces mesures sont réalisées au contact,
- en rouge sont désignés comme points chauds ou points singuliers : il s'agit de points repérés par l'OPRI sur lesquels a été effectué un prélèvement de terre. Les valeurs de débits sont en nanosievert par heure.

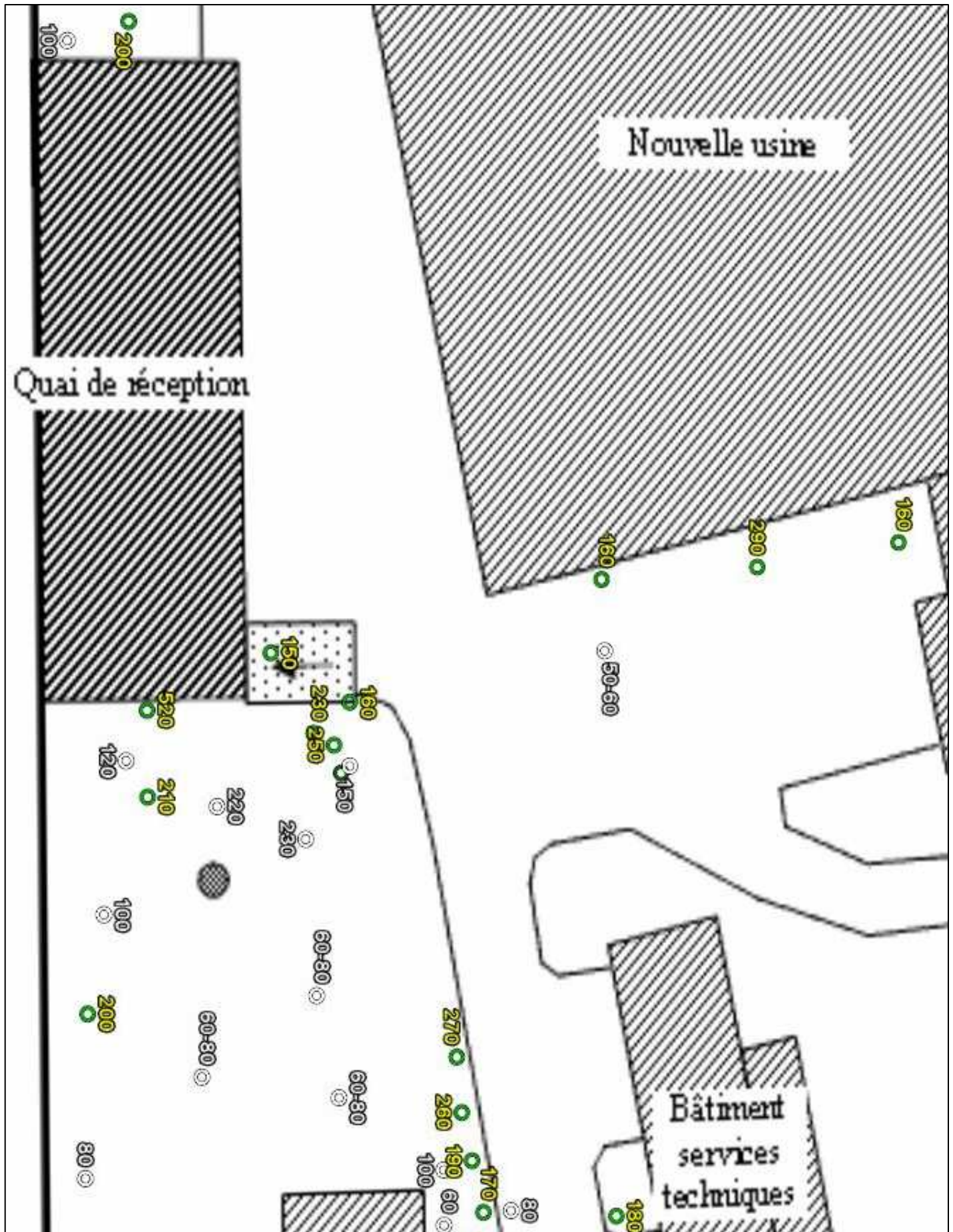
Vue numéro 1



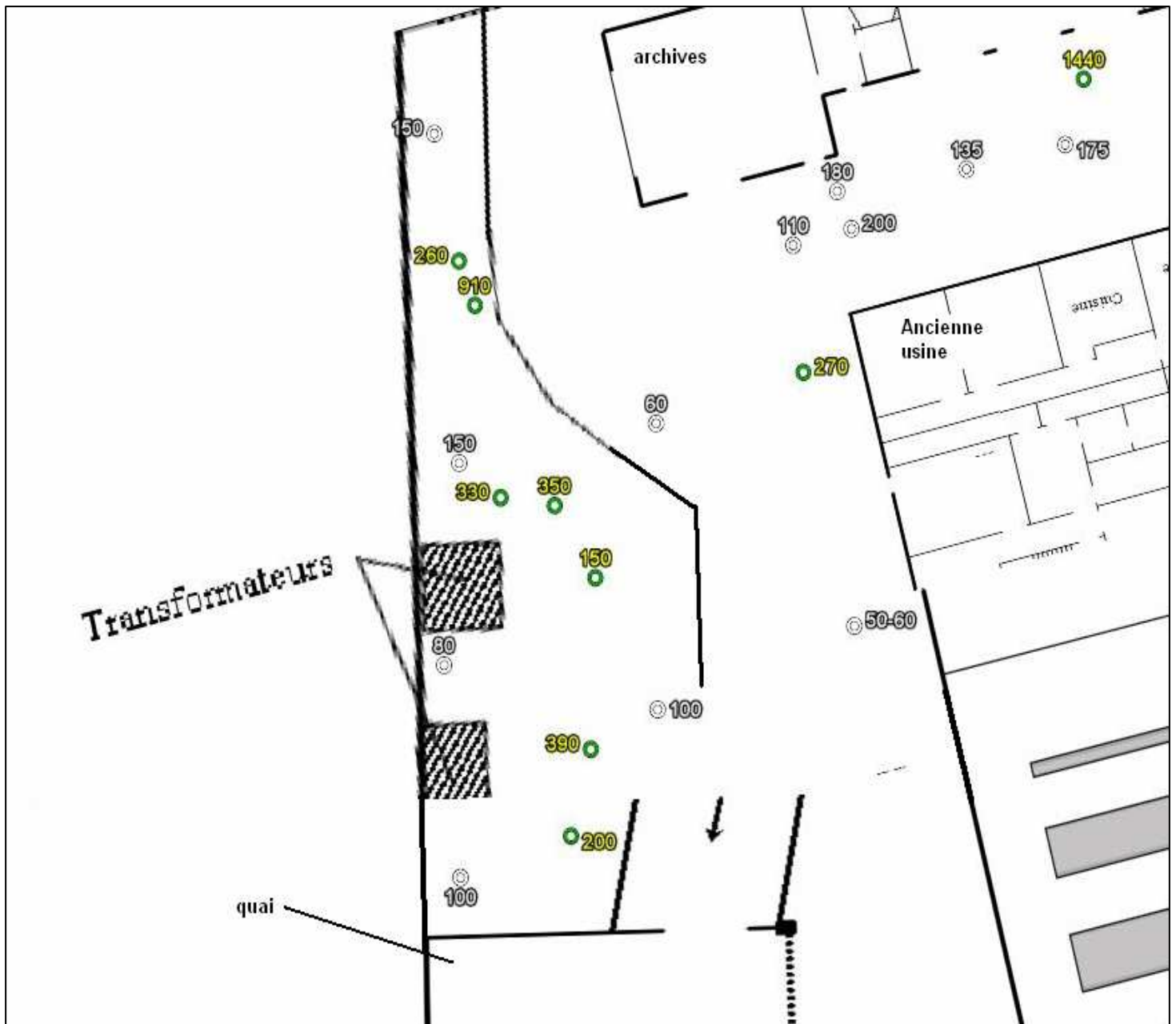
Vue numéro 2



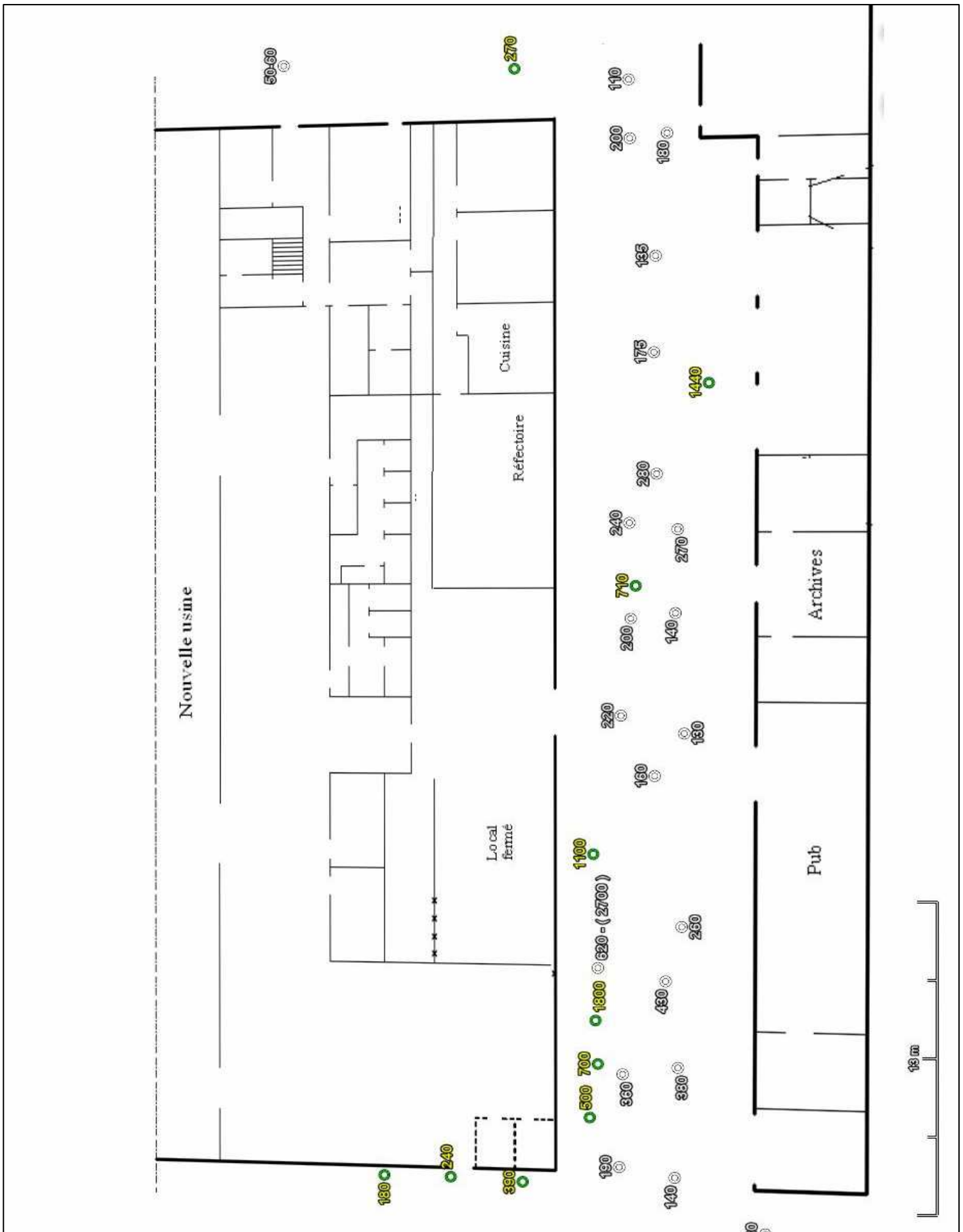
Vue numéro 3



