

RFF - SNCF

**DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL INITIAL
DU MILIEU SOUTERRAIN**

ZONE 2

**SITE FERROVAIRE DES BATIGNOLLES
PARIS 17^{ème}**

Rapport d'étude n°03T104-zone 2 – Version 2 du 31 mars 2004

Affaire suivie par Wilfried VANNIER & Sophie RODRIGUES

FICHE RECAPITULATIVE DE DIAGNOSTIC

Indissociable de l'étude historique 03 T 104

IDENTIFICATION DU SITE**Nom** : Site Ferroviaire des Batignolles, Zone 2**Adresse des accès** : boulevard de Douaumont et avenue de la porte de Clichy.**Département** : 75 017**DESCRIPTION DU SITE****Etat d'activité** : site principalement utilisé par divers locataires, activités ferroviaires extrêmement réduites**Nombre de cuves** : 3 dont une enterrée,**Nature des stockages**: matériel et produits divers , hydrocarbures de type fuel domestique et gasoil**CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE****Nature des terrains** : remblais, alluvions et calcaire de St Ouen**Ouvrages réalisés** : 27 Sdg et 5 Pz**Nappe phréatique** : nappe des calcaires de St Ouen**Profondeur nappe** : entre 8 et 11 m**Utilisation nappe** : utilisation industrielle**Vulnérabilité de l'aquifère** : moyenne à faible, présence parfois d'assises argileuses et de banc marneux**DEGRE DE POLLUTION**

	Paramètres	Teneur mini	Teneur maxi	Nbr de résultats > seuil / Nbr d'analyses	Observations
Sol teneurs en mg/kg	Hydrocarbures	< 5	2500	1/138	9 analyses > à 200 mg/kg
	Plomb sur brut	1.3	3200	20/125	Soit 16 % des analyses effectuées
	Cuivre sur brut	2	280	8/125	Soit 6,4 % des analyses effectuées
	Zinc sur brut	6.4	6000	1/125	Moins de 1% des analyses effectuées
	Benzo(a)pyrène	0.10	13	2/30	Concerne deux sondages sur les 14 ouvrages qui ont fait l'objet d'au moins une analyse des HAP
	Benzo(a)anthracène	< 0.06	8.1	1/30	
	COHV et BTEX	Ensemble de composés		0/13	Pour chacun des composés, valeur inférieure aux VDSS
Eau teneurs en mg/l	Hydrocarbures	< 0.05	< 0.05	0/5	-
	Métaux lourds, BTEX, COHV et HAP	Ensemble de composés		0/5	Inférieures aux VCI pour chacun des paramètres analysés

NATURE DU / DES POLLUANTS IDENTIFIES :

Trois catégories de polluants ont été identifiées au droit de la zone 2. Il s'agit des métaux lourds (plomb), des HCT et des HAP, plus précisément du benzo(a)pyrène et/ou du benzo(a)anthracène. Des sources-sol de pollution ont été mises en évidence mais aucun impact sur les eaux souterraines n'a pas été mesuré.

Il convient de signaler que plusieurs concentrations en HCT et en HAP sont incompatibles avec une prise en charge en centre technique d'enfouissement réservé aux matériaux inertes.

SYNTHESE

La campagne de reconnaissance réalisée sur la zone 2 comporte 32 ouvrages et plus de 300 analyses en laboratoire agréé. Ce programme est jugé conséquent pour un diagnostic environnemental initial et donne une première image relativement précise de la qualité des sols et des eaux souterraines.

Parmi les analyses effectuées et à la vue des observations de terrain, les sources-sol de pollution semblent restreintes.

Deux types ont été identifiés. Pour les hydrocarbures, les sources de pollution sont ponctuelles et leur extension est limitée. En ce qui concerne, les métaux lourds, leur présence est à mettre en relation avec la qualité défectueuse des matériaux de remblais. Leur répartition est par nature très aléatoire.

Cependant en l'état actuel du site, avec un usage industriel, toutes les valeurs sont inférieures aux VCI usage non sensible. Ces valeurs ne présentent donc pas un impact sur les sols.

PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

Des investigations complémentaires des sols permettraient de préciser l'extension des sources-sol de pollution (HCT et HAP) mises en évidence au droit de la zone 2 au niveau d'un concessionnaire et du secteur « triangle ».

Pour les hydrocarbures et ponctuellement pour les HAP, bien que les teneurs soient inférieures aux VDSS, des précautions devront être prises lors de travaux d'excavation concernant les terres présentant des teneurs en hydrocarbures supérieures aux seuils d'acceptation en CET de classe 3 (remblais inertes).

Enfin, pour les métaux lourds, ces derniers apparaissant peu mobilisables, une ré-utilisation sur le site est envisageable en respectant certaines conditions de mise en œuvre : recouvrement par un niveau de remblais sains pour empêcher tout risque d'ingestion.

SOMMAIRE

1	CADRE DE L'ETUDE	6
2	CONTEXTE DE L'INTERVENTION	7
2.1	Zone d'étude : zone 2	7
2.2	Sources potentielles de pollution mises en évidence.....	8
2.3	Programme d'investigation envisagé.....	10
3	INVESTIGATIONS DE TERRAIN	11
3.1	Mesures de sécurité	11
3.2	Campagne de reconnaissance des sols.....	12
3.2.1	Localisation et nombre de sondages réalisés.....	12
3.2.2	Profondeur des sondages	14
3.3	Campagne de reconnaissance des eaux souterraines	15
3.3.1	Localisation et nombre des piézomètres réalisés	15
3.3.2	Réalisation et équipement des piézomètres.....	16
3.4	Suivi de la réalisation des ouvrages et prélèvements des échantillons	17
3.4.1	Suivi des travaux	17
3.4.2	Sols	17
3.4.3	Eaux souterraines	17
3.5	Analyses.....	18
3.5.1	Analyses sur site pour les sols (air interstitiel).....	18
3.5.2	Analyses en laboratoire agréé sur les sols.....	19
3.5.3	Analyses en laboratoire agréé sur les eaux souterraines	19
4	RESULTATS DES INVESTIGATIONS, ANALYSES ET INTERPRETATIONS	20
4.1	Géologie observée	20
4.2	Hydrogéologie	23
4.3	Résultats des analyses de sol et interprétation.....	25
4.3.1	Valeurs guides	25
4.3.2	Sources potentielles de pollution : aire d'activité LOXAM.....	26
4.3.2.1	Indices organoleptiques et mesures gazeuses in situ.....	26
4.3.2.2	Analyses en laboratoire agréé	28
4.3.2.3	Interprétation des résultats	31
4.3.3	Sources potentielles de pollution : secteur triangle.....	31
4.3.3.1	Indices organoleptiques.....	32
4.3.3.2	Analyses en laboratoire agréé	32
4.3.3.3	Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation	36
4.3.4	Source potentielle de pollution : Stockages d'hydrocarbures	37
4.3.4.1	Indices organoleptiques.....	37
4.3.4.2	Analyses en laboratoire agréé	37
4.3.4.3	Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation	39

4.3.5	Source potentielle de pollution : Stockages de matériel et activités de mécanique.....	40
4.3.5.1	Indices organoleptiques.....	40
4.3.5.2	Analyses en laboratoire agréé	40
4.3.5.3	Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation	40
4.3.6	Sources potentielles de pollution : présence de remblais d'origine inconnue à l'entrée ouest du site.....	42
4.3.6.1	Indices organoleptiques.....	42
4.3.6.2	Analyses en laboratoire agréé	42
4.3.6.3	Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation	44
4.3.7	Sources potentielles de pollution : stockages pratiqués sur l'ensemble de la zone 2	44
4.3.7.1	Indices organoleptiques et mesures gazeuses in situ.....	44
4.3.7.2	Analyses en laboratoire	47
4.3.7.3	Interprétation des résultats	52
4.3.8	Analyses des métaux sur la zone 2.....	53
4.3.8.1	Analyse de la fraction brute : Résultats et interprétation	53
4.3.8.2	Analyse de la fraction lixiviable : Résultats et interprétation	63
4.4	Résultats des analyses des eaux souterraines et interprétation.....	65
4.4.1	Valeurs guides	65
4.4.2	Analyses en laboratoire agréé	66
4.4.3	Interprétation des résultats	67
5	CONCLUSIONS.....	68
5.1	Etat de la qualité des sols.....	68
5.1.1	Etat de la phase gazeuse du sol	68
5.1.2	Etat des sols en phase adsorbée, hormis les métaux lourds	68
5.1.3	Etat des sols en phase adsorbée, métaux lourds	69
5.2	Etat de la nappe, qualité des eaux souterraines.....	69
5.3	Synthèse.....	70
5.4	Limite d'utilisation des études de la qualité du milieu souterrain.....	71
6	PRINCIPALES RECOMMANDATIONS.....	72
7	LISTE DES TABLEAUX.....	73
8	LISTES DES FIGURES.....	75

1 CADRE DE L'ETUDE

Le site ferroviaire des Batignolles est situé dans le 17^{ème} arrondissement de la ville de Paris. Il occupe une superficie totale de l'ordre de 50 hectares au cœur de l'agglomération.

Les activités de fret ferroviaire menées initialement sur le site ont progressivement été arrêtées. Aujourd'hui, les bâtiments sont utilisés par divers locataires et par quelques services de la SNCF.

Dans le cadre d'un projet de cession d'une partie de ces terrains, RFF a missionné GRS VALETCH afin de réaliser un diagnostic initial du milieu souterrain. L'objectif de cette étude est d'évaluer les éventuels impacts des activités sur les sols et les eaux souterraines.

Le diagnostic initial a été réalisé en respectant la procédure décrite dans le « Guide méthodologique intitulé : « Gestion des Sites (Potentiellement) Pollués » du Ministère de l'Environnement. La démarche proposée repose sur les étapes suivantes :

- Recherche historique et documentaire sur le site permettant :
 - L'appréciation de la vulnérabilité du site et de son environnement,
 - La connaissance des différentes activités menées au droit du site au cours de son exploitation,
 - L'identification des sources de pollution potentielles et des types de polluants associés,
- Investigations de terrains : phase d'acquisition de données (géologie, analyses...) menées selon les indications fournies par l'étape documentaire,
- Exploitation et analyse des résultats des investigations.

La phase documentaire a fait l'objet de deux rapports intitulés « Historique du site ferroviaire des Batignolles 03 T 104 version 1 » et « Programme d'investigation 03 T104 version 1 » datés de janvier 2004.

Compte tenu de la superficie importante du site, la phase d'investigation a été menée par zones. Le présent rapport fait état des résultats des investigations réalisées sur la zone 2 et fait suite aux deux rapports portant sur les zones 1A – 5,5 hectares d'une part, 1B et « IBIS » d'autre part.

2 CONTEXTE DE L'INTERVENTION

2.1 Zone d'étude : zone 2

La zone 2 est située entre le boulevard Berthier et le boulevard périphérique. Elle n'est pas en continuité géographique avec les zones 1A – 5,5 hectares, 1B et « IBIS ». De part sa position, elle constitue ainsi un ensemble à part entière.

La zone 2 possède deux accès situés:

- au niveau de l'avenue de la porte de Clichy,
- sur le Boulevard de Douaumont (parallèle au périphérique).

On note que la zone 2 est mitoyenne des magasins de l'Opéra dont les activités ont toujours été indépendantes du fret ferroviaire.

Au droit de la zone 2, on peut individualiser un secteur dit « triangle » dédié aux opérations de réparation et d'entretien d'engins ferroviaires.

Les contours des zones 2 sont donnés par la figure 1.



Figure 1 : Localisation et contours de la zone 2, Batignolles, photographie datée de 1999

En 1990, de grands travaux de ré-aménagement ont été menés sur la zone 2. Le réseau de voies ferrées utilisé pour le fret de marchandises a été démantelé et les halles dites « SERNAM », actuellement présentes, ont été construites.

Aujourd'hui les activités de fret ferroviaire ont totalement été abandonnées et la zone 2 se caractérise par :

- Des bâtiments de type halles loués à différents transporteurs routiers ou à des entreprises de livraison. Cette catégorie d'activité regroupe la majorité des exploitants présents sur la zone 2 dont la société SERNAM,
- Un secteur dit « triangle » encore exploité par la SNCF pour la réparation d'engins.

2.2 Sources potentielles de pollution mises en évidence

L'étude historique menée sur le site ferroviaire des Batignolles a permis de recenser les activités qui s'y sont succédées au cours de plus d'un siècle d'exploitation. Les sources potentielles de pollution existantes ont été identifiées.

Les sources potentielles de pollution recensées sur la zone 2 sont regroupées en secteur qui ont chacun un domaine d'activité et une extension géographique bien définis :

- Secteur triangle dont l'activité principale est la réparation des engins drézines,
- Emprise Loxam qui correspondait par le passé à des stockages de charbon et d'autres produits combustibles, et qui comporte aujourd'hui des stockages aériens d'hydrocarbures et une aire de lavage.

Plus ponctuellement, d'autres sources de pollution ont été identifiées sur la zone 2 :

- de stockages d'hydrocarbures sur le site ou à proximité immédiate,
- de l'entreposage de matériaux de remblais d'origine inconnue,
- d'un atelier mécanique chez un concessionnaire.

Les photographies aériennes de la zone 2 ont montré que l'ensemble de la superficie a abrité des activités de fret ferroviaire. De nombreux stockages, notamment de charbon et de produits combustibles y étaient associés. Pour cette raison, les terrains de la zone 2 sont globalement considérés comme sensibles.

Les installations potentiellement à l'origine d'une source de pollution sont présentées et détaillées dans le tableau 1.

<i>Type de sources ou secteurs concernés</i>	<i>Installations recensées*</i>	<i>Localisation*</i>	<i>Etat*</i>
Secteur dit « triangle »	Zone de dépotage de fuel pour l'alimentation d'une cuve située entre les voies	En bordure du faisceau des voies principales	En fonctionnement
	Aire de réparation et d'entretien des machines	A l'extrémité et le long des voies déservant le secteur	En activité
	Transformateur ayant contenu des PCB	En bordure sud du secteur	0.210 tonnes de PCB évacuées en 1991
Aire d'activité de la société Loxam	3 cuves aériennes à gasoil de 2 et 5 m ³	Derrière le local commercial	En fonctionnement
	Aire de lavage des engins de location	Derrière le local commercial	En fonctionnement
	Anciennement, localisation d'un fournisseur de charbon et d'autres produits combustibles (Société Pécol Combustibles)		Activité arrêtée en 1999
Stockage d'hydrocarbures	Cuves FOD enterrée	Devant la première halle Sernam	En activité
	Station essence Total	A l'angle de l'avenue de la porte de Clichy et du boulevard de Douaumont, mitoyenne de la zone 2	En activité depuis 1976
	Cuves FOD de 2*30 m ³	Au niveau des magasins de l'Opéra, mitoyen de la zone 2	Dégazées et neutralisées en 1999
Stockage divers	Présence de remblais sur environ 1 m d'épaisseur dont l'origine est inconnue	En bordure de l'avenue de la porte de Clichy	-
Atelier mécanique	Activités de mécanique de l'un des concessionnaires	En bordure du boulevard de Douaumont	En activité
Ensemble de la zone 2	Stockage de produits et matières combustible divers	Ensemble de la zone 2	Activité ayant été stoppée lors du démantèlement des voies

*: Indications complémentaires dans le rapport intitulé « Historique de la zone des Batignolles 03 T 104 ».