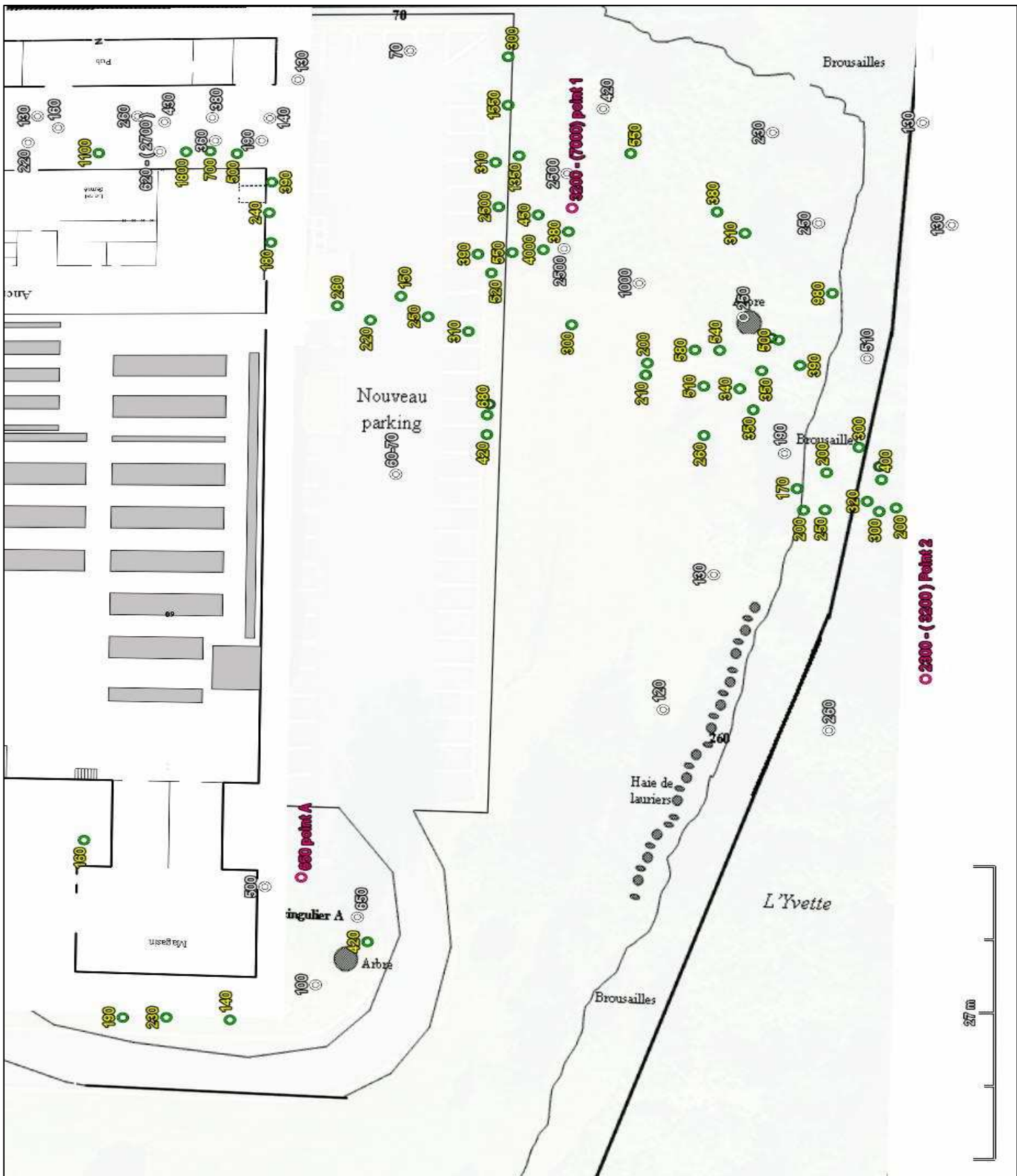
Vue numéro 4



Vue numéro 5



Vue numéro 6



9.3 ANNEXE 3 - MESURES DE DEBITS D'EQUIVALENT DE DOSE ET DE DOSE INTEGREE DANS LES BATIMENTS DU SITE DE FEDERAL MOGUL

Cartes et plans regroupant les mesures de débits d'équivalent de dose et de doses intégrées dans les différents corps de bâtiment du site de FEDERAL MOGUL

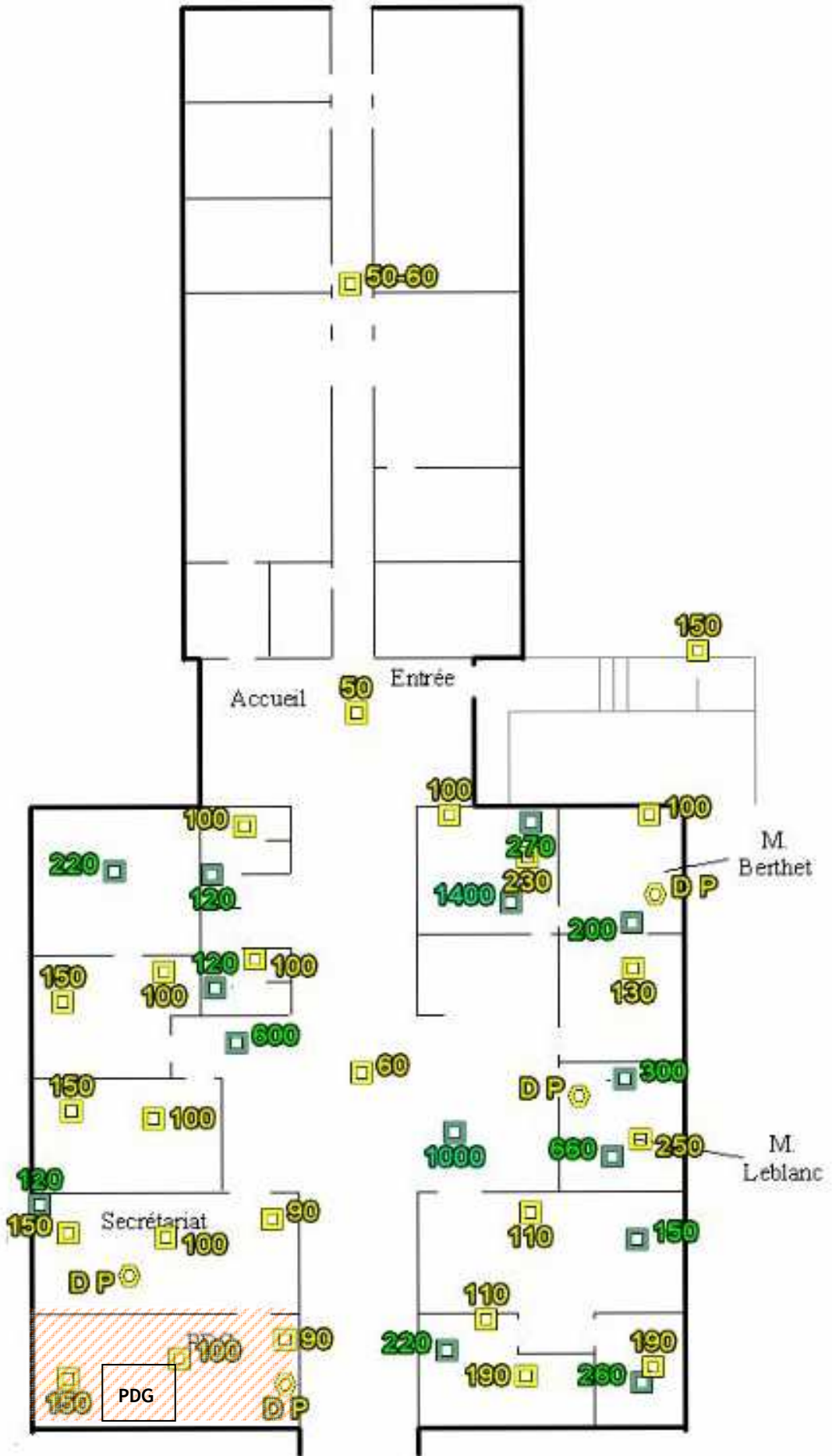
Sont symbolisés :

- Par un carré jaune annoté d'une écriture de même couleur, les mesures de l'OPRI (à 50cm du sol) données en nanosievert par heure, les valeurs notées entre parenthèses sont prises au contact d'un mur ou du sol
- Par un carré vert foncé annoté d'une valeur vert clair, les mesures en nanosievert par heure, réalisées par ONECTRA - prises systématiquement au contact
- Par un hexagone jaune accompagné des lettres DP, la position des dosimètres passif posés par l'OPRI durant la campagne de 2000

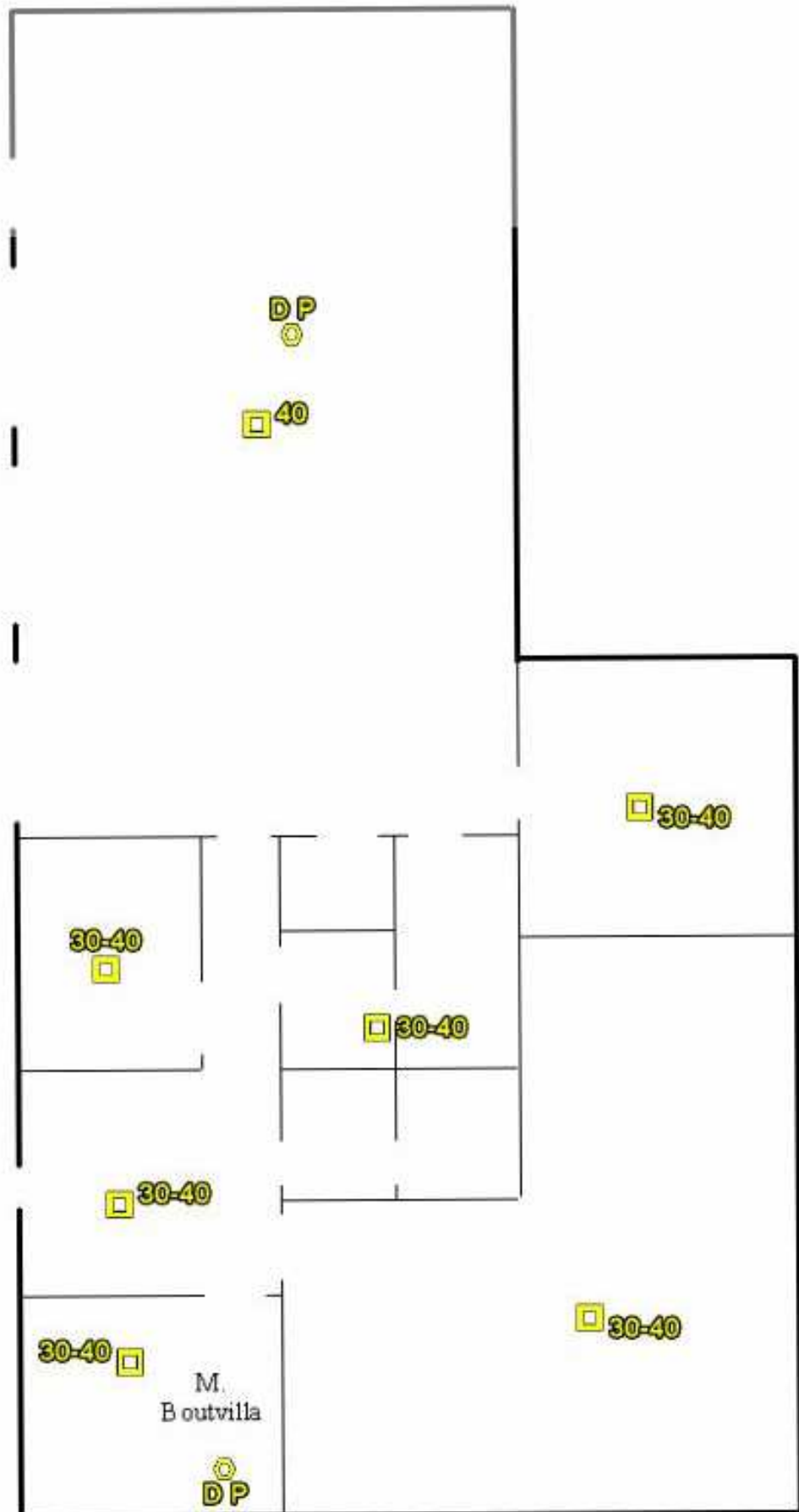
Les mesures réalisées au premier étage de l'ancienne usine sont représentées par :

- Un carré vert clair annoté d'une écriture de même couleur, les mesures de l'OPRI (à 50cm du sol) données en nanosievert par heure, les valeurs notées entre parenthèses sont prises au contact d'un mur ou du sol
- Un carré rouge annoté d'une valeur de même couleur, les mesures réalisées par ONECTRA en nanosievert par heure - prises systématiquement au contact
- Par un hexagone vert accompagné des lettres DP, la position des dosimètres passif posés par l'OPRI durant la campagne de 2000
- Les zones rouges hachurées représentent les zones des bâtiments restées inaccessibles durant la campagne de mesure de 2008