Tableau 1 : Description succincte des sources potentielles de pollution recensées au droit de la zone 2, Batignolles.

2.3 Programme d'investigation envisagé

A l'issue du recensement des sources potentielles de pollution, un programme d'investigation précisant le nombre d'ouvrages à réaliser, leur localisation et les analyses à effectuer a été établi.

Celui-ci prévoyait (cf. rapport « Programme d'investigation ») la réalisation de 33 ouvrages répartis de la façon suivante:

- 29 sondages à la tarière hydraulique,
- 4 piézomètres.

Parmi les 33 ouvrages prévus, 12 concernent la reconnaissance des stockages divers pratiqués sur l'ensemble de la zone 2. Ces ouvrages ont été répartis de façon homogène entre les bâtiments de la zone 2.

3 INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Les investigations de terrain ont été réalisées par les équipes de forage de la société EN.OM.FRA sous le contrôle d'un technicien GRS VALTECH.

Les travaux réalisés sur la zone 2 ont été menés du 20 novembre au 12 décembre 2003.

3.1 Mesures de sécurité

Avant le début des travaux, il a été procédé au repérage des différents réseaux enterrés : eau pluviale, égouts, eau potable, réseaux de télécommunication, réseaux électriques haute tension.

Cette opération a été menée en compagnie des équipes de la SNCF en charge des ces installations. La majorité des ouvrages de la zone 2 ont été implantés le 19 novembre 2003 au cours d'une réunion qui n'a rassemblé qu'une partie des personnes concernées. Ainsi, au cours de la semaine suivante, un rendez-vous supplémentaire a été fixé avec les équipes chargées des réseaux électriques. A cette occasion, les points litigieux ont été validés ou déplacés.

Systématiquement, GRS VALTECH avait à sa disposition un détecteur de réseau de type CAT.

L'implantation des ouvrages au droit du secteur « triangle » a été particulièrement délicate. La densité des réseaux enterrés était relativement élevée en bordure du faisceau de voies principales. De plus, ce secteur présentait des risques liés à la circulation et aux activités ferroviaires. Un planning d'intervention avait été dressé avec l'unité UP VOIES de St Lazare et la circulation des engins a été temporairement suspendue.

Pour la réalisation des ouvrages au droit du secteur dit « triangle », le plan de prévention relatif aux risques ferroviaires, déjà établi pour les interventions sur les autres zones, était encore en vigueur.

A l'inverse des autres zones de la gare des Batignolles, l'activité peu intense menée sur la zone 2 a favorisé les conditions d'accès aux ouvrages et a limité la gêne occasionnée par notre intervention.

Au cours du chantier, les intervenants étaient munis des moyens de protection individuelle (casque, protection auditive, chaussures de sécurité, bleu de travail, gants,...).

3.2 Campagne de reconnaissance des sols

3.2.1 Localisation et nombre de sondages réalisés

Afin de caractériser les sols au droit du site, 27 sondages ont été réalisés sur la zone 2 contre 29 initialement prévus (cf. ci-dessous). Ils ont été exécutés à l'aide d'une tarière hydraulique en diamètre 100 mm. Les sondages ont ensuite été rebouchés avec des cuttings et étanchéifiés en surface avec du ciment.

La localisation des sondages a été définie :

- En fonction des contraintes du terrain (réseaux et activités ferroviaires, cf. paragraphe 3.1),
- De façon à vérifier la qualité du sol au droit des installations considérées comme des sources potentielles de pollution (cf. tableau 1),
- Afin de caractériser les sols au droit des activités de stockage présentes par le passé sur l'ensemble de la zone 2.

Par rapport aux prévisions initiales, 2 sondages n'ont pas pu être exécutés. Ils étaient prévus au droit du secteur dit « triangle » et correspondaient aux sondages S121 et S122. Du matériel encombrant et des wagons n'ont pas permis d'accéder à une partie des terrains du secteur qui abritait du stockage de matériel.

Le tableau 2 présente la correspondance entre les sondages et les installations à reconnaître.

<i>Types de sources ou secteurs</i>	<i>Nombre de sondages</i>	<i>Dénomination des sondages</i>	<i>Installations à reconnaître</i>
Secteur « triangle »	6 contre 8 initialement prévus	S125 et S126	Zone de dépotage de fuel pour l'alimentation d'une cuve située entre les voies
		S120, S123, S124	Aire de réparation et d'entretien des machines
		S127	Transformateur ayant contenu des PCB
Aire d'activité Loxam	4	S106 et S107	2 cuves aériennes à gasoil de 2 et 5 m ³
		S104 et S105	Aire de lavage des engins de location
Stockages d'HC	2	S102 et S103	Cuve FOD enterrée devant la première halle Sernam
	-	1 seul piézomètre cf. paragraphe 3.3	Station essence Total à l'angle de l'avenue de la porte de Clichy et du boulevard de Douaumont
	-	1 seul piézomètre cf. paragraphe 3.3	Cuves FOD de 2*30 m ³ au niveau des magasins de l'Opéra en limite sud de la zone 2
Stockage divers	2	S113 et S114	Présence de remblais sur environ 1 m d'épaisseur dont l'origine est inconnue à l'entrée du site, du côté de l'avenue de la porte de Clichy
Activités de mécanique	2	S111 et S112	Activités de mécanique de l'un des concessionnaires, en bordure du boulevard de Douaumont
Ensemble de la zone 2	11	S100, S101, S108, S109, S110, S115 à S119 et S128	Stockage des produits divers lié aux anciennes activités de fret ferroviaire
	27	TOTAL	

Tableau 2 : Localisation des sondages et installations à reconnaître, zone 2, Batignolles.

3.2.2 Profondeur des sondages

Les profondeurs des sondages réalisés varient de 7,50 à 10,50 mètres.

Le sondage S126 n'a atteint qu'un mètre de profondeur en raison de la présence d'une plaque métallique et de gravats qui ont bloqué l'outil de foration. Malgré plusieurs déplacements autour de la position initiale, le même obstacle est apparu.

Pour la majorité des sondages, les épaisseurs de remblais ont été traversées et le terrain naturel a été foré et sur au moins 2 m. Pour 6 sondages, le terrain naturel n'a pas été atteint ou n'a été traversé que sur quelques dizaines de centimètres pour les raisons suivantes :

- Refus précoce de l'outil de foration : S126, S108, et S114,
- Présence en profondeur de sables verts provoquant l'éboulement systématique du sondage : S117, S116 et S118.

A l'exception de ces 6 sondages, la profondeur finale des sondages a été guidée par la présence d'indices organoleptiques de pollution :

- Absence d'indice organoleptique: sondages poursuivis au moins jusqu'à 2 mètres de profondeur dans le terrain naturel,
- Présence d'indices organoleptiques : sondages poursuivis jusqu'à l'atténuation ou la disparition des indices.

<i>Profondeur atteinte</i>	<i>Dénomination des sondages</i>	<i>Nombre de sondages</i>
1	S126	1
7.5	S100, S102, S104 à S107, S109, S111, S112, S114, S119, S125, S127 et S128	14
8	S110	1
9	S101, S103, S108, S113, S115, S117, et S118	7
9.5	S116	1
10.50	S120, S123 et S124	3
		27

Tableau 3 : Profondeurs des sondages réalisés, zone 2, Batignolles.

Remarque :

Les profondeurs des sondages réalisés au droit des zones 1A – 5.5 hectares, 1B et Ibis sont globalement inférieures à celles atteintes au droit de la zone 2. Les fortes épaisseurs de remblais rencontrées expliquent cette différence notable (cf. paragraphe 4.1).

3.3 Campagne de reconnaissance des eaux souterraines

3.3.1 Localisation et nombre des piézomètres réalisés

La campagne de reconnaissance des eaux souterraines s'est appuyée sur la mise en place de 5 piézomètres répartis sur la zone 2 (cf. annexe 1).

Les 5 piézomètres de la zone 2 ont été, à la fois:

- implantés au droit de sources potentielles de pollution (correspondance indiquée dans le tableau 4) et ont ainsi permis de compléter la caractérisation de ces zones,
- répartis sur l'ensemble de la zone afin d'obtenir une image représentative de la qualité des eaux souterraines.

<i>Piezomètres</i>	<i>Installations à reconnaître</i>	<i>Sondages associés</i>
Pz10	Bordure ouest du site	S104 à S107 dans l'emprise de la société Loxam et sondages répartis sur l'ensemble du site afin de déterminer l'influence des activités de stockage passées
Pz11	En bordure est du site, et à proximité de la station Total	-
Pz12	En bordure sud-est du site, à proximité d'un stockage de remblais d'origine inconnue	S113 et S114
Pz13	En bordure sud du site, à proximité des cuves de fuel domestique des magasins de l'Opéra	-
Pz14	Au niveau du secteur « triangle »	S120, S123, S124 à S127

Tableau 4 : Localisation des piézomètres implantés sur la zone 2, Batignolles.

3.3.2 Réalisation et équipement des piézomètres

Les piézomètres ont été forés à la tarière mécanique en diamètre 127 mm comme pour les sondages avec prélèvements.

La foration s'est poursuivie au tricône et à l'eau. Cette technique n'a pas permis l'échantillonnage des sols en profondeur (obtention d'une boue constituée par des cuttings et de l'eau).

Les piézomètres ont été équipés d'un tubage PVC vissé de diamètre 64/75 mm (dimensions validées par la SNCF). L'espace annulaire a été comblé à l'aide d'un massif filtrant surmonté d'un bouchon d'étanchéité et d'une cimentation.

Le tableau 5 indique les profondeurs de chacun des 5 piézomètres et les caractéristiques des équipements mis en place (cf. coupes des piézomètres en annexe 2).

<i>Piézomètres</i>	<i>Profondeurs forées à la tarière mécanique</i>	<i>Profondeur finale de l'ouvrage</i>	<i>Equipement en tubage PVC crépiné 65/74 mm</i>	<i>Epaisseur du massif filtrant</i>
Pz10	8 m	15 m	7 m de 8 à 15 m de profondeur	8,50 m
Pz11	7 m	15 m	8 m de 7 à 15 m de profondeur	9 m
Pz12	10,50 m	18 m	9 m de 9 à 18 m de profondeur	11 m
Pz13	7,50 m	15 m	9 m de 6 à 15 m de profondeur	10 m
Pz14	10 m	15 m	7.50 m de 8.50 à 15 m de profondeur	8 m

Tableau 5 : Résumé des caractéristiques des piézomètres mis en place sur zone 2, Batignolles

A l'issue de la foration, les piézomètres ont été développés pendant au moins une heure à l'aide d'une pompe de type Watera.

3.4 Suivi de la réalisation des ouvrages et prélèvements des échantillons

3.4.1 Suivi des travaux

La réalisation des ouvrages a été suivie et contrôlée par un technicien GRS VALTECH.

Pour chaque ouvrage, un relevé précis des sols rencontrés a été réalisé afin de reconnaître la nature géologique des terrains traversés et dans le but de relever d'éventuelles singularités organoleptiques (couleur, texture suspecte,...).

3.4.2 Sols

Des prélèvements de sol ont été effectués à l'avancement des sondages comme indiqué dans le protocole d'échantillonnage (cf. rapport « Programme d'Investigation »).

En l'absence d'indice organoleptique, la méthodologie d'échantillonnage a été la suivante:

- Même lithologie, échantillonnage des sols tous les deux mètres,
- Lithologie différente sur 2 mètres consécutifs, un échantillon par lithologie.

En présence d'indice organoleptique, la méthodologie d'échantillonnage suivie a consisté à prélever un échantillon par mètre.

3.4.3 Eaux souterraines

Après avoir renouveler au moins 3 fois le volume d'eau des piézomètres, un échantillon d'eaux souterraines a été prélevé au droit de chacun des ouvrages.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre adaptés à chaque composé recherché et conservés au froid avant leur envoi en laboratoire agréé.

3.5 Analyses

Plusieurs méthodes complémentaires ont été mises en œuvre afin de mettre en évidence une éventuelle contamination des sols.

3.5.1 Analyses sur site pour les sols (air interstitiel)

Des analyses semi-quantitatives ont été réalisées à l'aide de tubes colorimétriques Dräger afin de déterminer la présence de composés volatils dans l'air interstitiel des sols.

Les mesures ont été effectuées en espace de tête dont la méthodologie est indiquée ci-dessous :

- Placer l'échantillon de sol dans un sachet plastique hermétiquement fermé puis le malaxer afin de favoriser la libération des composés volatils,
- Introduire le tube colorimétrique relié à une pompe en perforant le sachet plastique,
- Pomper afin que les gaz libérés traversent le tube colorimétrique qui réagit en fonction du type de gaz et de sa concentration.

Pour caractériser les gaz, plusieurs types de tubes colorimétriques ont été utilisés (cf. tableau 6).

<i>Types de tubes colorimétriques</i>	<i>Types de composés identifiables</i>	<i>Domaine de réaction</i>
Polytest	Composés aisément oxydables à l'air incluant notamment BTEX, COHV....	Qualitatif, pas de graduation sur les tubes
Hydrocarbures d'essence	n-octane et autres composés organiques et inorganiques tels que hexane, heptane, nonane, perchloroéthylène et le monoxyde de carbone	De 10 à 300 ppm pour le n octane
Trichloroéthylène	Trichloroéthylène et possibilités d'interférences avec d'autres hydrocarbures chlorés	20 à 50 ppm
Benzène	Benzène et possibilités d'interférence avec d'autres corps à noyau benzénique	0.5 à 10 ppm
Phénol	Phénol	1 à 20 ppm

Tableau 6 : Caractéristiques des tubes colorimétriques utilisés sur la zone 2, Batignolles

Remarque :

Systématiquement, sur chaque sondage ayant révélé des odeurs lors de sa réalisation, un ou plusieurs tests aux tubes Dräger ont été réalisés.

D'autres part, chaque niveau ayant fait l'objet d'une analyse de terrain a été associé à un échantillon envoyé en laboratoire agréé afin de corréler les deux informations.

3.5.2 Analyses en laboratoire agréé sur les sols

Pour chaque échantillon, le choix des paramètres a été guidé par les observations de terrain et par la matrice « activités / substances » ou « activités / déchets » proposé dans le guide méthodologique intitulé « Gestion des sites (potentiellement) pollués », du ministère de l'Environnement.

Ainsi, en fonction des sources potentielles de pollution recensées, plusieurs paramètres à analyser ont été identifiés et ont été présentés dans le rapport « Programme d'Investigation ».