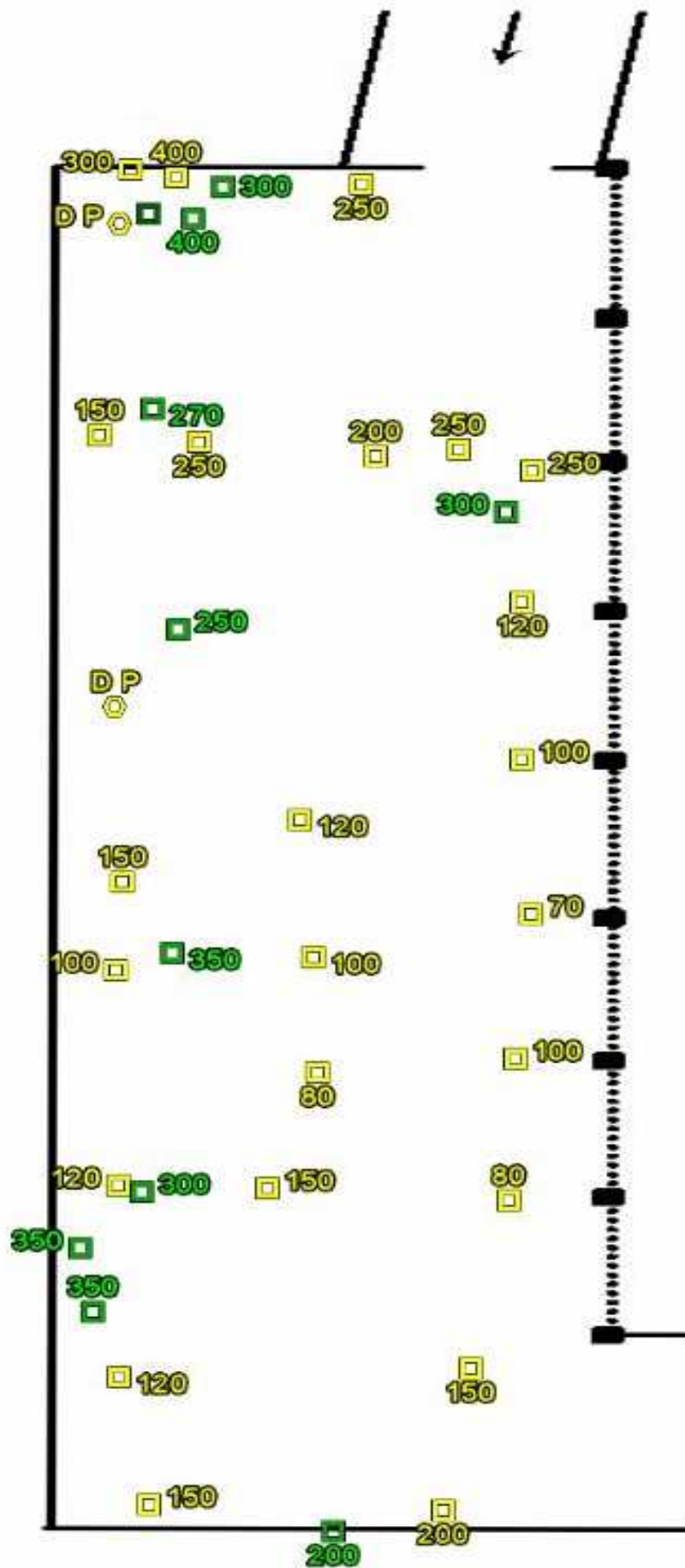
Bâtiment administratif



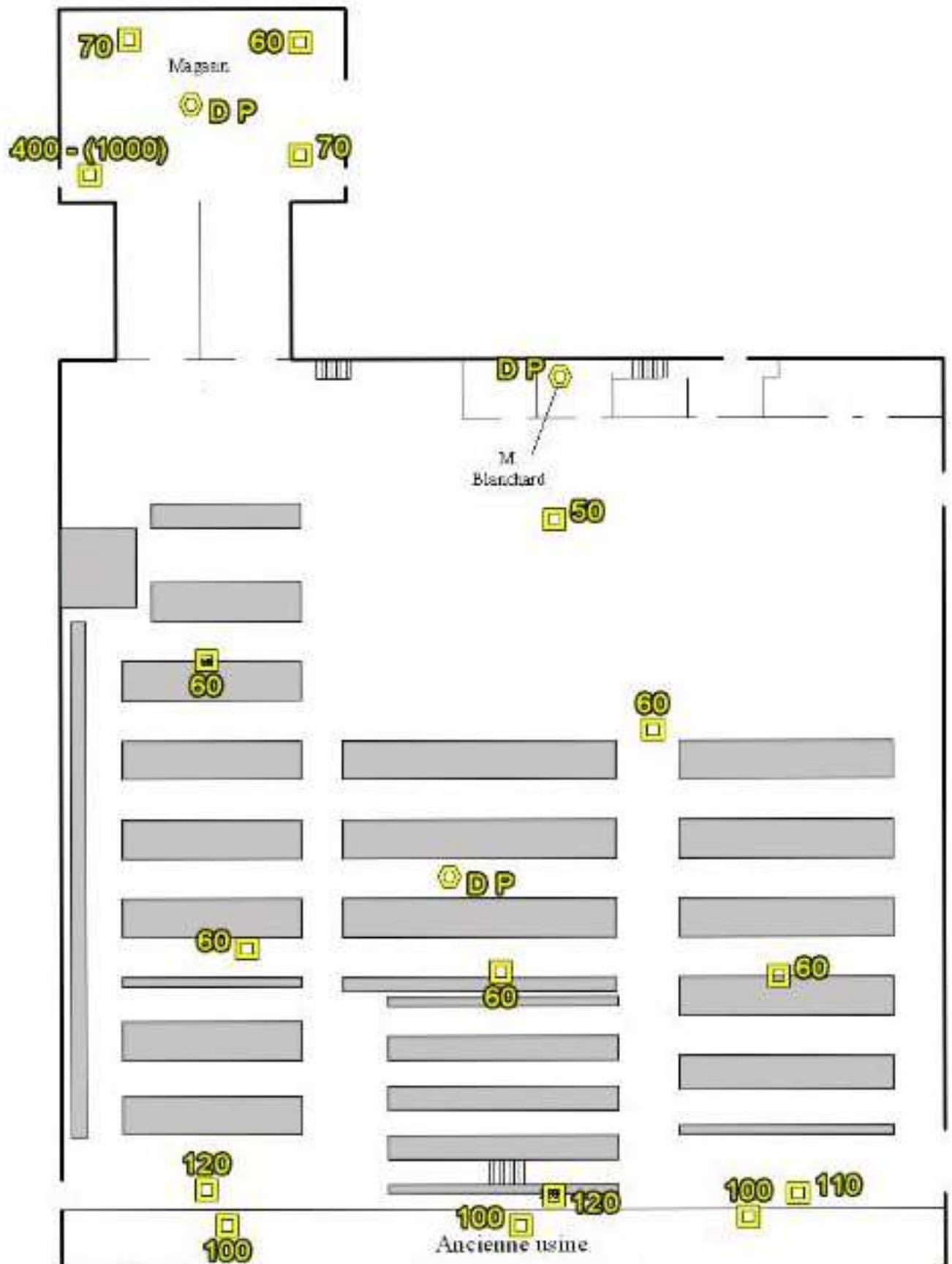
Vue du bâtiment Service technique



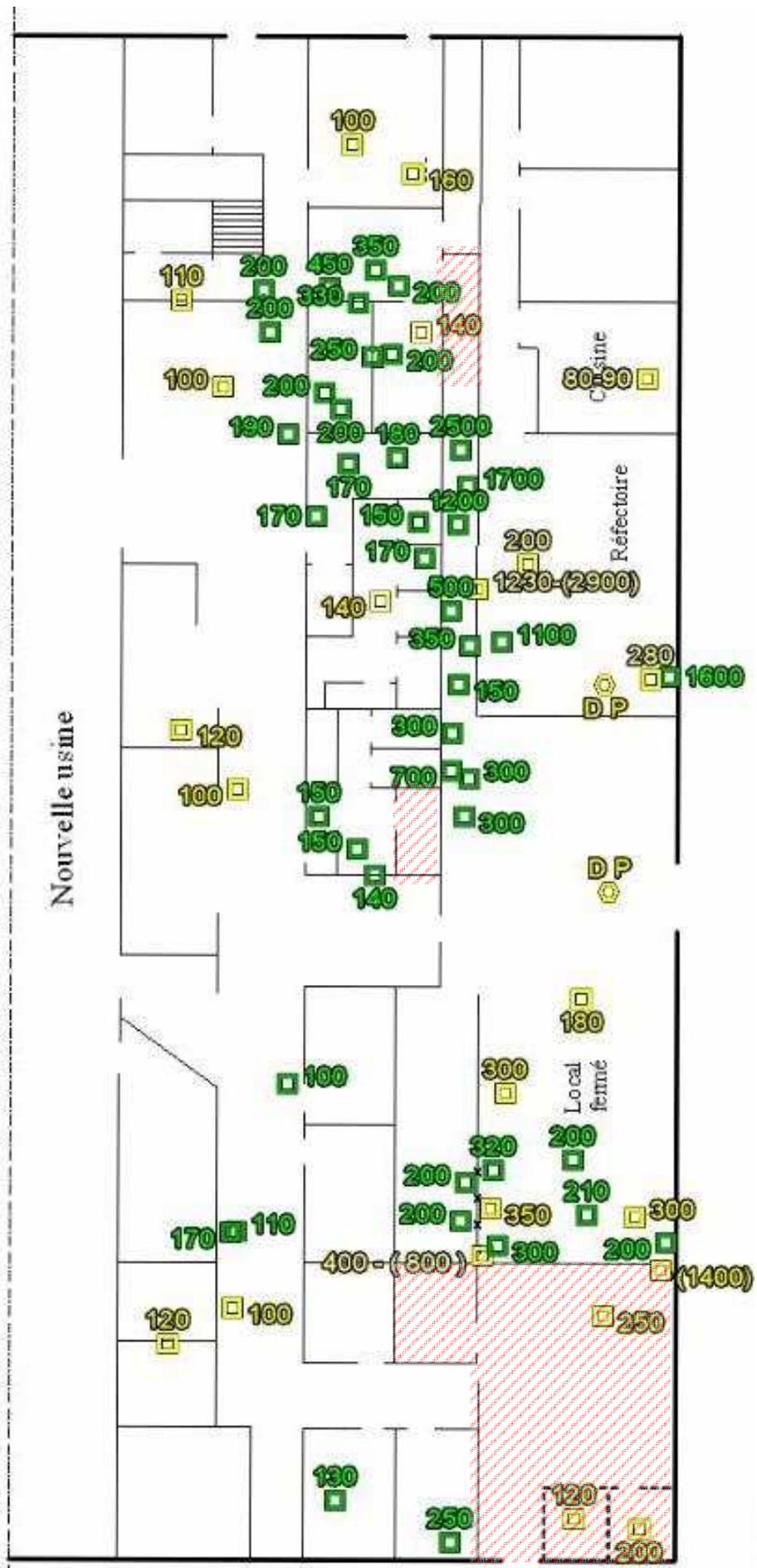
Bâtiment quai de livraison



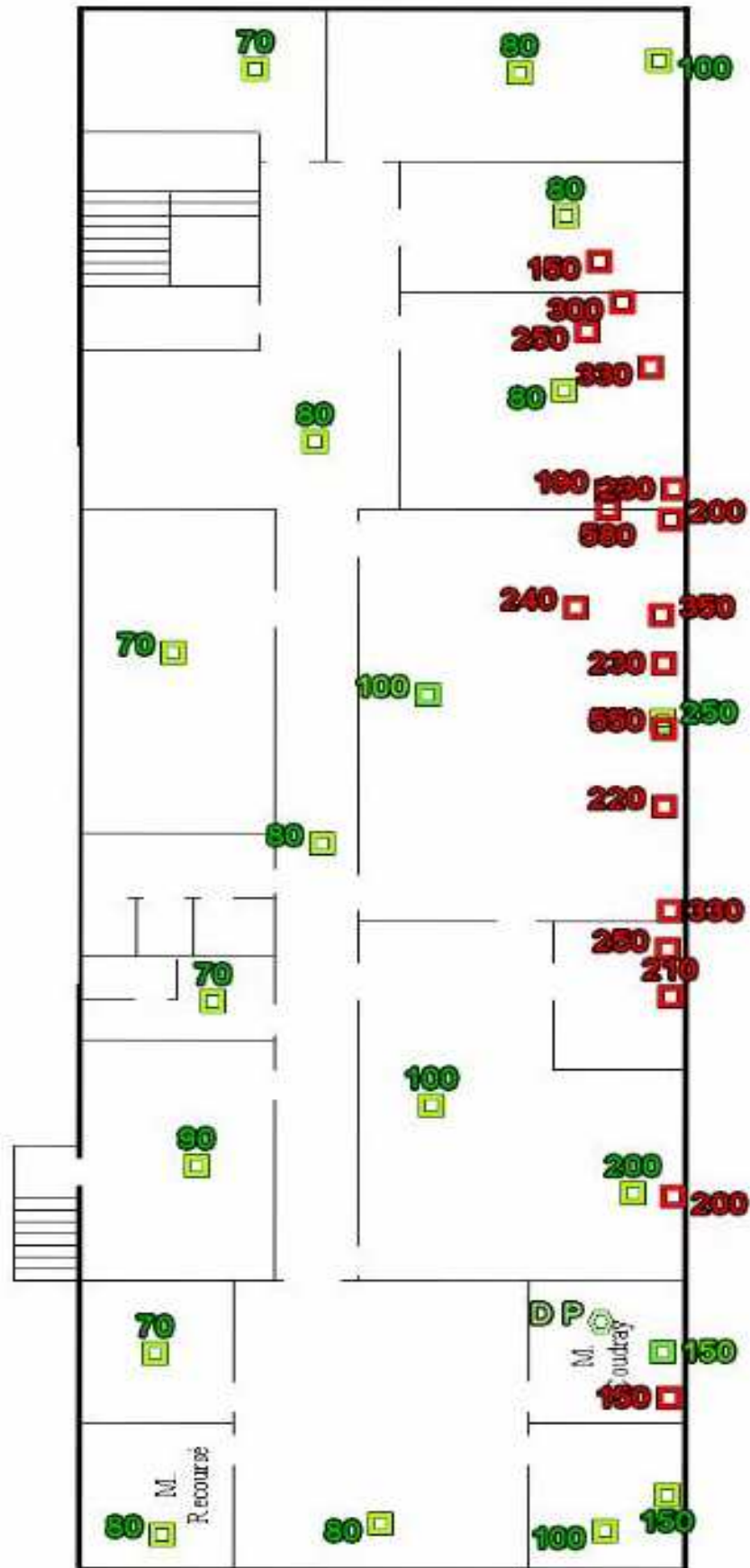
Bâtiment nouvelle Usine



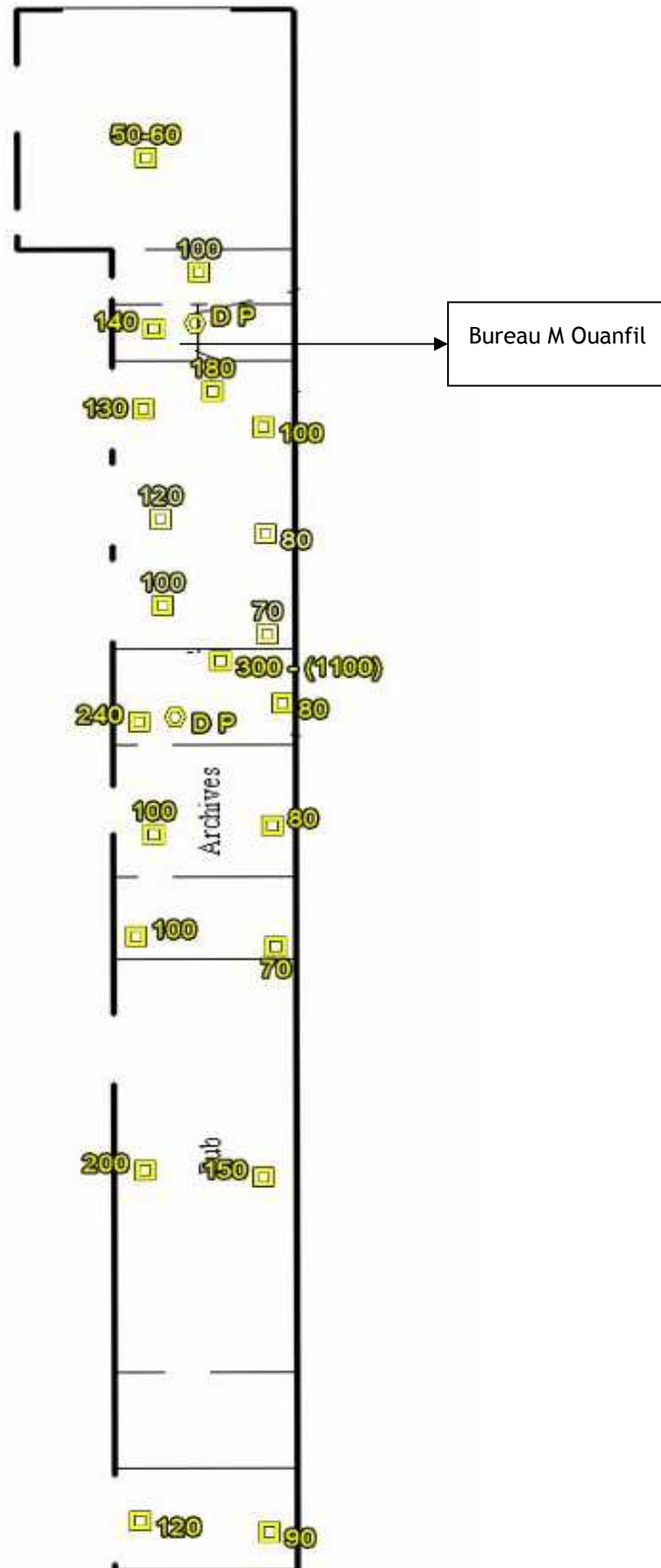
Bâtiment ancienne usine Rez-de-chaussée



Bâtiment Ancienne Usine premier étage



Bâtiment Archives



9.4 ANNEXE 4 - MESURE D'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON ET CONTROLE DE LA CONTAMINATION ATMOSPHERIQUE ET SURFACIQUE A L'INTERIEUR DES BATIMENTS

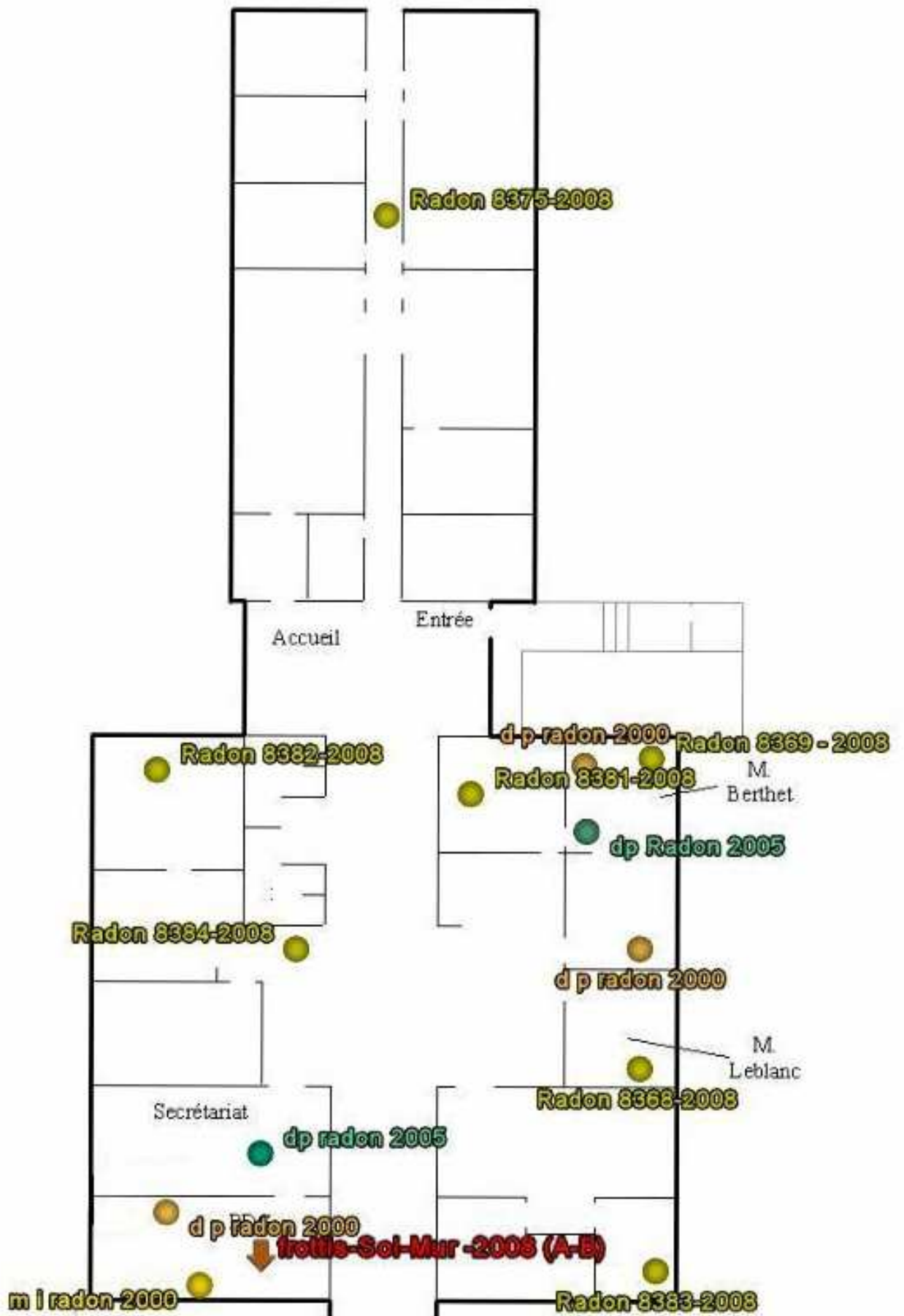
Cette annexes regroupe les différentes cartes de bâtiments dans lesquels ont été réalisées :

- des prélèvements d'aérosols
- des mesures instantanées de l'activité volumique du radon
- des mesures intégrées de l'activité volumique du radon
- des frottis sur 100cm²