Les analyses suivantes ont été réalisées en laboratoire agréé (laboratoire WESSLING) :

- Hydrocarbures totaux ou HCT (hydrocarbures aliphatiques par spectrophotométrie Infra Rouge),
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques : HAP,
- Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène : BTEX,
- Composés organo halogénés volatils : COHV,
- Indice Phénol,
- Polychlorbiphényles ou PCB,
- Métaux lourds : As, Cd, Cr total, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

De plus, au droit de la zone 2, les anciens stockages de produits combustibles de type charbon, nous incite à prendre en compte les cyanures totaux et le soufre.

En l'absence d'indice organoleptique, au moins une analyse portant sur les hydrocarbures totaux et les métaux lourds a été effectuée tous les deux mètres.

3.5.3 Analyses en laboratoire agréé sur les eaux souterraines

Les analyses suivantes ont été réalisées en laboratoire agréé (laboratoire WESSLING) :

- Hydrocarbures totaux ou HCT (hydrocarbures aliphatiques par spectrophotométrie Infra Rouge),
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques : HAP,
- Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène : BTEX,
- Composés organo-halogénés volatils : COHV,
- Métaux lourds : As, Cd, Cr total, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS, ANALYSES ET INTERPRETATIONS

Les descriptions lithologiques des ouvrages réalisés sont fournies en annexe 2.

4.1 Géologie observée

Les ouvrages réalisés sur la zone 2 ont mis en évidence la succession des trois horizons suivants :

- Un revêtement superficiel,
- Des remblais d'apport,
- Le terrain naturel.

Revêtement superficiel

La majeure partie de la zone 2 est recouverte par du bitume probablement disposé lors des grands travaux de ré-aménagement au début des années 90.

En bordure nord du site, le long du boulevard de Douaumont, le revêtement bitumineux est moins continu et parfois absent.

Le secteur « triangle » présente un revêtement plus ancien constitué notamment par des pavés identiques à ceux rencontrés au niveau des zones 1A – 5,5 hectares, 1B et « IBIS ».

Remblais

Les épaisseurs de remblais présentes au droit de la zone 2 sont comprises entre 2,5 et 9 mètres avec une moyenne s'établissant au tour de 5,70 m. A titre de comparaison, au droit des zones 1A, 1B et « IBIS », l'épaisseur maximale des remblais était de 6 m.

Ces formations superficielles sont constituées d'un premier horizon composé de sables fins à légèrement argileux de couleur jaune et noire. Observé principalement au centre de la zone 2, près des halles, il pourrait correspondre à une couche de forme mise en place lors des travaux de ré-aménagement.

Les remblais sous-jacents sont composés d'une succession de terrains de nature très diverses : sableux, argileux et marneux. Principalement de couleur sombre (marron à noire), ils se caractérisent par la présence de nombreux débris hétérogènes de type briques, ferrailles, charbon, verre... Ces éléments ont été observés au droit de 18 ouvrages sur les 32 réalisés.

Le secteur « triangle » est surélevé de quelques mètres (environ 5 m) par rapport au reste de la zone ce qui explique les épaisseurs importantes de remblais, en moyenne 7 mètres, rencontrées au droit des ouvrages concernés (S120, S123 à S127).

La figure 2 indique les différentes épaisseurs de remblais rencontrées.

Terrain naturel

Sous les remblais, le terrain naturel est constitué par des alluvions sableuses évoluant progressivement vers des alluvions argileuses. Des passages graveleux associés à des galets ont également été observés. Les terrains sous-jacents sont constitués par des marnes et le calcaire de St Ouen.

La zone 2 semble se situer à la transition entre des terrains alluvionnaires et le calcaire de St Ouen. En effet, la puissance des dépôts alluvionnaires diminue vers l'ouest et le sud ouest du site pour atteindre 1 à 2 mètres d'épaisseur. Au droit de certains ouvrages, cet horizon est même absent.

Remarque :

1-Les sondages S116, S117 et S118 font apparaître un niveau sableux présent sous les marnes ou directement sous les remblais. Cet horizon a été systématiquement recoupé lors de la réalisation des piézomètres et semble correspondre aux sables de Beauchamp.

2-La transition entre les remblais et les alluvions a parfois été difficile à identifier en raison de la nature très variable des remblais. L'observation de quelques mètres consécutifs était nécessaire pour s'assurer du changement de faciès.

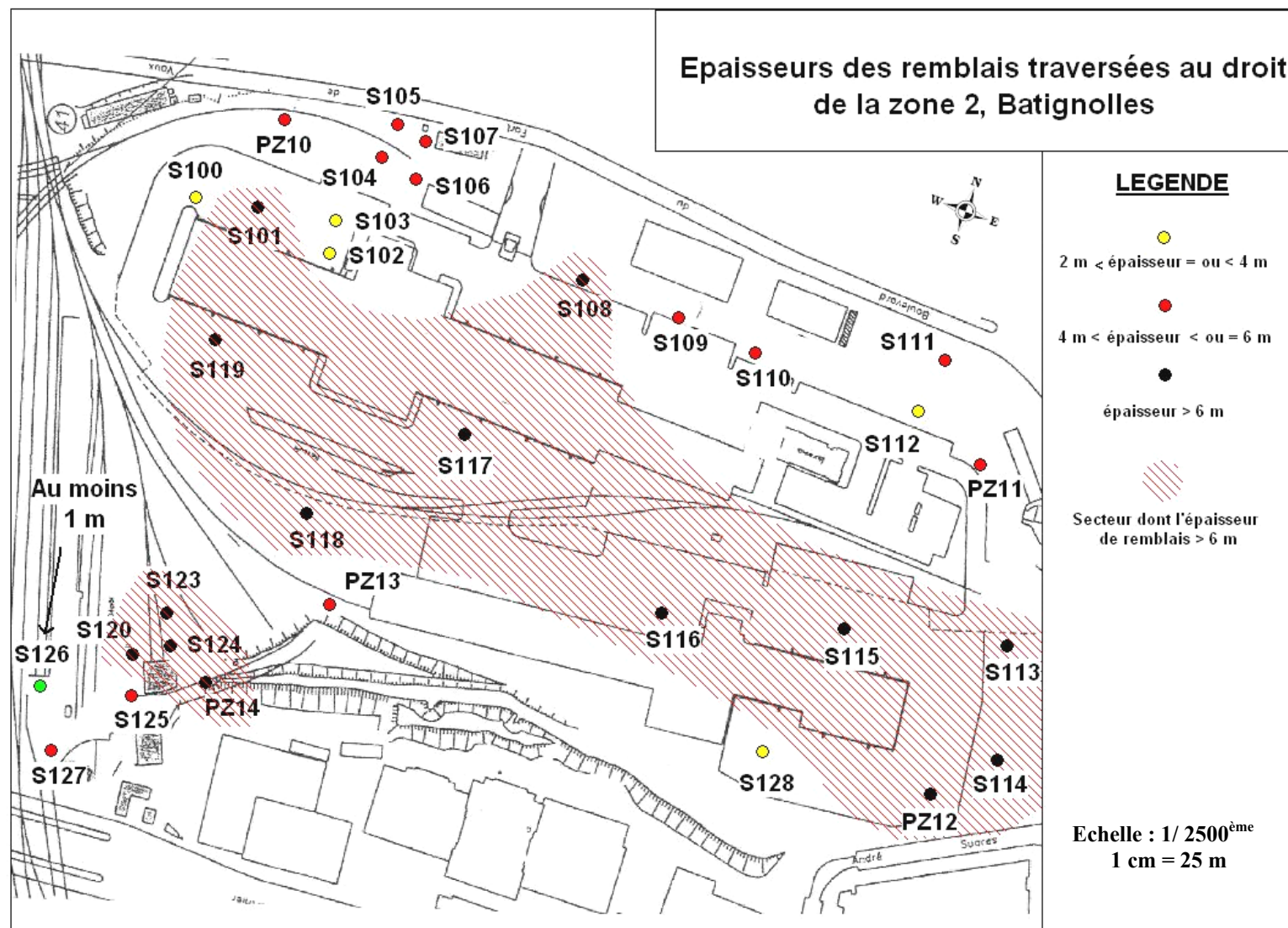


Figure 2 : Epaisseurs de remblais au droit des sondages réalisés sur la zone 2, Batignolles.

4.2 Hydrogéologie

Les 5 piézomètres mis en place au droit de la zone 2 ont intercepté la nappe des calcaires de St Ouen en continuité hydrogéologique avec la nappe des sables de Beauchamp.

Un relevé topographique des ouvrages réalisés sur l'ensemble du site des Batignolles a été effectué par un géomètre (cf. annexe 5). Les résultats concernant le nivellement des piézomètres implantés sur la zone 2 sont présentés dans le tableau 7.

<i>Mesures en mètre</i>	<i>Pz10</i>	<i>Pz11</i>	<i>Pz12</i>	<i>Pz13</i>	<i>Pz14</i>
Cote des piézomètre mesures par rapport au sol	31,69	31,99	32,21	32,44	35,28
Hauteur des capots de protection	-	0,60	-	0,50	
Niveaux statiques mesurés par rapport à la tête des Pz	9,80	9,40	10,40	8,20	10,20
Niveaux statiques nivelés	21,89	23,19	21,81	24,74	25,08

Tableau 7 : Nivellement et détermination des niveaux statiques nivelés au droit de la zone 2, Batignolles.

Les résultats du calcul des niveaux statiques nivelés mettent en évidence un sens d'écoulement orienté W-SW vers le N-NE.

La figure 3 indique le sens d'écoulement identifié de la nappe des Calcaires de St Ouen.

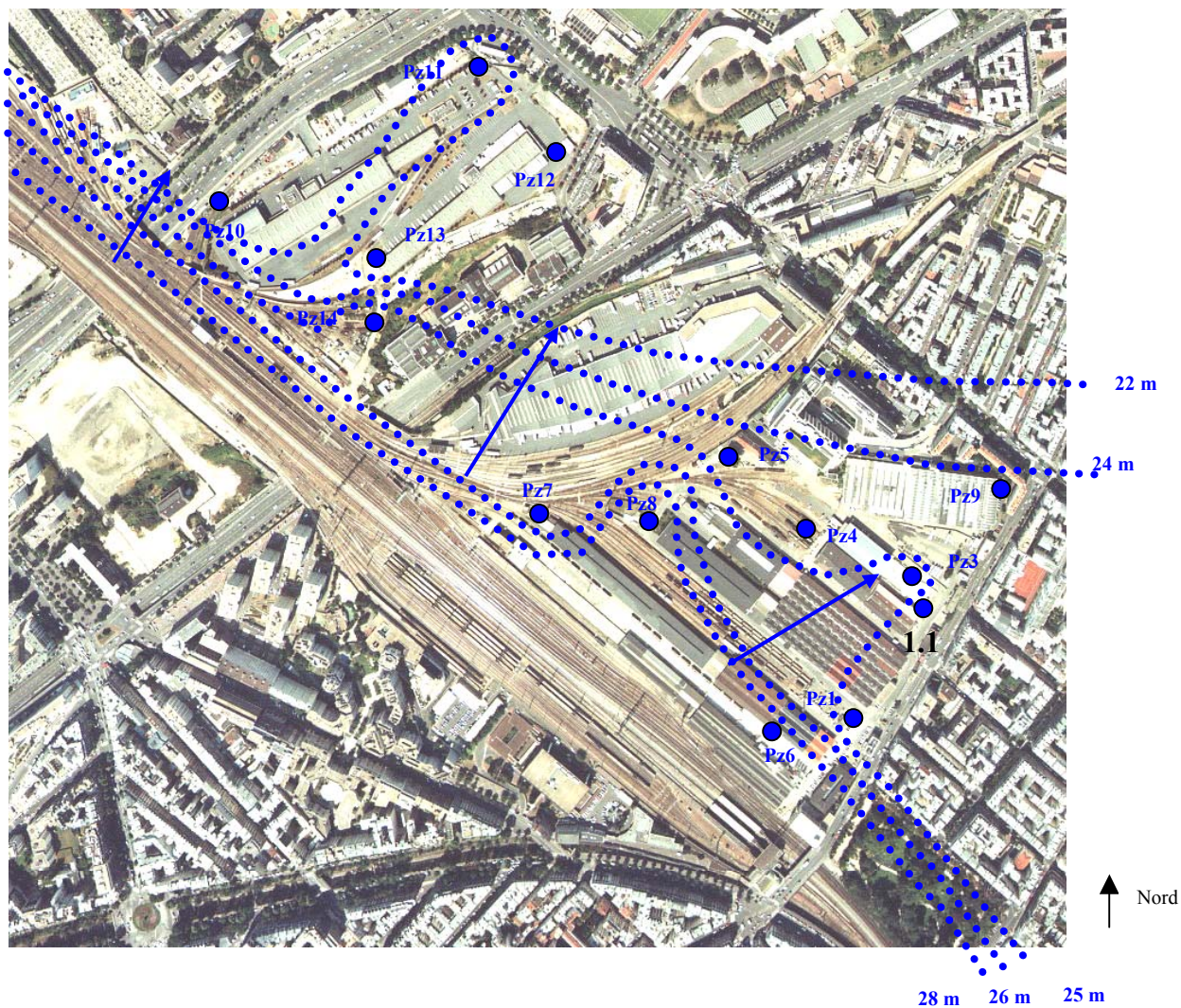


Figure 3 : Niveaux statiques nivelés et détermination du sens d'écoulement de la nappe des Calcaires de St Ouen.

4.3 Résultats des analyses de sol et interprétation

L'objectif des investigations de terrain était à la fois d'identifier la qualité des sols au droit des sources potentielles de pollution et de caractériser les teneurs en métaux lourds des terrains superficiels (concernés par de potentiels terrassements).

Pour rendre compte de ces deux objectifs, les résultats des investigations de terrain seront décrits en trois temps :

- Présentation des résultats obtenus (hormis métaux lourds) au droit des sources potentielles de pollution,
- Présentation des résultats obtenus (hormis métaux lourds) sur l'ensemble de la zone 2, permettant de caractériser les activités de stockages diffuses exercées sur tout le site,
- Présentation des résultats concernant les métaux mesurés sur l'ensemble de la zone 2.

Les résultats sont présentés également sous forme cartographiques en annexe 1.

Les bordereaux d'analyses du laboratoire agréé figurent en annexe 3.

Remarque :

La réalisation des piézomètres a également permis l'échantillonnage des sols. Pour cette raison, ils apparaissent dans la présentation des résultats sur les sols.

4.3.1 Valeurs guides

Dans le cadre de l'évaluation simplifiée des risques d'un site, le guide méthodologique « Gestion des sites (potentiellement) pollués », élaboré par le Ministère de l'Environnement (version 2, mars 2000, BRGM Editions, mise à jour septembre 2001), définit l'existence et l'étendue d'une source par le dépassement des valeurs de définition source sol (VDSS).

La VDSS est indépendante du contexte environnemental du site et ne peut être assimilée à un objectif de réhabilitation du site qui doit intégrer les notions de vulnérabilité et de risques, au même titre que la spécificité et le devenir du site.