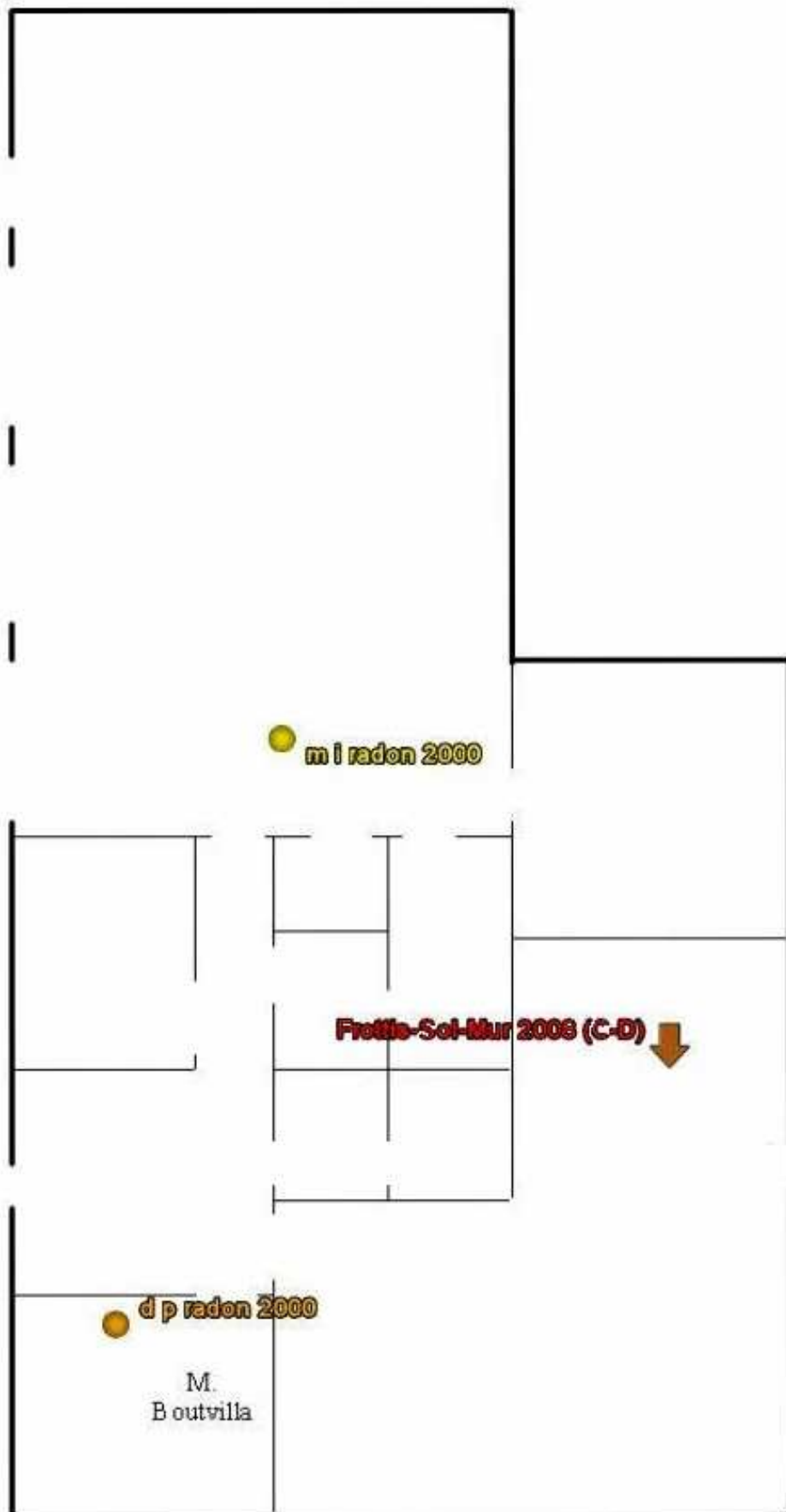
Sont représentés :

- par un triangle orange
 - annoté d'une écriture rouge les prélèvements d'aérosols réalisés par l'IRSN en 2008
 - annoté d'une écriture orange les prélèvements d'aérosols réalisés par l'OPRI en 2000
- Par un rond jaune accompagné des termes mi radon de même teinte la position des mesures instantanées d'activité volumique en radon (OPRI 2000)
- Par un rond orangé accompagné des termes DP Radon 2000, de même teinte, la position des détecteurs de trace posés par l'OPRI
- Par un rond vert sapin annoté de DP Radon 2005, de même couleur, la position des détecteurs de trace installés par les APAVES en 2005
- Par un rond vert réséda annoté d'une écriture de même couleur, la position des détecteurs de trace installés par ONECTRA en 2008. Ce symbole comporte les termes Radon, le numéro du détecteur ainsi que l'année 2008
- Par une flèche marron accompagnée d'une écriture rouge brique la position des frottis réalisés en juin 2008 par l'IRSN. L'annotation comprend les termes suivants
 - Frottis
 - La position de prélèvement : Mur, Sol,
 - L'année (2008)
 - La désignation du frottis : entre parenthèse A, B, C...etc.
- Par un rond vert vif annoté des termes mi radon, de même teinte la position de la mesure instantanée de l'activité volumique en radon au premier étage de l'ancienne usine
- Par un rond bleu clair annoté d'une écriture de même teinte la position, au premier étage de l'ancienne usine, des détecteurs de trace installés par ONECTRA en 2008. Ce symbole comporte les termes Radon, le numéro du détecteur ainsi que l'année 2008