De même ces valeurs sont indépendantes des valeurs seuils retenues par les différents centres d'enfouissement techniques. Dans le cas des CET de classe 1 et 2, ces dernières sont définies par un arrêté préfectoral, spécifique de chaque site et définissant les conditions d'exploitation.

4.3.2 Sources potentielles de pollution : aire d'activité LOXAM

Pendant de nombreuses années, le secteur nord ouest de la zone 2 a abrité les activités de commercialisation de produits combustibles de type charbon. Actuellement, la société Loxam est locataire de ces terrains et possède quelques installations sensibles : cuve de gasoil aérienne et aire de lavage.

La reconnaissance de ce secteur a permis de mesurer l'impact de ces deux activités successives. Pour cela 4 sondages ont été réalisés (S104 à S107).

4.3.2.1 Indices organoleptiques et mesures gazeuses in situ

Les observations et les mesures de terrain effectuées lors des sondages sont présentées dans le tableau 8 ci-après.

Deux sondages, S105 et S106, ont révélé des indices organoleptiques caractéristiques de la présence d'hydrocarbures. Dans les deux cas, des odeurs d'intensité légère ont été rencontrées entre 0 et 3 mètres de profondeur, sous un revêtement bitumineux.

Ces odeurs n'ont pas été confirmées par les mesures des gaz interstitiel du sol. Les tests de terrain effectués ont révélé une absence de réaction.

Au niveau du sondage S105, on note qu'entre 0 et 1 mètre de profondeur, les odeurs d'hydrocarbures étaient associées à des remblais sablo-argileux de couleur noire.

<i>Sources identifiées</i>	<i>Ouvrages</i>	<i>Indices organoleptiques décelés</i>	<i>Profondeur</i>	<i>Tube colorimétrique utilisé</i>	<i>Teneurs mesurées (en ppmV) ou intensité constatée</i>
Aire d'activité Loxam et ancienne localisation d'une entreprise de commercialisation de produits combustibles	S105	Légères odeurs d'hydrocarbures entre 0 et 3 mètres de profondeur.	0-1 m	Hydrocarbures d'essence	Pas de réaction
		Associées à des terrains de couleur noire entre 0 et 1 mètre	1-2 m	Polytest	Pas de réaction
	S106	Légères odeurs d'hydrocarbures entre 0 et 3 mètres de profondeur.	0-1 m	Hydrocarbures d'essence	Pas de réaction
			1-2 m	Polytest	Pas de réaction

Tableau 8 : Indices organoleptiques constatés et tests de terrain effectués au droit de l'aire d'activité de la société Loxam, zone 2, Batignolles.

4.3.2.2 *Analyses en laboratoire agréé*

Au droit de l'actuel secteur d'activité de la société Loxam, les analyses suivantes (hormis les métaux lourds) ont été réalisées en laboratoire agréé :

- Hydrocarbures totaux : 14 analyses,
- HAP : 5 analyses.

Compte tenu des indices organoleptiques marqué, une attention particulière a été portée aux sondages S105 et S106. Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux 9A et 9B.

Zone	2
Localisation :	Zone travail de la société LOXAM
Ouvrages concernés	S104, S105, S106 et S107

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S104			S105			
				0-1 R	2,5-4,5 R	5,5-7,5 TN	0-1 R	1-3 R	3-5 R	5-7 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	16	7	< 5	350	56	50	29
BTEX	- Benzène	mg/kg MS	1				0,04	0,03	0,01	
	- Toluène	mg/kg MS	5				0,06	0,10	0,01	
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25				0,01	0,01	< 0,01	
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5				0,09	0,10	0,01	
	- Cumène	mg/kg MS					< 0,01	< 0,01	< 0,01	
	- Mesitylène	mg/kg MS					0,01	0,01	< 0,01	
	- Ethyltoluène tot.	mg/kg MS					0,05	0,01	< 0,01	
	- Pseudocumène	mg/kg MS					0,05	0,01	< 0,01	
	Somme des BTEX	mg/kg MS					0,31	0,27	0,03	
COHV	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5				< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- 1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- 1,1-Dichloroéthène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Chlorure de vinyle	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- cis-Dichloroéthène	mg/kg MS	3				< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Dichlorométhane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Tetrachloroéthène	mg/kg MS	3				< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5				< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- trans-Dichloroéthène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Trichloroéthène	mg/kg MS	0,1				< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Trichlorométhane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	Somme des COHV	mg/kg MS					-/-	-/-	-/-	

Tableau 9A : Résultats des analyses en laboratoire agréé effectuées au droit de l'aire d'activité LOXAM, zone 2, Batignolles.

				S106			
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-1,5 R	1,5-3 R	3,5-4,5 R	5,5-7,5 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	380	50	< 5	19
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	< 0,1	< 0,06		
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	2,4	0,30		
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	0,99	0,10		
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	0,85	0,12		
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	0,46	< 0,06		
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	1,18	0,25		
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	0,44	< 0,06		
	Somme des HAP	mg/kg MS		6,30	0,76		
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		5,51	0,79		

				S107			
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-0,5 R	1-3 R	3,-4,5 R	5-7 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	160	41	7	< 5

Tableau 9B : Résultats des analyses en laboratoire agréé effectuées au droit de l'aire d'activité LOXAM, zone 2, Batignolles.

4.3.2.3 *Interprétation des résultats*

Les concentrations en HCT et en HAP mesurées au droit des sondages de l'aire d'activité Loxam sont inférieures aux VDSS. Au sens du guide méthodologique relatif à la gestion des sites et sols potentiellement pollués, il n'a pas été mis en évidence de source sol de pollution pour les paramètres analysés.

Les indices organoleptiques de pollution rencontrés au droit des sondages S105 et S106 sont associés à des teneurs en HCT de l'ordre de 350 mg/kg. Ces concentrations sont, cependant, limitées à la franche superficielle comprise entre 0 et 1 mètre de profondeur.

4.3.3 *Sources potentielles de pollution : secteur triangle*

Le secteur « triangle » est surélevé de quelques mètres par rapport au niveau du reste de la zone et est bordé par le faisceau de voies principales. De plus, à l'inverse de la majeure partie de la zone 2, il abrite encore des activités à vocation ferroviaire.

Pour l'ensemble de ces raisons, le secteur « triangle » constitue une unité à part entière qui comporte plusieurs installations sensibles :

- Un poste de dépotage du fuel domestique, la cuve associée étant située au milieu des voies au niveau du poste d'aiguillage n°3,
- Un transformateur ayant contenu des PCB,
- Un atelier de réparation et d'entretien des engins drézines au niveau duquel plusieurs traces de souillures des sols superficiels ont été observées.

Au droit du secteur « triangle » et plus précisément au niveau des sources potentielles décrites ci-dessus, les ouvrages suivants ont été réalisés :

- 6 sondages : S120, S123, S124, S125, S126 et S127,
- 1 piézomètre : Pz14.

4.3.3.1 *Indices organoleptiques*

Au droit du secteur « triangle », un seul sondage a révélé la présence d'indices organoleptiques de pollution caractéristiques de la présence d'hydrocarbures. Il s'agit du sondage S126.

Les odeurs étaient d'intensité très légère et sont apparues à 0.50 mètre de profondeur. Les tests de terrain réalisés (polytest et hydrocarbures d'essence) ont montré une faible coloration :

- coloration d'un huitième du tube polytest,
- graduation de 20 ppmV atteinte pour le tube hydrocarbures d'essence.

Le refus de l'outil de foration n'a pas permis de dépasser 1 mètre de profondeur et ainsi de déterminer l'extension de ces indices.

4.3.3.2 *Analyses en laboratoire agréé*

Au droit du secteur « triangle », les analyses suivantes (hormis les métaux lourds) ont été réalisées en laboratoire agréé :

- HCT : 37 analyses,
- HAP : 5 analyses,
- BTEX et COHV : 2 analyses,
- Indice Phénol : 2 analyses,
- PCB : 2 analyses.

Les deux analyses portant sur les PCB ont été effectuées au droit du sondage S127 implanté à proximité du transformateur électrique du secteur « triangle ».

Les résultats sont indiqués dans les tableaux 10A à 10 C.

Zone	2
Localisation	Zone Triangle
Ouvrages concernés	S120, S123, S124, S125, S126, S127 et Pz14

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S123					S125			
				0-1,5 R	2-4 R	4-6 R	6-8 R	8-10 TN	0-1,5 R	1,5-3,5 R	3,5-5,5 R	5,5-7,5 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	110	11	6	7	5	76	59	29	9
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	0,27					< 0,06			
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	3,9					< 0,06			
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	1,8					< 0,06			
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	2					0,10			
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	0,93					< 0,06			
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	2,3					< 0,06			
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	1,5					< 0,06			
	Somme des HAP	mg/kg MS		22,86					0,10			
BTEX	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		11,9					-/-			
	- Benzène	mg/kg MS	1	0,04								
	- Toluène	mg/kg MS	5	0,06								
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25	< 0,01								
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5	0,05								
COHV	Somme des BTEX	mg/kg MS		0,18								
	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5	< 0,05								
	- 1,1-Dichloroéthène	mg/kg MS		< 0,05								
	- Chlorure de vinyle	mg/kg MS		< 0,05								
	- cis-Dichloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05								
	- Dichlorométhane	mg/kg MS		< 0,05								
	- Tetrachloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05								
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5	< 0,05								
	- trans-Dichloroéthène	mg/kg MS		< 0,05								
	- Trichloroéthène	mg/kg MS	0,1	< 0,05								
	- Trichlorométhane	mg/kg MS		< 0,05								
	Somme des COHV	mg/kg MS		-/-								
Indice-Phénol		mg/kg MS		< 0,5								

Tableau 10A : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S124					S126
				0-1,5 R	1,5-3 R	3-5 R	6-8 R	8,5-10,5 TN	0,5-1 R
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	67	10	12	6	8	38
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	0,39					0,30
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	5,7					3,9
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	3,4					2,0
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	3,1					2,0
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	1,9					1,10
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	3,9					2,5
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	2,5					1,5
	Somme des HAP	mg/kg MS		20,81					22,44
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		13,97					11,7
BTEX	- Benzène	mg/kg MS	1	0,03					0,12
	- Toluène	mg/kg MS	5	0,08					0,21
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25	0,01					0,02
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5	0,12					0,25
	Somme des BTEX	mg/kg MS		0,24					0,60
COHV	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5	< 0,05					< 0,05
	- 1,1-Dichloroéthène	mg/kg MS		< 0,05					< 0,05
	- Chlorure de vinyle	mg/kg MS		< 0,05					< 0,05
	- cis-Dichloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05					< 0,05
	- Dichlorométhane	mg/kg MS		< 0,05					< 0,05
	- Tetrachloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05					< 0,05
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5	< 0,05					< 0,05
	- trans-Dichloroéthène	mg/kg MS		< 0,05					< 0,05
	- Trichloroéthène	mg/kg MS	0,1	< 0,05					< 0,05
	- Trichlorométhane	mg/kg MS		< 0,05					< 0,05
	Somme des COHV	mg/kg MS		-/-					-/-
Indice-Phénol		mg/kg MS		< 0,5					

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 10B : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.

				S120			
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-1 R	3-5 R	5-7 R	7-9 R
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	2500	100	13	24
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	< 0,1			
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	1,8			
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	0,78			
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	1,00			
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	0,52			
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	1,1			
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	1,3			
	Somme des HAP	mg/kg MS		6,54			
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		4,8			

				S127				Pz14				
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0,5-1,5 R	1,5-3,5 R	3,5-5 R	5-7 TN	0,5-2 R	2-4 TN	4-6 TN	6-8 TN	8-10 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	8	5	< 5	< 5	26	< 5	15	15	13
PCB	PCB nr 28	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	PCB nr 52	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	PCB nr 101	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	PCB nr 138	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	PCB nr 153	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	PCB nr 180	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							
	somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-	-/-							
	PCB nr 118	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01							

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 10C : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.

4.3.3.3 Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation

Au sens du guide méthodologique relatif à la gestion des sites et sols potentiellement pollués, au droit du secteur « triangle » deux sources sol de pollution ont été mises en évidence pour les HAP et les HCT :

- Présence de benzo(a)pyrène en concentration supérieure à la VDSS au niveau du sondage S124 et plus précisément dans les remblais entre 0 et 1,5 mètres de profondeur,
- Présence d'hydrocarbures en concentration égale à la VDSS au droit du sondage S120 entre 0 et 1 mètres de profondeur.

Problématique HAP (cf. annexe 1)

Au droit du sondage S124, la teneur en benzo(a)pyrène est supérieure à la VDSS. On constate, de plus, que ce paramètre est présent en concentration proche de la VDSS au niveau des sondages S126 (2,5 mg/kg entre 0 et 1 m) et S123 (2,3 mg/kg entre 0 et 1.5 m).

Plus généralement, pour les sondages S123, S124 et S126, la teneur de la somme des HAP est de l'ordre de 20 mg/kg dans les sols superficiels, c'est-à-dire dans les terrains compris entre 0 et 1,5 mètres de profondeur.

Problématique HCT, (cf. annexe 1)

Entre 0 et 1 mètre de profondeur, la concentration en HCT mesurée au droit du sondage S120 est égale à la VDSS.

Le sondage S120 se situe à proximité de l'atelier d'entretien. Les activités de mécanique pratiquées pourraient expliquer la présence de ces composés dans les sols superficiels. En effet, en profondeur, au delà des 3 mètres, les concentrations sont inférieures ou égales à 100 mg/kg.

Autres paramètres

Pour les autres paramètres analysés (BTEX et COHV), les concentrations mesurées sont inférieures aux VDSS ou aux seuils de détection du laboratoire.

Pour le sondage S127, situé à proximité d'un transformateur ayant contenu des PCB, les concentrations mesurées en PCB sont inférieures aux seuils de détection.

4.3.4 Source potentielle de pollution : Stockages d'hydrocarbures

A côté des secteurs Loxam et « triangle », des sources potentielles de pollution ponctuelles ont été identifiées. Parmi elles, on trouve des stockages d'hydrocarbures.

Ainsi, la zone 2 abrite une cuve à fuel enterrée destinée au chauffage d'une des halles Sernam.

De plus, en limite de la zone 2, deux stockages d'hydrocarbures ont été recensés : la station essence Total en activité depuis 1976 et les cuves à fuel domestiques des magasins de l'Opéra.

Afin d'envisager la répercussion de ces stockages sur les sol de la zone 2, 4 ouvrages ont été réalisés :

- 2 sondages au droit de la cuve enterrée de FOD : S102 et S103,
- 2 piézomètres Pz11 et Pz13 en limite de site, près des installations voisines sensibles.

4.3.4.1 Indices organoleptiques

Lors de la réalisation des ouvrages, de légères odeurs sont apparus au droit du sondage S102 entre 0 et 0.5 mètre de profondeur. Ces indices n'ont pas pu être caractérisés. Le test de terrain (polytest) effectué s'est révélé négatif.