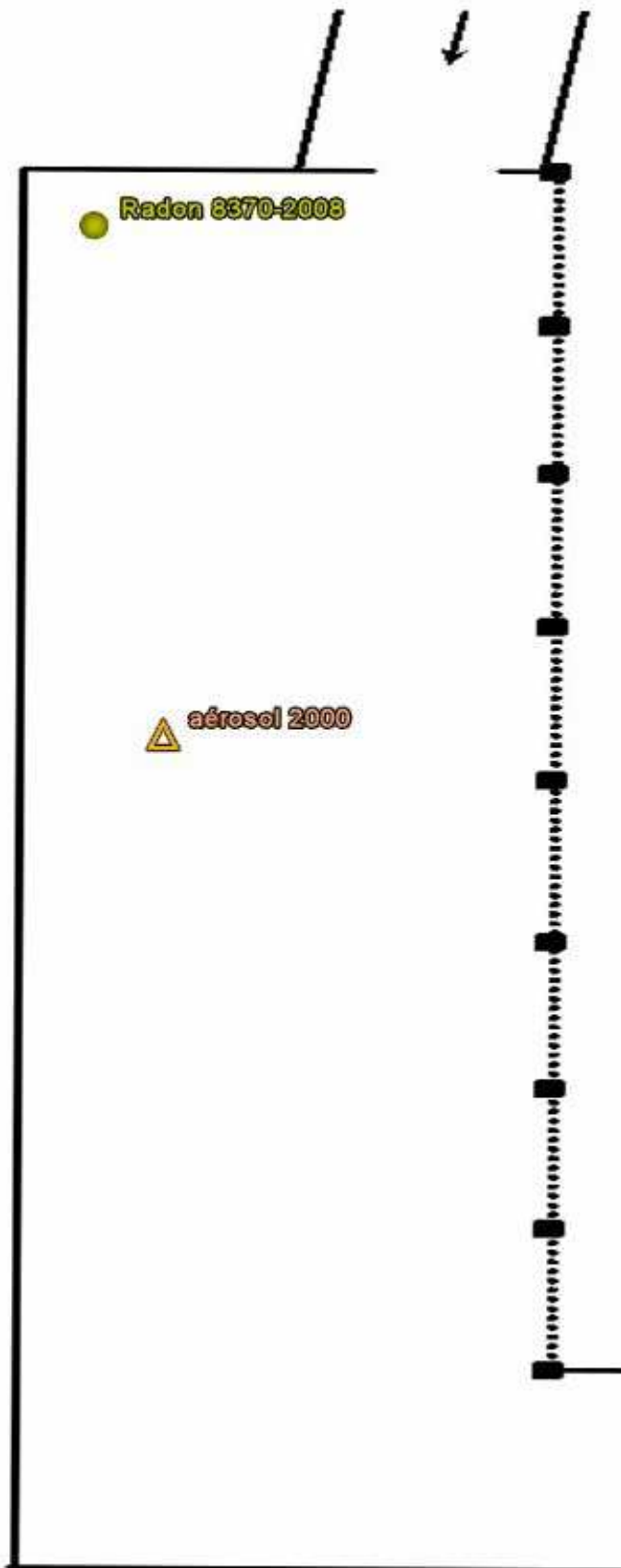
Bâtiment administratif



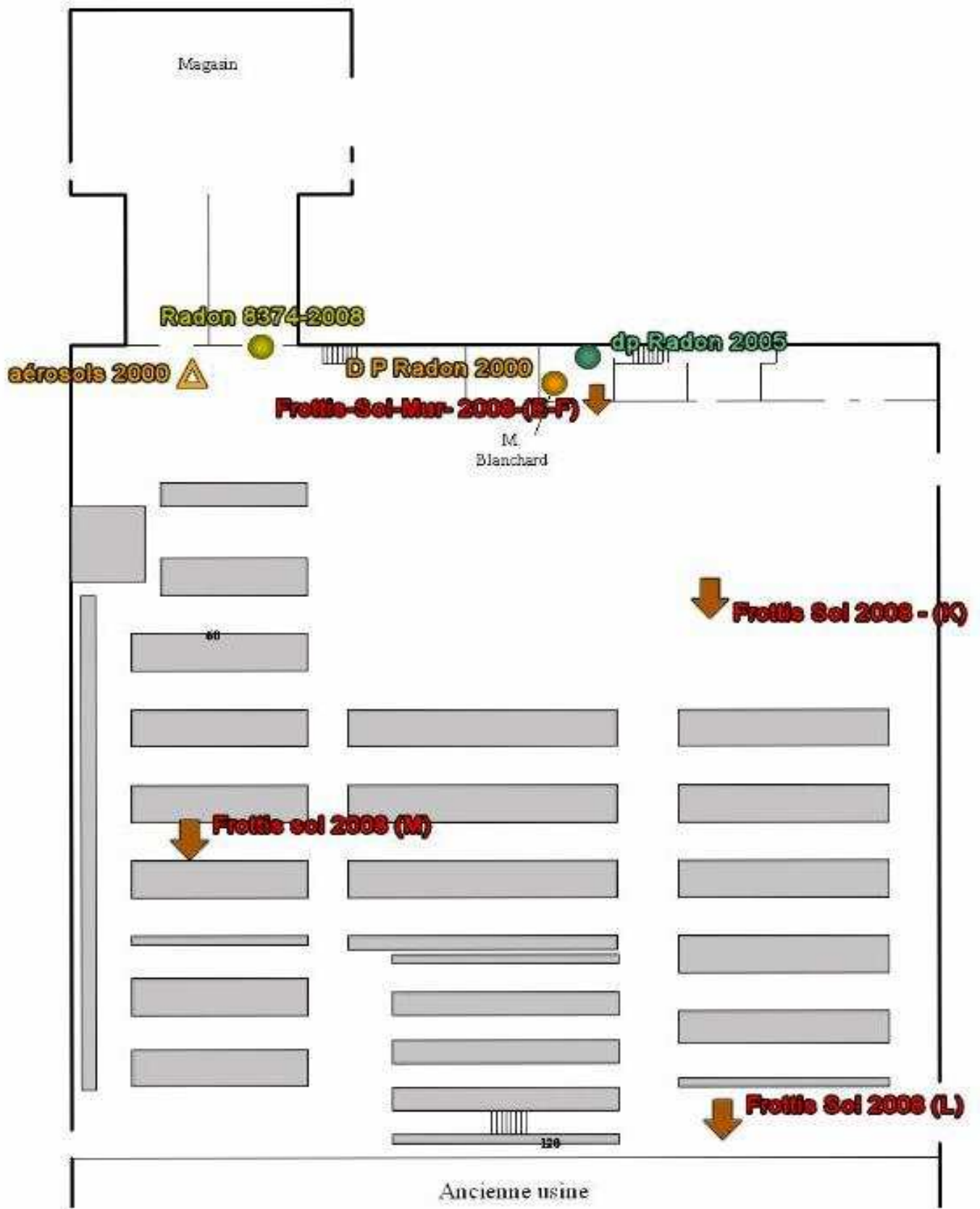
Bâtiment Service technique

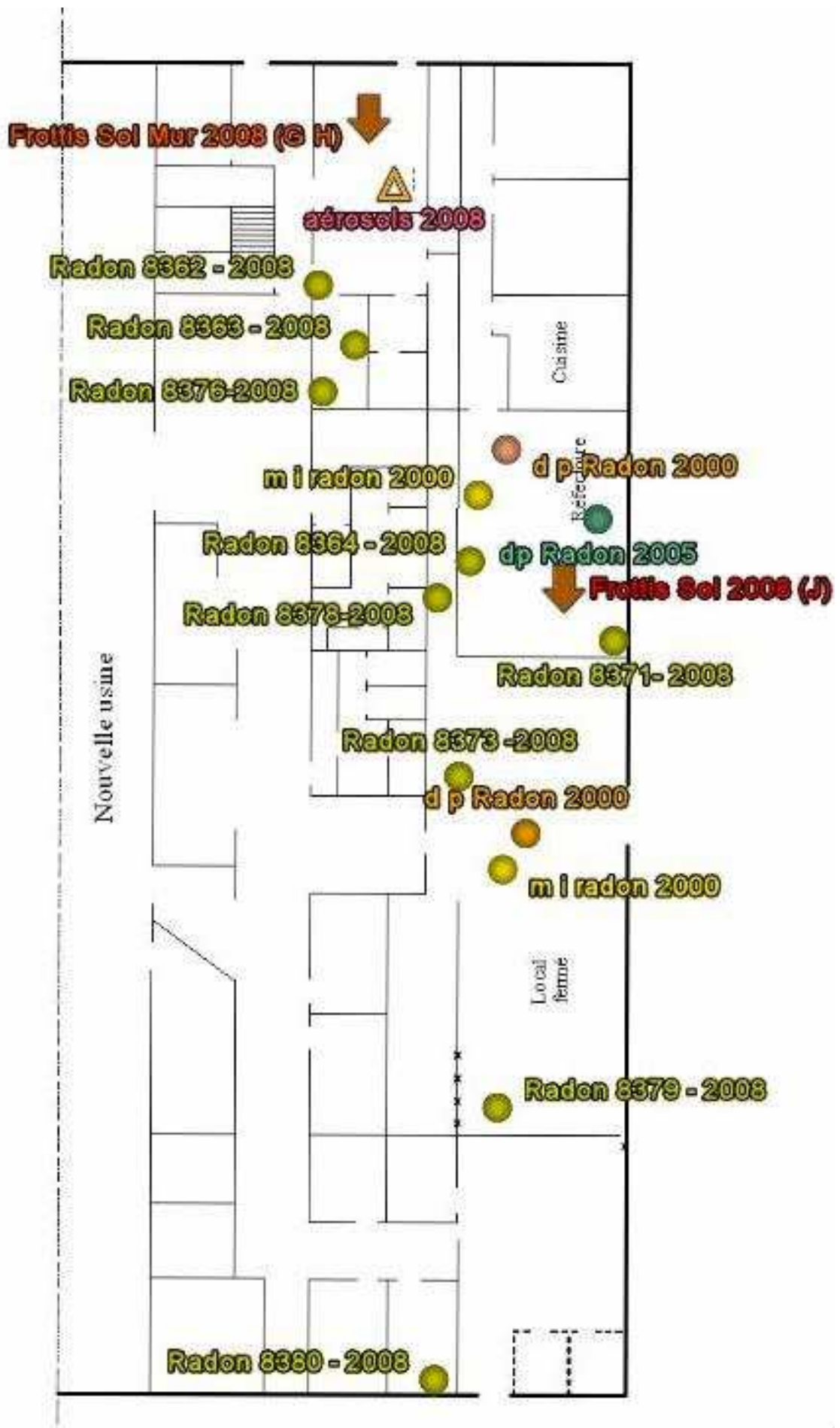


Bâtiment Quai de livraison

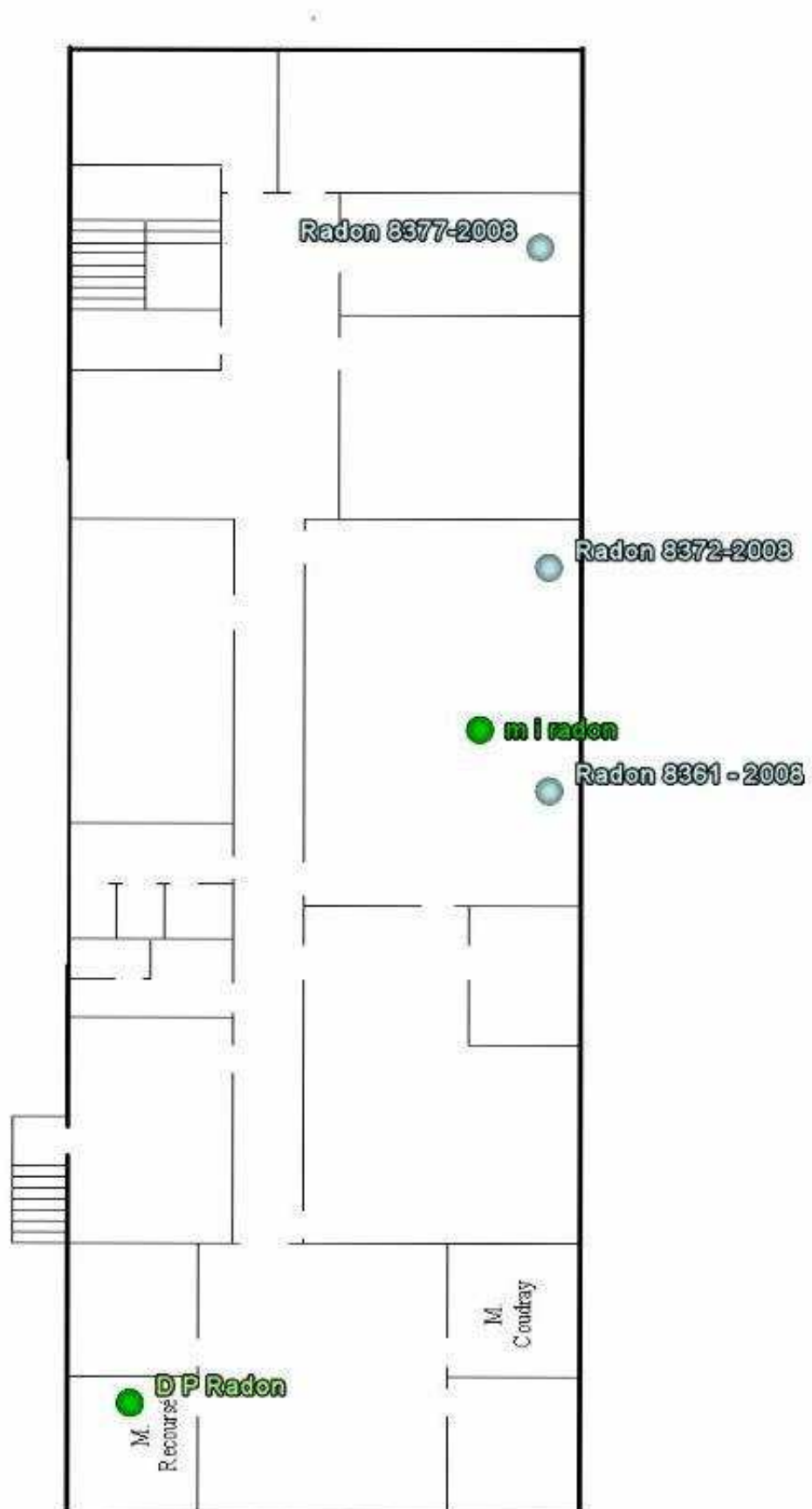


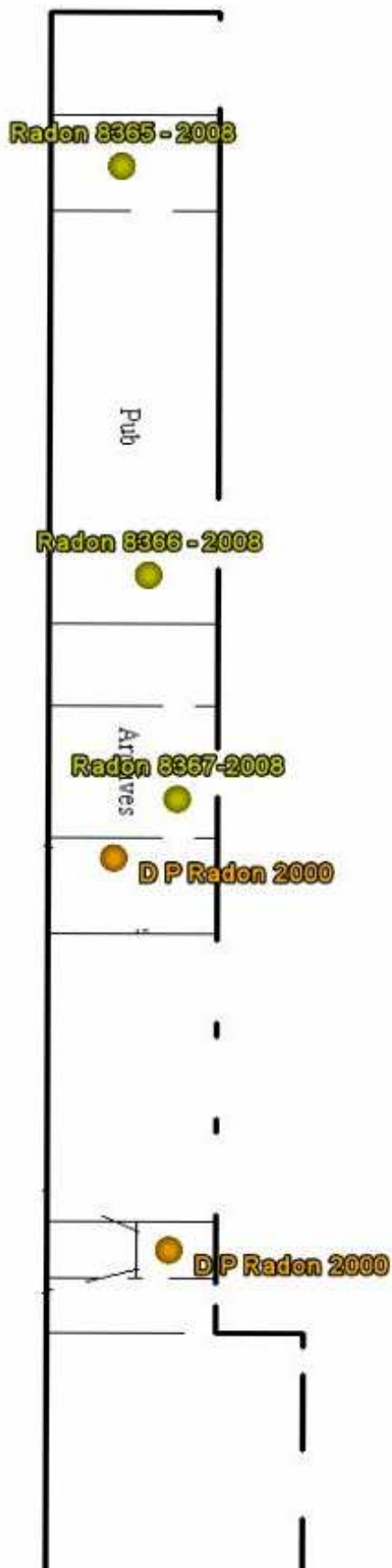
Bâtiment nouvelle Usine





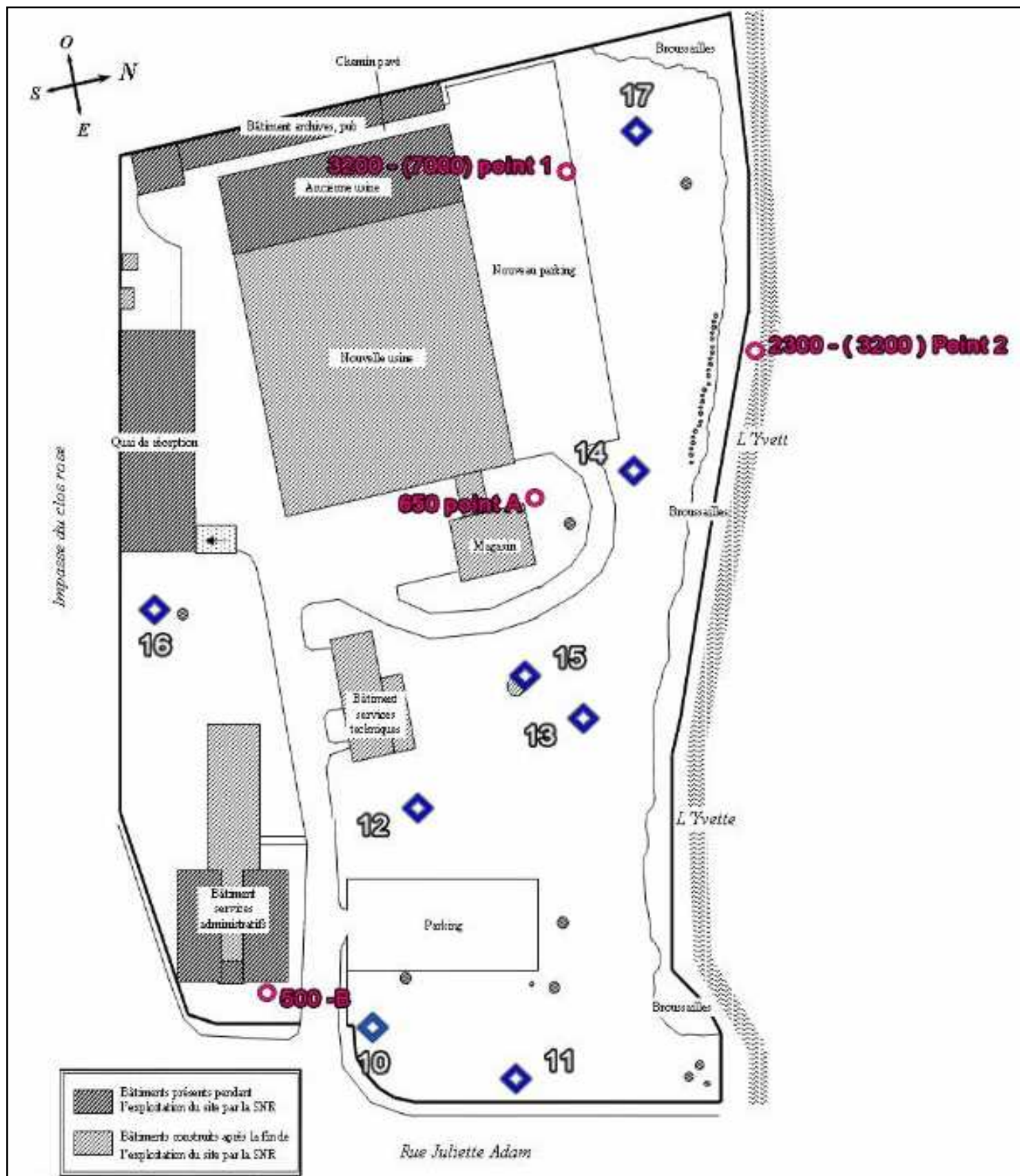
Bâtiment ancienne usine premier étage





9.5 ANNEXE 5 - CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DES SOLS

Position des prélèvements de terre réalisés par l'IRSN le 11 juin 2008. Sont aussi repérés les points singuliers et les points chauds mis en évidence par l'OPRI durant la campagne de mesure de l'an 2000



9.6 ANNEXE 6 - RESULTATS DES MESURES DE CONTAMINATION SURFACIQUE

Résultat des frottis réalisés par l'IRSN le 11 juin 2008

Localisation	Désignation	⁴⁰ K	²¹⁰ Pb	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²²⁶ Ra
Bât administratif - sol	A	<0.0017	<0.0035	<0.0002	<0.0002	<0.0012
Bât administratif mur	B	<0.0016	<0.0037	<0.0002	<0.0001	<0.0011
Service technique sol	D	<0.0018	<0.0036	<0.0002	<0.0001	<0.0011
Service technique mur	C	<0.0016	<0.0032	<0.0001	<0.0001	<0.0012