4.3.4.2 Analyses en laboratoire agréé

Au droit ou à proximité des stockage d'hydrocarbures, les analyses suivantes (hormis métaux lourds) ont été réalisées :

- HCT : 15 analyses,
- HAP : 1 analyse,
- Cyanures totaux, soufre, indice phénol : 4 analyses.

Les résultats sont présentés dans le tableau I2.

Zone	2
Localisation :	Cuve FOD, et proximité de stockages d'hydrocarbures
Ouvrages concernés	S102, S103, Pz11 et Pz13

				S102						
Famille	Paramètres analysés	Uni	VDSS	0-0	-2,5 R	2,5-4,5 TN	4,5-6,5 TN	0,5-	2,5	TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	33	20	< 5	< 5	16	< 5	< 5
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	0,56						
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	4,4						
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	2,1						
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	2,4						
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	1,7						
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	3,2						
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	1,9						
	Somme des HAP	mg/kg MS		27,89						
Soufre (S)		mg/kg MS		1200	4700	1600	700			
Cyanure (CN)		mg/kg MS		< 0,5	5,6	< 0,5	< 0,5			
Indice-Phénol		mg/kg MS		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1			

				Pz11				13			
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-1 R	-3 R	3-5 R	7 T	0-	2	TN	,5 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	23	< 5	12	31	5	< 5	< 5	< 5

Tableau 12 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit des stockages d'hydrocarbures, zone 2, Batignolles

4.3.4.3 Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation

Pour l'ensemble des paramètres analysés, les résultats indiquent des concentrations inférieures aux VDSS. Au sens du guide méthodologique relatif à la gestion des sites et sols potentiellement pollués, il n'a pas été mis en évidence de source sol de pollution pour les paramètres analysés.

Les concentrations mesurées en HCT sont inférieures à 100 mg/kg.

En revanche, au droit du sondage S102, la somme des HAP atteint près de 28 mg/kg entre 0 et 0.5 mètres de profondeur et on note que la concentration en benzo(a)pyrène est très proche de la VDSS (3.2 mg/kg contre 3.5 mg/kg).

Remarque :

L'analyse du soufre au niveau du sondage S102 dans le terrain naturel a permis d'obtenir une valeur indicative de la concentration de ce paramètre dans le milieu naturel.

Les mesures de l'indice phénol et des cyanures totaux au droit du sondage S102 ont donné des résultats inférieurs aux seuils de détection du laboratoire.

4.3.5 Source potentielle de pollution : Stockages de matériel et activités de mécanique

En bordure du boulevard de Douaumont, à l'est de la zone 2, un concessionnaire entrepose du matériel de chantier et exerce quelques activités de mécanique.

Deux sondages, S111 et S112, ont été réalisés au droit de ces terrains.

4.3.5.1 Indices organoleptiques

Aucun indice particulier significatif de la présence de composés hydrocarbonés n'a été relevé lors de la réalisation des 2 sondages.

4.3.5.2 Analyses en laboratoire agréé

Au droit des activités de mécanique diverses, les analyses suivantes (hormis métaux lourds) ont été réalisées :

- HCT : 8 analyses,
- HAP : 1 analyse.

Les résultats sont indiqués dans le tableau 13.

4.3.5.3 Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation

Au sens du guide méthodologiques relatif à la gestion des sites potentiellement pollués, les résultats des analyses mettent en évidence l'existence d'une **source sol** en HAP au niveau du sondage S112 entre 0 et 1 mètres de profondeur (cf. annexe 1).

Plus précisément, les remblais superficiels rencontrés (sableux à graviers de nature diverse) sont caractérisés par la présence de benzo(a)anthracène et de benzo(a)pyrène en concentrations supérieures aux VDSS. La somme des HAP est d'ailleurs supérieure à 100 mg/kg.

Les concentrations en HCT mesurées au droit de S111 et de S112 sont inférieures aux VDSS.

Zone	2
Localisation :	Entreposage de matériel et activités de mécanique d'un locataire
Ouvrages concernés	S111 et S112

Famille	Paramètres an	Uni	DSS	S111				S112			
				0-1,5 R	1,5-3,5 R	5-	6-7 TN		1,5-3 R	3-4,5 T	7 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	500	180	370	74	77	130	6	27	33
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23					1,2			
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	050					18			
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7					8			
	- Chrysène	mg/kg MS	175					8,9			
	- Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS						8,9			
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450					8,0			
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5								
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8					6,2			
	Somme des HAP	mg/kg MS						111,09			
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS						61,4			

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 13 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé, hormis métaux lourds, au droit des activités de mécanique, zone 2, Batignolles.

4.3.6 Sources potentielles de pollution : présence de remblais d'origine inconnue à l'entrée ouest du site

En bordure de l'avenue de la porte de Clichy, à l'ouest de la zone 2, un stock de remblais d'environ 1 mètre d'épaisseur et d'aspect assez hétérogène est présent. Son origine n'a pas été identifiée et ces déblais pourraient provenir des travaux de ré-aménagement de la zone 2.

Deux sondages, S113 et S114, et un piézomètre Pz12 ont été réalisés au droit de ces matériaux.

4.3.6.1 Indices organoleptiques

Au droit du sondage S113, entre 5 et 7 mètres de profondeur, des odeurs légères d'hydrocarbures sont apparues. Elles étaient associées à des argiles de couleur noire.

Cependant, les tests de terrain effectués (polytest et hydrocarbures d'essence) n'ont pas donné de réaction (absence de coloration).

4.3.6.2 Analyses en laboratoire agréé

Au droit des activités de mécanique diverses, les analyses suivantes (hormis métaux lourds) ont été réalisées :

- HCT : 12 analyses,
- HAP : 3 analyses.

Les résultats sont indiqués dans le tableau 14.

Zone	2
Localisation :	Stockage de remblais en bordure de la rue de la porte de clichy
Ouvrages concernés	113, S114 et Pz12

				S113					S114		
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-0,5	1-3 R	3-4,5 R		7-9 TN	0-1	2-4 R	5-7 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	92	10	< 5	< 5	< 5	1200	25	1300
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23				#		< 0,6	0,31	
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050				0,37		1,2	2,9	
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7				1,5		< 0,6	1,04	
	- Chrysène	mg/kg MS	5175				0,84		< 0,6	1,11	
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450				0,41		< 0,6	0,53	
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5				0,37		< 0,6	1,20	
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8				0,42		< 0,6	0,84	
	Somme des HAP	mg/kg MS					0,52		2,57	16,07	
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS					9,64		1,2	6,8	

				Pz12			
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0-1	1-3 R	3-5 R	8- N
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	260	24	36	6

Tableau 14 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé, hormis métaux lourds, au droit d'un stock de remblais, zone 2, Batignolles.

4.3.6.3 Résultats des analyses en laboratoire agréé et interprétation

Au sens du guide méthodologiques relatif à la gestion des sites potentiellement pollués, les résultats des analyses n'ont pas mis en évidence la présence d'une source sol pour les paramètres analysés au droit des sondages effectués.

Cependant, les concentrations en HCT mesurées au droit du sondage S114 atteignent 1300 mg/kg dans le terrain naturel entre 5 et 7 mètres de profondeur. Ces concentrations sont incompatibles avec une prise en charge en CET de classe 3 (matériaux inertes).

De même, au droit du sondage S114, il convient de signaler que la concentration de la somme des HAP est de l'ordre de 16 mg/kg.

4.3.7 Sources potentielles de pollution : stockages pratiqués sur l'ensemble de la zone 2

L'examen des photographies aériennes a montré l'existence d'activités intenses de fret ferroviaire au droit de la totalité de la zone 2. Le transbordement des marchandises était associé à des stockages de produits divers. Du charbon et d'autres produits combustibles ont notamment été identifiés.

Compte tenu de l'extension de cette activité, 12 ouvrages ont été réalisés et répartis d'une façon homogène sur l'ensemble de la zone. Il s'agit de :

- 11 sondages : S100, S101, S108, S109, S110, S115 à S119, S128,
- 1 piézomètre : Pz10.

4.3.7.1 Indices organoleptiques et mesures gazeuses in situ

Les observations et les mesures de terrain effectuées lors de la réalisation des ouvrages sont présentées dans le tableau 15.

Des indices organoleptiques ont été relevés au niveau de 5 ouvrages sur les 12 réalisés.

Pour 4 d'entre eux (S101, S115, S117 et Pz10) il s'agissait d'odeurs d'hydrocarbures, d'intensité moyenne à légère, présentes au niveau des remblais à des profondeurs variables. Au droit de Pz10, ces odeurs d'hydrocarbures étaient associées à des indices olfactifs caractéristiques de la présence de créosote.

Les divers tests de terrain réalisés n'ont pas réagi (absence de coloration).

Pour le sondage S119, les odeurs détectées n'ont pas pu être identifiées. Les épaisseurs des terrains concernés étaient faibles, environ 50 centimètres. Ces indices étaient d'intensité très

légère. Les tests de terrains effectués sur ces prélèvements (polytest) n'ont pas montré de réaction.

Pour chacun des 5 ouvrages concernés, les indices olfactifs rencontrés étaient systématiquement associés à des terrains de couleur noire à marron.

Remarque :

Au droit de la zone 2, les sols noirs présentant des traces de charbon ont fait l'objet d'une attention particulière. Les cyanures totaux et le soufre ont ainsi été caractérisés au droit des ouvrages S101, S117, S119. Sur le piézomètre Pz10, situé au cœur de l'ancien emplacement d'un commerce de charbon (société Pécoult Combustibles), ces deux paramètres ont également été recherchés.

<i>Sources identifiées</i>	<i>Ouvrages</i>	<i>Indices organoleptiques décelés</i>	<i>Profondeur du test de terrain</i>	<i>Tube colorimétrique utilisé</i>	<i>Valeurs mesurées (en mV)</i>
Ensemble de la zone 2 Stockage de produits divers	S101	Légères odeurs d'hydrocarbures entre 0,50 et 2,5 mètres de profondeur. Terrains de couleur marron associés	0,5-1,5	Hydrocarbures d'essence	Pas de réaction
			1,5-2,5 m	Polytest	Pas de réaction
	S115	Légères odeurs d'hydrocarbures entre 6 et 7 mètres de profondeur. Argiles noires associées	6-7 m	Hydrocarbures d'essence	Pas de réaction
	S117	Légères odeurs indéterminées entre 0,5 et 1 mètre de profondeur, au niveau de graviers de couleur noire	0,5-1 m	Polytest	Pas de réaction
		Odeurs d'hydrocarbures d'intensité moyenne à faible entre 1 et 4 mètres de profondeur Terrains noirs à bleutés associés	1-2 m	Hydrocarbures d'essence, polytest, et TCE	Pas de réaction
	S119	Légères odeurs indéterminées entre 0,5 et 1 mètre de profondeur, au niveau de sables noirs	0,5-1 m	Polytest	Pas de réaction
	Pz10	Odeurs d'hydrocarbures associée à de la créosote dans des terrains noirs à marrons. Intensité moyenne à légère entre 0 et 5,5 mètres de profondeur	1-2 m	Hydrocarbures d'essence, polytest, et TCE	Pas de réaction
			2-3 m	Hydrocarbures d'essence, polytest, et TCE	Pas de réaction

Tableau 15 : Indices organoleptiques constatés et tests de terrain effectués au droit des terrains de la zone 2, Batignolles.

4.3.7.2 *Analyses en laboratoire*

Afin de caractériser globalement les terrains de la zone 2 qui ont accueilli par le passé des activités de stockage de produits, les analyses suivantes (hormis les métaux lourds) ont été réalisées en laboratoire agréé :

- Hydrocarbures totaux : 52 analyses,
- HAP : 15 analyses,
- BTEX et COHV : 11 analyse,
- Cyanures totaux : 11 analyses,
- Soufre : 11 analyses,
- Indice phénol : 11 analyses.

Les résultats sont présentés dans les tableaux 16A à 16D.

Zone	2
Localisation :	Toute la zone 2
Ouvrages concernés	S100, 101, 108, 109, 110, 115 à 119, 128 et Pz10

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S100			S101			
				0-2 R	2,5-3,5 R	4-6 TN	0,5-2,5 R	2,5-4,5 R	4,5-6,5 R	7-9 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	19	< 5	< 5	22	< 5	< 5	8
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23				< 0,06			
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050				0,26			
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7				0,18			
	- Chrysène	mg/kg MS	5175				0,20			
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450				0,15			
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5				0,43			
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8				0,48			
	Somme des HAP	mg/kg MS					3,02			
BTEX	- Benzène	mg/kg MS	1				0,01			
	- Toluène	mg/kg MS	5				0,01			
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25				< 0,01			
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5				0,01			
	Somme des BTEX	mg/kg MS					0,03			
COHV	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5				< 0,05			
	- cis-Dichloroéthène	mg/kg MS	3				< 0,05			
	- Tetrachloroéthène	mg/kg MS	3				< 0,05			
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5				< 0,05			
	- Trichloroéthène	mg/kg MS	0,1				< 0,05			
	Somme des COHV	mg/kg MS					-/-			
Soufre (S)		mg/kg MS					11000			
Cyanure (CN)		mg/kg MS					< 0,1			
Indice-Phénol		mg/kg MS					< 0,5			

Tableau 16A : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S119					Pz10				
				0,5-1 R	1-2,5 R	3-5 R	5-6,5 R	6,5-7,5 TN	0-1,5 R	1,5-3 R	3-4,5 R	4,5-6 R	6-8 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	430	17	5	7	7	5	5	14	6	9
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	< 0,6	< 0,06	< 0,06			< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	< 0,6	0,13	0,31			0,29	0,26	0,90	2,30	
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	< 0,6	< 0,06	0,15			0,09	0,11	0,32	0,71	
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	< 0,6	0,09	0,17			0,14	0,16	0,37	0,73	
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	< 0,6	< 0,06	0,08			< 0,06	0,08	0,16	0,44	
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	< 0,6	0,15	0,21			0,15	0,20	0,41	0,94	
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	< 0,6	0,16	0,19			0,14	0,18	0,24	0,59	
	Somme des HAP	mg/kg MS		-/-	0,78	1,76			1,28	1,60	4,90	10,62	
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		-/-	0,56	1,02			0,68	0,97	2,50	5,41	
BTEX	- Benzène	mg/kg MS	1	0,01	< 0,01				0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	
	- Toluène	mg/kg MS	5	0,02	< 0,01				0,04	0,01	0,02	0,01	
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25	< 0,01	< 0,01				< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5	0,02	< 0,01				0,04	0,01	0,01	< 0,01	
	Somme des BTEX	mg/kg MS		0,05	-/-				0,09	0,02	0,03	0,02	
COHV	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5	< 0,05	< 0,05				< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- cis-Dichloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05	< 0,05				< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Tetrachloroéthène	mg/kg MS	3	< 0,05	< 0,05				< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5	< 0,05	< 0,05				< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	- Trichloroéthène	mg/kg MS	0,1	< 0,05	< 0,05				< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
	Somme des COHV	mg/kg MS		-/-	-/-				-/-	-/-	-/-	-/-	
Soufre (S)		mg/kg MS		1700	55000				39000	17000	7500	18000	
Cyanure (CN)		mg/kg MS		< 0,1	< 0,1				< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Indice-Phénol		mg/kg MS		< 0,5	< 0,5				< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	

Tableau 16B : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.

				S117					
Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	0,5-1 R	1-2 R	2-3 R	3-5 R	6,5-8 R	8,5-9 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	97	270	< 5	< 5	< 5	< 5
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23	< 0,6	< 0,1	< 0,06	< 0,1		
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050	< 0,6	1,1	0,43	0,52		
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7	< 0,6	0,57	0,12	< 0,1		
	- Chrysène	mg/kg MS	5175	< 0,6	0,68	0,14	0,18		
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450	< 0,6	0,28	< 0,06	< 0,1		
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5	0,67	0,73	0,22	0,21		
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8	< 0,6	0,38	0,12	< 0,1		
	Somme des HAP	mg/kg MS		0,67	3,79	1,04	0,91		
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS		0,67	2,54	0,77	0,73		
BTEX	- Benzène	mg/kg MS	1	0,01	0,07	0,01	0,07		
	- Toluène	mg/kg MS	5	0,02	0,08	0,01	0,05		
	- Ethylbenzène	mg/kg MS	25	0,01	0,01	0,01	0,01		
	- Xylène tot.	mg/kg MS	5	0,02	0,06	0,02	0,02		
	Somme des BTEX	mg/kg MS		0,06	0,22	0,06	0,15		
COHV	- 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	7,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
	- cis-Dichloroéthane	mg/kg MS	3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
	- Tetrachloroéthane	mg/kg MS	3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
	- Tetrachlorométhane	mg/kg MS	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
	- Trichloroéthane	mg/kg MS	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
	Somme des COHV	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-		
Soufre (S)		mg/kg MS		1400	3100	60000	21000		
Cyanure (CN)		mg/kg MS		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		
Indice-Phénol		mg/kg MS		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		

Tableau 16C : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S108				S110			
				0-1,5 R	2-3,5 R	5-7 R	8-9 TN	0,5-1,5 R	2-3 R	3-4,5 R	5-7 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	85	6	5	< 5	6	5	< 5	< 5

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S116				S118			
				0,5-2,5 R	3-4,5 R	5-7 R	7-9 R	0,5-2,5 R	2,5-4,5 R	5-7 R	7,5-9 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	45	< 5	< 5	< 5	31	5	< 5	< 5

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S128			S109				
				0-1 R	2-4 R	5-7 TN	0-1 R	1-1,5 R	2-4 R	4-6 R	6-7,5 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	840	18	< 5	920	20	< 5	< 5	< 5

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S115				
				0,5-1,5 R	1,5-3,5 R	4,5-6 R	6-7 R	7-8 TN
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	2500	100	10	< 5	< 5	< 5
HAP	- Naphthalène	mg/kg MS	23			< 0,06	0,21	< 0,06
	- Fluoranthène *	mg/kg MS	3050			0,36	0,35	0,18
	- Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	7			0,10	0,14	< 0,06
	- Chrysène	mg/kg MS	5175			0,14	0,19	0,09
	- Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	450			< 0,06	0,08	< 0,06
	- Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS	3,5			0,1	0,2	0,1
	- Indeno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	8			< 0,06	0,16	0,12
	Somme des HAP	mg/kg MS				1,43	2,12	0,82
	Somme des 6 HAP (*)	mg/kg MS				0,61	1,02	0,41

Tableau 16D : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles

4.3.7.3 *Interprétation des résultats*

Les teneurs mesurées en HCT, HAP, COHV, BTEX et en cyanures totaux sur les échantillons de sol prélevés sont inférieures aux VDSS. Ainsi, au sens du guide méthodologique relatif à la gestion des sites potentiellement pollués, il n'a pas été mis en évidence de source-sol pour ces paramètres au droit des ouvrages réalisés.

En ce qui concerne l'indice phénol, les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils de détection du laboratoire.

Pour le soufre, l'absence de valeur de comparaison pose le problème de l'exploitation des résultats. Une analyse effectuée sur le sondage S102 au niveau du terrain naturel indique une teneur en soufre de 700 mg/kg. Or, les teneurs rencontrées dans les remblais au droit de la zone 2 sont comprises dans une très large gamme allant de 1400 mg/kg (S117) à 60000 mg/kg (S119). La moyenne s'établissant aux environs de 21000 mg/kg.

A la vue de ces résultats et au droit des sondages réalisés, certains remblais de la zone 2 semblent présenter une teneur en soufre élevée. On constate que cette anomalie n'est pas associée à des teneurs en HCT, en HAP, ou encore en cyanures totaux significatives.

Bien que les concentrations mesurées soient inférieures aux VDSS, quelques prélèvements répartis sur l'ensemble de la zone font apparaître des teneurs en HCT ou en HAP dans les remblais qu'il convient de signaler :

- Sondages S109 et S128 : concentrations en HCT entre 0 et 1 mètre proches de 900 mg/kg,
- Sondage S117 et S119 : les concentrations en HCT mesurées entre 0 et 2 mètres atteignent au maximum 270 et 430 mg/kg. Des indices organoleptiques avaient d'ailleurs été relevés au niveau de ces terrains.
- Piézomètre Pz10 : la concentration de la somme des HAP est voisine de 10 mg/kg entre 4.5 et 6 mètres de profondeur. Des indices organoleptiques caractéristiques de la présence de créosote avaient été décelés.

Ces légères anomalies sont ponctuelles et limitées en profondeur. En effet, les sondages voisins présentent des concentrations en HCT et en HAP très faibles et seul un prélèvement portant sur une épaisseur particulière du sondage est concerné.

4.3.8 Analyses des métaux sur la zone 2

4.3.8.1 Analyse de la fraction brute : Résultats et interprétation

Au total, sur les 32 ouvrages réalisés (27 sondages et 4 piézomètres), 125 analyses des métaux lourds sur la fraction brute ont été réalisées.

Les résultats des analyses sont indiqués dans les tableaux 17 et 18 A à 18F.

Ils mettent en évidence la présence de plomb en concentrations supérieures aux VDSS au droit de 15 ouvrages. Pour 7 d'entre eux, le plomb est associé à du cuivre et/ou du zinc présents en concentrations supérieures aux VDSS.

Au droit de la zone 2, la présence de métaux lourds en concentrations supérieures aux VDSS se caractérise par :

- Une distribution homogène sur l'ensemble de la zone, tous les secteurs sont concernés (cf. figures 4A et 4B et annexe 1),
- Une répartition essentiellement au niveau des remblais et parfois sur plusieurs prélèvements consécutifs (4 sondages sur 15),

Au droit de 3 sondages, les concentrations supérieures aux VDSS sont apparues au niveau du terrain naturel. Il faut souligner que pour ces 3 ouvrages, la distinction entre les remblais et le terrain naturel (alluvions sablo-graveleuses) a été délicate et qu'une zone de transition composée d'un mélange des deux faciès a été observée.

Pour 5 des 15 sondages concernés par la présence de métaux lourds, des HAP avait également été relevée dans les remblais. Au droit des sondages S112 et S124, les concentrations en benzo(a)pyrène et benzo(a)anthracène dépassaient les VDSS. Or, l'association HAP et métaux lourds est fréquemment observée en présence de matériaux mâchefers.

Ces observations tendent à mettre en évidence la présence au droit de la zone 2 de matériaux de remblais d'origine et de composition inconnues qui ponctuellement révèlent des concentrations en métaux lourds supérieures aux VDSS.

Remarque :

On rappelle ici qu'au droit de la zone 2, plusieurs sondages avaient révélé la présence dans les remblais de débris divers de type industriels : scories, briques, ferrailles.... La proportion de ces éléments au niveau de la zone2 était supérieure à celle rencontrée au droit des zones 1A –5, 5 hectares, 1B et « IBIS » traduisant une forte hétérogénéité des matériaux d'apport.

Sondage	Profondeur du prélèvement	Remblais / Terrain	Teneurs en mg/kg			Remarques
			Plomb	Cuivre	Zinc	
S100	0-2 m	R	280	210		
S102	0-0.5 m	R	210	96		
S107	<u>0-0.5 m</u>	R	370			
S108	5-7 m	R	230			
S110	3-4.5 m	R	250			Concentrations supérieures aux VDSS sur 2 prélèvements consécutifs
	<u>5-7 m</u>	TN	1000			
S111	<u>1.5-3.5 m</u>	R	2100	230	6000	Concentrations supérieures aux VDSS sur 3 prélèvements consécutifs
	5-6 m	R	210			
	<u>6-7 m</u>	TN	290	250		
S112	<u>0-1 m</u>	R	970	130		Source sol de pollution en HAP mise en évidence entre 0 et 1 m
	1.5-3 m	R	260			
S113	0-0.5 m	R	200			
S115	1.5-3.5 m	R	830			Concentrations supérieures aux VDSS sur 2 prélèvements consécutifs
	4.5-6 m	R	210			
S117	3-5 m	R	280			
S120	0-1 m	R		120		Trace de HAP entre 0-1 m et concentrations supérieures aux VDSS sur 3 prélèvements consécutifs
	3-5 m	R	380			
	5-7 m	R	280			
S123	0-1.5 m	R	260			Trace de HAP entre 0-1.5 m
S124	8.5-10.5 m	TN	210	240		Source sol de pollution en HAP mise en évidence entre 0 et 1.5 m
Pz10	<u>1.5-3 m</u>	R	3200	280		Trace de HAP entre 4.5 et 6 m
Pz11	1-3 m	R	220			

1.5-3 m : échantillons sélectionnés pour l'analyse des métaux lourds sur lixiviat

Tableau 17: Synthèse des sondages présentant des concentrations en métaux lourds supérieures aux VDSS.

Famille		Unité(s)		S1			S101				S102			
					5-	N	0,5-2,5 R	2,5-4,5 R	4,5-	9 T		0,5-2,5 R	2,5-4,5 TN	4,5-6,5 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS		7,9	4,1	3,2	5,3	4,8	6,1	5,4	7,2	8,4	5,5	4,5
	Cadmium	mg/kg MS		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,39	< 0,01	< 0,01	0,01
	Chrome total	mg/kg MS		11	8,9	3,6	9,8	8,4	10	6,7	11	11	10	7,6
	Cuivre	mg/kg MS			13	2,8	15	14	19	8,3		26	18	7,5
	Mercure	mg/kg MS		0,62	0,26	< 0,03	0,37	0,42	0,36	0,1	0,63	0,42	0,39	0,08
	Nickel	mg/kg MS		10	6,1	3,1	47	140	110	28	18	8,8	7,3	5,8
	Plomb	mg/kg MS			44	4,2	7	5,7	7,3	4,7		140	47	14
	Zinc	mg/kg MS		130	23	7,4	32	36	37	18	410	60	24	15

Famille		Unité(s)		S1			104			S105			
					5-	N	R	4,5 R	5,5 T	-1		3	5-7 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS		6,5	6,7	4,7	9,6	15	9,5	8	5,5	5	4,6
	Cadmium	mg/kg MS		<0,01	<0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS		9,9	7,4	4,6	13	15	12	19	9,6	8,3	7
	Cuivre	mg/kg MS		12	18	4,6	24	46	22	23	21	24	14
	Mercure	mg/kg MS		0,28	0,47	0,11	0,36	1,1	0,44	0,25	0,56	0,47	0,29
	Nickel	mg/kg MS		6,7	6,1	3,7	12	14	8,2	8,2	6,5	5,9	4,6
	Plomb	mg/kg MS		25	58	8,1	47	110	69	180	130	110	62
	Zinc	mg/kg MS		22	17	12	52	40	21	110	37	36	21

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18A : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2, Batignolles

Famille	aramè analysés	Unité(s)	VDSS					S				S108			
				0-1,5 R	1,5-3 R	3,5-4,5 R	5, 7,5 TN	0-0,5 R	1-3 R	3,-4,5 R	5-7 TN	0-1,5 R	-3,5 R	5-7 R	8-9 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	5,8	9,5	4,3	7	8,9	5,6	5,1	4,6	5,9	4,5	5,8	6,5
	Cadmium	mg/kg MS	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,44	0,12	0,15	0,06	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	6	8,5	12	6,2	8,4	16	8,9	9,1	9,4	7,1	7	9,2	6,7
	Cuivre	mg/kg MS		14	34	10	14	39	25	24	20	24	16	18	3,7
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,49	1,2	0,27	0,34	0,59	0,69	0,63	0,4	0,76	1,7	0,76	0,03
	Nickel	mg/kg MS	70	5,5	9,6	4,6	6,5	25	7,8	6,7	6	6,4	5,1	10	4,6
	Plomb	mg/kg MS	200	130	150	36	69	370	160	120	64	90	150	230	11
	Zinc	mg/kg MS	4500	110	73	17	22	1300	250	79	29	41	85	54	10

Fam	aramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S109					S110			
				0-1 R	1-1,5 R	2-4 R	4-6 R	6-7,5 TN	0,5-1,5 R	2-3 R	3-4,5 R	5-7 T
Métal lourd (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	1	4,8	6,6	3,7	4,5	4,8	5,8	3,6	6,6	6
	Cadmium	mg/kg MS	10	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	14	13	8,4	8,1	7,8	13	10	64	110
	Cuivre	mg/kg MS	95	16	5,1	11	25	21	33	28	40	41
	Mercure	mg/kg MS		0,13	0,05	0,41	0,8	0,56	0,28	0,35	0,52	1,7
	Nickel	mg/kg MS	70	8,4	5,2	4,6	5,7	5,6	16	8,8	15	10
	Plomb	mg/kg MS	200	28	7,4	93	83	65	53	59	250	1000
	Zinc	mg/kg MS	4500	38	11	26	30	30	42	45	30	38

3,9 Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18B : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S111				S112			
				0-1,5 R	1,5-3,5 R	5-6 R	6-7 TN	0-1 R	1,5-3 R	3-4,5 TN	5-7 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	6,9	10	7,4	6	15	6	8,3	8,6
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,41	3,9	0,52	1	0,9	0,06	0,16	0,14
	Chrome total	mg/kg MS	65	10	9,7	8	6,2	21	12	18	14
	Cuivre	mg/kg MS	95	32	230	26	250	130	24	40	39
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,17	2,4	1,2	1,1	1,7	0,68	0,3	0,74
	Nickel	mg/kg MS	70	8,4	12	9,4	9,5	24	11	18	17
	Plomb	mg/kg MS	200	87	2100	210	290	970	260	170	140
	Zinc	mg/kg MS	4500	130	6000	780	1900	1200	120	320	310