Nouvelle usine sol bureau M Blanchard	F	<0.0016	<0.0036	<0.0002	<0.0001	<0.0011
Nouvelle usine mur bureau M Blanchard	E	<0.0017	<0.0036	<0.0002	<0.0001	<0.0012
Nouvelle usine sol	K	<0.0017	<0.0035	<0.0002	<0.0001	<0.0012
Nouvelle usine sol	L	<0.0016	<0.0034	<0.0001	<0.0001	<0.0011
Nouvelle usine sol	M	<0.0018	<0.0035	<0.0002	<0.0001	<0.0012
Ancienne usine mur	H	<0.0016	<0.0034	<0.0002	<0.0001	<0.0012
Ancienne usine sol (pièce ou est signalé le prélèvement d'aérosol)	G	<0.0017	<0.0035	<0.0002	<0.0001	<0.0012
Ancienne usine sol réfectoire	J	<0.0019	<0.0036	0.0002+/- 0.0001	0.0003+/- 0.0001	0.0008+/- 0.0004

9.7 ANNEXE 7 - PARAMETRES DESCRIPTIFS DES SCENARIOS BUREAUX ET CHANTIER DE CONSTRUCTION D'UN BATIMENT

		<u>utilisation</u>	<u>construction bâtiment</u>
âge de l'individu	ans	30	30
quantité de terre ingérée	g.an ⁻¹		10
temps dans les espaces verts/parking	h.an ⁻¹	20	320
temps de veille à l'intérieur	h.an ⁻¹	2000	480
empoussièrement extérieur	mg.m ⁻³	0,02	1
empoussièrement intérieur	mg.m ⁻³	0,003	0,1
débit respiratoire de veille	m ³ .h ⁻¹	1,18	1,69
facteur de protection pour l'irradiation en intérieur	-	0,005	0,005