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S113					S114		
				0-0,5 R	1-3 R	3-4,5 R	5-7 R	7-9 TN	0-1 R	2-4 R	5-7 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	13	6,9	6,4	9	7,8	3,5	7,0	4,9
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	11	11	11	12	11	17	9,3	8,4
	Cuivre	mg/kg MS	95	45	24	17	14	12	15	53	24
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,89	0,78	0,55	0,35	0,17	0,13	0,26	0,35
	Nickel	mg/kg MS	70	11	8,1	7,7	8,1	9,8	10	8,7	11
	Plomb	mg/kg MS	200	200	120	120	95	35	24	120	140
	Zinc	mg/kg MS	4500	430	47	29	76	26	330	55	100

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18C : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S115					S116			
				0,5-1,5 R	1,5-3,5 R	4,5-6 R	6-7 R	7-8 TN	0,5-2,5 R	3-4,5 R	5-7 R	7-9R
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	5,3	10	9,3	7,7	5,9	9,1	3,5	3,9	4,5
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,07	0,02	0,31	< 0,01	0,18	< 0,01	0,03	< 0,01	0,14
	Chrome total	mg/kg MS	65	11	9,8	7,2	9	8,2	26	5,3	6,1	6,3
	Cuivre	mg/kg MS	95	17	63	22	32	28	36	5,6	9,6	11
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,03	1	0,57	0,88	0,47	0,29	< 0,03	0,04	0,11
	Nickel	mg/kg MS	70	6,7	8,6	7,9	8,1	8,8	15	4,6	6,4	7,4
	Plomb	mg/kg MS	200	58	830	210	170	130	54	9,9	17	20
	Zinc	mg/kg MS	4500	71	130	820	94	41	43	9,4	11	12

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S117						S118			
				0,5-1 R	1-2 R	2-3 R	3-5 R	6,5-8 R	8,5-9 TN	0,5-2,5 R	2,5-4,5 R	5-7 R	7,5-9 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	5,6	6,8	4	9,5	4,4	2,3	6,9	5,5	5,5	4,4
	Cadmium	mg/kg MS	10	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,17	< 0,03	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	16	11	8,6	6,8	5,4	4,4	11	9,8	9,5	11
	Cuivre	mg/kg MS	95	14	43	14	27	12	2	48	26	25	13
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,17	1,2	1,1	13	0,25	< 0,03	0,66	0,79	0,54	0,28
	Nickel	mg/kg MS	70	8,3	9,2	5,5	9,3	4,4	2,1	8,9	6,7	7,6	5,7
	Plomb	mg/kg MS	200	25	160	140	280	20	1,1	120	93	150	45
	Zinc	mg/kg MS	4500	60	120	39	640	16	6,4	58	26	26	20

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18D : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S120				S123				
				0-1 R	3-5 R	5-7 R	7-9 R	0-1,5 R	1,5-3 R	3-5 R	6-8 R	8,5-10,5 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	9,5	7,1	7,1	5	10	7,2	5,2	5,2	5,1
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,97	0,11	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	Chrome total	mg/kg MS	65	18	11	12	8,7	14	11	9,1	9,1	8,9
	Cuivre	mg/kg MS	95	120	73	45	23	86	42	2	22	15
	Mercure	mg/kg MS	3,5	1,8	1,0	16	4,6	0,54	0,77	0,4	0,34	0,32
	Nickel	mg/kg MS	70	21	9,8	8,0	5,8	21	9,1	6,7	6,6	7,1
	Plomb	mg/kg MS	200	190	380	280	89	260	140	50	41	35
	Zinc	mg/kg MS	4500	490	130	41	41	120	36	23	25	23

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S124					S125			
				0-1,5 R	1,5-3 R	3-5 R	6-8 R	8,5-10,5 TN	0-1,5 R	1,5-3,5 R	3,5-5,5 R	5,5-7,5 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	11	5,5	5,8	6,3	19	4,5	6,5	8,7	9,8
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,03	0,01	< 0,01	0,02	0,09	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	9,7	9	10	11	20	8,4	10	13	13
	Cuivre	mg/kg MS	95	43	20	23	20	240	15	18	21	20
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,45	0,28	0,34	0,39	0,44	0,15	0,25	0,54	1,5
	Nickel	mg/kg MS	70	8,4	7,3	7,9	7,3	30	5,7	8,4	9,4	10
	Plomb	mg/kg MS	200	43	35	56	66	210	29	26	37	94
	Zinc	mg/kg MS	4500	41	74	25	22	210	55	26	29	26

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18E : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	S126	S127				S128		
				0,5-1 R	0,5-1,5 R	1,5-3,5 R	3,5-5 R	5-7 TN	0-1 R	2-4 R	5-7 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	64	3,2	3,1	5,2	3,9	3,7	2,4	1,7
	Cadmium	mg/kg MS	10	6,4	< 0,01	< 0,01	0,06	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	65	6,8	9,8	6,4	5,7	13	3,5	5
	Cuivre	mg/kg MS	95	66	6,6	6,2	12	3,7	8	2,5	6,9
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,35	0,03	< 0,03	0,21	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	Nickel	mg/kg MS	70	60	4,1	4,6	4,9	5,5	6,6	3,1	6
	Plomb	mg/kg MS	200	61	11	11	33	4,3	5,1	1,7	1,3
	Zinc	mg/kg MS	4500	130	13	15	19	9,9	19	7,3	11

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	Pz10					Pz11				Pz12			
				0-1,5 R	1,5-3 R	3-4,5 R	4,5-6 R	6-8 TN	0-1 R	1-3 R	3-5 R	5-7 TN	0-1 R	1-3 R	3-5 R	8-10,5 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	6	10	7,5	7,1	5	13	5,2	6,6	5,8	4,9	2,9	2,7	2,0
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,08	0,17	0,06	0,07	0,02	0,11	0,06	0,08	0,07	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01
	Chrome total	mg/kg MS	65	9,1	9,6	6,4	7,8	7,4	16	7,3	7,9	7,5	16	5,1	23	24
	Cuivre	mg/kg MS	95	20	280	33	53	19	49	22	46	20	10	3,0	3,8	4,9
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,83	1,3	0,76	0,98	0,3	0,07	0,31	0,7	0,36	0,05	0,05	0,08	0,03
	Nickel	mg/kg MS	70	7,2	9,4	7,3	7,1	5,6	22	6,3	8,6	6,9	12	3,9	4,1	4,8
	Plomb	mg/kg MS	200	93	3200	130	160	68	48	220	140	67	11	2,7	3,4	1,3
	Zinc	mg/kg MS	4500	53	200	62	40	23	71	53	91	33	27	8,2	11	7,1

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VDSS	Pz13				Pz14				
				0-2 R	2-4 R	4-8 TN	6-7,5 TN	0,5-2 R	2-4 TN	4-6 TN	6-8 TN	8-10 TN
Métaux lourds (fraction brut)	Arsenic	mg/kg MS	19	3,9	4,2	3,3	3,4	4,8	6,3	5	4,9	4,9
	Cadmium	mg/kg MS	10	0,08	0,05	0,05	0,05	0,09	0,09	0,07	0,1	0,08
	Chrome total	mg/kg MS	65	7,6	9,7	5,6	5,9	8,4	8,2	9,2	7,5	9,5
	Cuivre	mg/kg MS	95	5,9	9,8	3,4	4,7	25	48	17	13	20
	Mercure	mg/kg MS	3,5	0,04	0,2	< 0,03	0,03	0,26	0,25	0,22	0,24	0,26
	Nickel	mg/kg MS	70	5,4	6,6	4,8	4,6	7,1	7,7	6,1	5,5	6,3
	Plomb	mg/kg MS	200	14	28	5,1	7	120	58	48	34	57
	Zinc	mg/kg MS	4500	16	17	9,3	9,4	52	54	31	47	35

3,9

Concentrations mesurées supérieures aux VDSS

Tableau 18F : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles

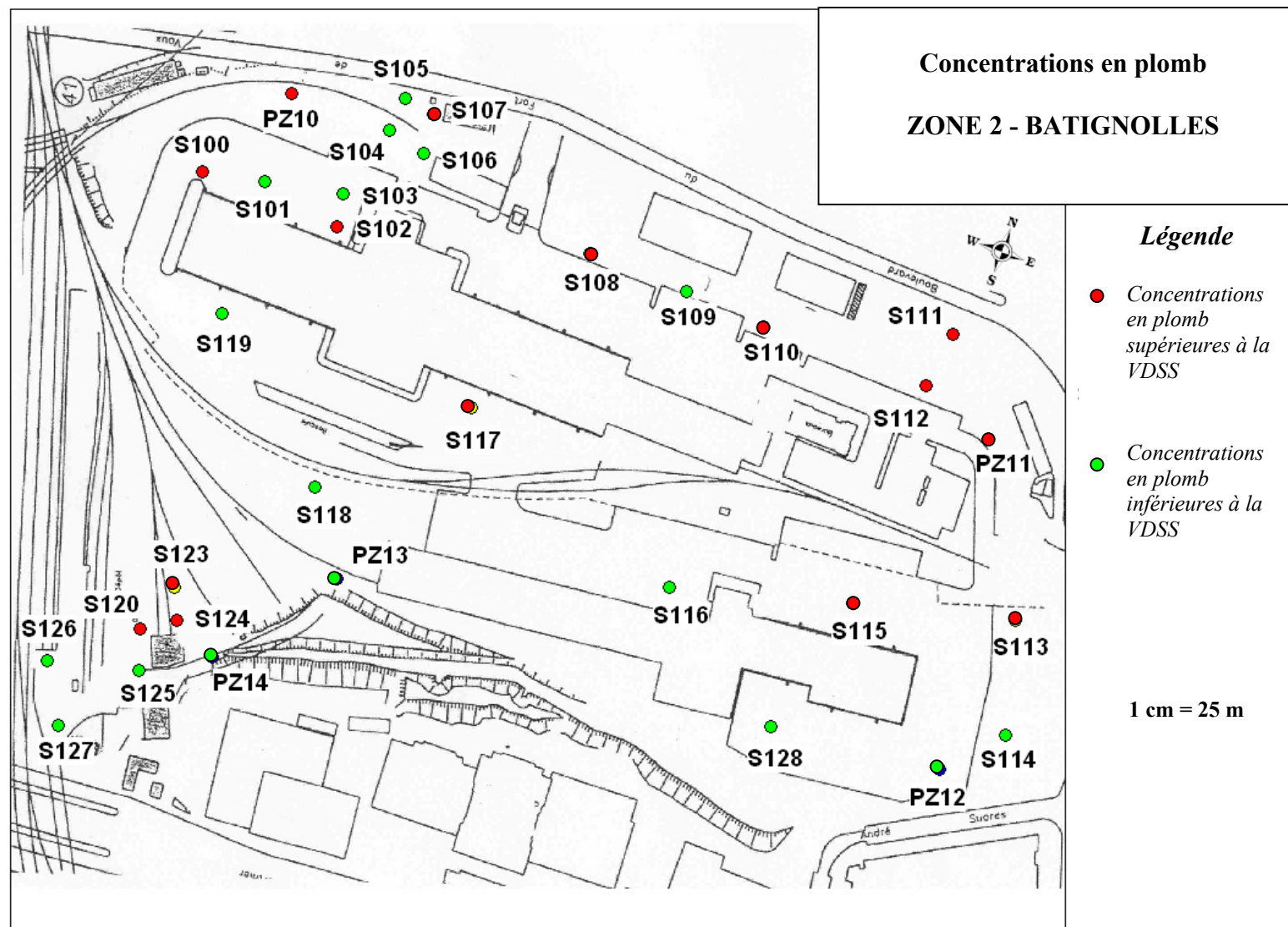


Figure 4A : Sondages présentant des teneurs en plomb supérieures aux VDSS, zone 2, Batignolles

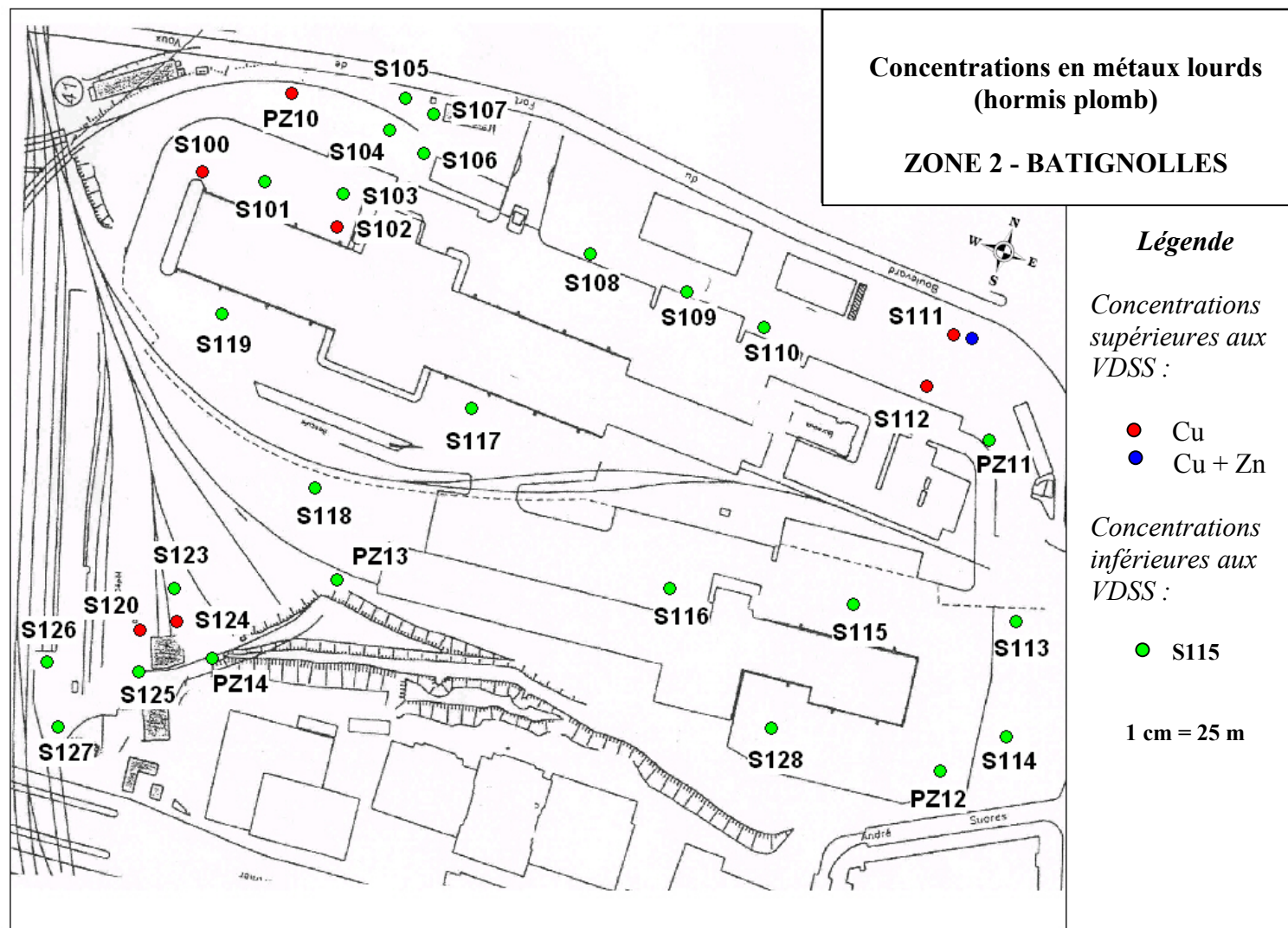


Figure 4B : Sondages présentant des teneurs en métaux lourds (hormis plomb) supérieures aux VDSS, zone 2, Batignolles

4.3.8.2 Analyse de la fraction lixiviable : Résultats et interprétation

Parmi les échantillons présentant des teneurs en métaux lourds supérieures aux VDSS, 6 ont été envoyés en laboratoire agréé en vue de la détermination de la fraction lixiviable. Afin de caractériser au mieux les remblais concernés par la présence de métaux lourds, le choix s'est, à la fois, porté sur les échantillons :

- Contenant les trois métaux identifiés : plomb, cuivre et zinc,
- Présentant les teneurs en métaux lourds sur brut les plus élevées,
- Localisés sur l'ensemble de la zone 2 (cf. tableau 17).

Les analyses des métaux lourds sur la fraction lixiviable permettent à la fois :

- D'estimer la fraction mobilisable des métaux et ainsi le risque de contamination de la nappe,
- De préciser les filières de prise en charge de ces matériaux dans le cas de travaux d'excavation ainsi que les possibilités de réutilisation sur le site.

Les résultats figurent dans le tableau 19.

En l'absence de valeur guide, les données obtenues sont comparées aux seuils d'acceptation d'un centre technique d'enfouissement de classe 2. Le centre de BOUQUEVAL (95) a été arbitrairement retenu.

Les résultats obtenus sont inférieures aux critères d'acceptation du CET 2 retenu. Dans la majorité des cas, les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils de détection du laboratoire.

A la vue de ces résultats complémentaires, les remblais rencontrés sur le site se définissent par:

- Des teneurs métaux lourds mesurées sur la fraction brute élevées et supérieures aux VDSS et parfois associées à la présence de HAP,
- Des lixiviats inertes.

Ces caractéristiques sont couramment observées en présence de matériaux de type mâchefers.

Les lixiviats étant considérés comme inertes, une réutilisation de matériaux sur site est envisageable. Cependant, des précautions devront être toutefois prises pour empêcher tout risque d'ingestion.

Métaux lourds (fraction brut)	Paramètres analysés	Unité(s)	AP de CET 2	S107	S110	S111	S111	S112	Pz10
				0-0,5 R	5-7 R	1,5-3,5 R	6-7 TN	0-1 R	1,5-3 R
	Arsenic	mg/kg MS	5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
	Cadmium	mg/kg MS	10	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075
	Chrome total	mg/kg MS	25	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cuivre	mg/kg MS	50	< 0,15	0,18	0,69	< 0,15	0,21	0,21
	Mercure	mg/kg MS	2	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006
	Nickel	mg/kg MS	5	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	Plomb	mg/kg MS	25	< 1,5	1,5	< 1,5	1,5	< 1,5	< 1,5
	Zinc	mg/kg MS	100	0,39	2,67	1,56	0,6	0,39	0,87

Tableau 19 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé sur la fraction lixiviable, zone 2, Batignolles.

4.4 Résultats des analyses des eaux souterraines et interprétation

Les bordereaux d'analyses du laboratoire agréé figurent en annexe 4.

4.4.1 Valeurs guides

Dans le cadre de l'évaluation simplifiée des risques d'un site, le guide national « Gestion des sites (potentiellement) pollués », élaboré par le Ministère de l'Environnement (version 2, mars 2000, BRGM Editions, mise à jour septembre 2001), définit l'existence d'un impact sur les eaux par le dépassement des valeurs de constat d'impact (VCI).

- VCI pour un usage sensible des eaux (de type alimentation en eau potable),
- VCI pour un usage non sensible des eaux (de type alimentation en eau industrielle).

Le choix de l'un ou l'autre de ces paramètres de comparaison est guidé par la présence de captage destiné à l'alimentation en eau potable dans un rayon de 5 km Autour du site, l'environnement très urbanisé et très dense n'abrite aucun captage de ce genre. Les captages d'eau potable les plus proches se situent :

- dans le 20^{ème} arrondissement de Paris à l'est du site à environ 6 km Il s'agit d'une ressource de secours qui intercepte la nappe de l'Albien (à plus de 900 m de profondeur).
- A Villeneuve la Garenne (92) au nord du site sur la rive gauche de la Seine à environ 5 km

Les VCI usage non sensible ont été retenues comme critère de comparaison.

4.4.2 Analyses en laboratoire agréé

Les échantillons d'eau prélevés (cf. annexe 2, fiches de prélèvement) dans les 5 piézomètres situés sur la zone 2 ont fait l'objet d'analyses portant systématiquement sur les hydrocarbures totaux et les métaux lourds et pour le piézomètre Pz10 sur les HAP et les BTEX.

Les paramètres analysés sont détaillés dans le tableau 20 et les résultats des analyses sont donnés par le tableau 21.

<i>Piezomètres</i>	<i>Paramètres analysés</i>	<i>Justification</i>
Pz10	Métaux lourds, HCT, HAP et BTEX	Au droit de l'ancien fournisseur de charbon et de produits combustibles. A proximité du secteur d'activité Loxam
Pz11 à Pz14	Métaux lourds et HCT,	Pas d'indices particulier constaté. Problématique métaux lourds.

Tableau 20 : Paramètres analysés sur les eaux souterraines de la zone 2, Batignolles.

Famille	Paramètres analysés	Unité(s)	VCI usage non sensible	Pz10	Pz11	Pz12	Pz13	Pz14
HCT	Hydrocarbures totaux	mg/l	1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HAP	- Naphthalène	µg/l		0,03				
	- Fluorène	µg/l		< 0,02				
	- Benzo(a)anthracène	µg/l		< 0,03				
	- Chrysène	µg/l		< 0,04				
	- Benzo(k)fluoranthène	µg/l		< 0,05				
	- Benzo(a)pyrène	µg/l		< 0,06				
	- Indeno(123-cd)pyrène	µg/l		< 0,07				
	Somme des HAP	µg/l		0,03				
BTEX	Somme des 6 HAP	µg/l	1	-/-				
	- Benzène	µg/l	5	< 0,1				
	- Toluène	mg/l	3,5	< 0,1				
	- Ethylbenzène	mg/l	1,5	< 0,1				
	- Xylène tot.	mg/l	2,5	< 0,1				
Métaux lourds	Somme des 8 BTEX	µg/l	-	-/-				
	Arsenic	µg/l	100	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	Cadmium	µg/l	25	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
	Chrome total	µg/l	250	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
	Cuivre	mg/l	4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Mercure	µg/l	5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Nickel	µg/l	100	< 0,01	20	70	< 10	< 10
	Plomb	µg/l	125	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	Zinc	mg/l	6	0,012	0,009	< 0,005	0,023	0,006

Tableau 21 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé sur les eaux souterraines, zone 2, Batignolles.

4.4.3 Interprétation des résultats

Les résultats mettent en évidence que les teneurs mesurées sur les eaux souterraines sont inférieures aux VCI usage non sensible pour les HCT, HAP, métaux lourds et BTEX. Il n'a pas été mis en évidence d'impact sur les eaux souterraines pour ces paramètres.

5 CONCLUSIONS

Les investigations menées sur la zone 2 par GRS VALTECH du 24 septembre au 12 décembre 2003 ont permis de mettre en évidence les éléments décrits dans les paragraphes ci-dessous.

5.1 Etat de la qualité des sols

5.1.1 *Etat de la phase gazeuse du sol*

Les mesures de terrain réalisées à l'aide des tubes colorimétriques Dräger lors de la réalisation des ouvrages ont mis en évidence la présence de composés volatils (coloration des tubes) uniquement au niveau du sondage S126 situé au niveau du secteur « triangle ».

Pour l'ensemble des autres ouvrages, les indices organoleptiques rencontrés ont été associés à des absences de réactions aux tests pratiqués (pas de coloration des tubes). Les indices organoleptiques ont été signalés au droit des secteurs suivants :

- Secteur d'activité Loxam, sondages S105 et S106,
- Cuve FOD enterrée devant la première halle Sernam, sondage S102,
- En bordure du boulevard de Douaumont, au niveau d'un concessionnaire, sondage S113,
- Sondages S101, S105, S117, Pz10 et S109, répartis sur l'ensemble de la zone 2.

5.1.2 *Etat des sols en phase adsorbée, hormis les métaux lourds*

Au sens du guide méthodologique relatif à la gestion des sites potentiellement pollués, trois sources-sol de pollution ont été identifiées au droit de la zone 2.

Pour deux d'entre elles (S124 et S112) les paramètres concernés sont des HAP et plus précisément du benzo(a)pyrène et/ou du benzo(a)anthracène. Les concentrations supérieures aux VDSS ont été rencontrées dans les terrains superficiels de type remblais compris entre 0 et 1.5 mètres de profondeur.

On note qu'autour du sondage S124, les ouvrages voisins présentent des concentrations en benzo(a)pyrène proche de la VDSS. Plus généralement, au droit de la zone 2, la présence de HAP en concentrations non négligeables a été observée.

La troisième source-sol de pollution est située au niveau du sondage S120 et se caractérise par des hydrocarbures totaux en concentration égale à la VDSS.

En dehors des sources-sol de pollution rencontrées sur le site, plusieurs sondages, répartis sur l'ensemble de la zone 2, ont révélé des concentrations en HCT ou en HAP incompatibles avec une prise en charge en CET de classe 3 (matériaux inertes).

5.1.3 Etat des sols en phase adsorbée, métaux lourds

Au droit de la zone 2, plusieurs sondages ont révélé la présence de métaux lourds en concentrations supérieures aux VDSS. Il s'agit principalement du plomb et dans une moindre mesure du cuivre et du zinc.

Ces concentrations anormales ont été mesurées sur l'ensemble du site dans les remblais et quelquefois dans le terrain naturel. Cependant, dans ce dernier cas, au droit des sondages concernés, la distinction remblais/terrain naturel est délicate et n'est pas franche. A l'inverse des zones 1A – 5,5 hectares et 1B, aucun secteur ni niveau particulier ne peut être individualisé.

Les concentrations en métaux lourds supérieures aux VDSS sont ponctuellement associées à des teneurs en HAP significatives.

Les observations réalisées laissent penser que la présence de métaux lourds au droit de la zone 2 est à mettre en relation avec des remblais hétérogènes (de type mâchefer par exemple) dont l'origine et la composition chimique sont inconnues et très variables.

Cependant, à la vue des résultats sur lixiviats, les métaux apparaissent très peu mobilisables et le risque vis-à-vis de migrations vers les eaux souterraines extrêmement faible.

5.2 Etat de la nappe, qualité des eaux souterraines

Les analyses réalisées ont indiqué des teneurs en HCT, HAP, métaux lourds et BTEX inférieures aux VCI usage non sensible pour les ouvrages PZ10, Pz11, Pz12, Pz13 et Pz14.

5.3 Synthèse

Les travaux de reconnaissance menés sur la zone 2 ont été guidé par les conclusions de l'étude historique. L'ensemble des sources potentielles de pollution recensées a été investigué et un programme d'analyses complet a été effectué. Toutes les étapes du diagnostic environnemental initial se sont appuyées sur les prescription du guide méthodologique relatif à la gestion des sites et sols potentiellement pollués.

La connaissance de la qualité des sols et des eaux souterraines au droit de la zone 2 reposent ainsi sur :

- 32 ouvrages dont 27 sondages jusqu'en moyenne 8 mètres de profondeur et 5 piézomètres,
- Plus de 300 analyses sur les sols en laboratoire agréé répartis comme suit :
 - HCT : 138 analyses,
 - HAP : 30 analyses,
 - Métaux lourds : 125,
 - COHV et BTEX : 13 analyses,
 - PCB : 2,
 - Indice Phénol : 17,
 - Soufre et cyanures libres : 15.
- 12 analyses en laboratoire agréé sur les eaux souterraines.

Ce programme d'investigation, conséquent pour un diagnostic initial, a mis en évidence l'existence de deux types de source sol de pollution :

- en hydrocarbures (HCT et HAP). Présentes en faible nombre (cf. paragraphe 5.1, trois source-sol mises en évidence), elles se caractérisent par une extension (en surface et en profondeur) extrêmement limitée. Il s'agit d'anomalies ponctuelles,
- en métaux lourds, liée à la qualité des matériaux de remblais, et dont la répartition et les profondeurs concernées sont, par nature, très variables

Quant à la qualité des eaux souterraines, aucun impact n'a été mesuré pour les paramètres recherchés.

5.4 Limite d'utilisation des études de la qualité du milieu souterrain

Les conclusions du diagnostic reposent sur une reconnaissance du sous-sol réalisée au moyen de sondages répartis sur le site, de façon orientée en fonction des informations historiques obtenues auprès notamment des différents maître d'ouvrage et des divers exploitants, de l'administration et de l'IGN.

Quel que soit le nombre de sondages réalisés, ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des terrains. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

Par ailleurs, les paramètres analysés découlent de la matrice « activité / substances » ou « activité / déchets » proposée par le guide du Ministère de l'Environnement. La nature des composés étudiés s'appuie sur les conclusions relatives à l'identification des zones sources potentielles de pollution.

Enfin, le diagnostic rend compte d'un état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

6 PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

En l'état actuel du site, et compte-tenu des données disponibles et des résultats acquis au cours du diagnostic de sols, les risques sont faibles. Nos principales recommandations portent sur les points suivants :

- Des investigations complémentaires des sols permettraient de préciser l'extension des sources-sol de pollution (HCT et HAP) mises en évidence au droit de la zone 2 au niveau d'un concessionnaire et du secteur « triangle »,
- Pour les hydrocarbures et ponctuellement pour les HAP, bien que les teneurs soient inférieures aux VDSS, des précautions devront être prises lors de travaux d'excavation concernant les terres présentant des teneurs en hydrocarbures supérieures aux seuils d'acceptation en CET de classe 3 (remblais inertes).
- Enfin, pour les métaux lourds, ces derniers apparaissant peu mobilisables, une ré-utilisation sur le site est envisageable en respectant certaines conditions de mise en œuvre : recouvrement par un niveau de remblais sains pour empêcher tout risque d'ingestion.

Lors de travaux d'excavation des sols cités précédemment ou des sols ayant révélé des indices organoleptiques de pollution, la protection des travailleurs (port des EPI, de masques...) devra être mise en place pour prévenir tout risque vis à vis des gaz et des contacts

7 LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Description succincte des sources potentielles de pollution recensées au droit de la zone 2, Batignolles.</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 2 : Localisation des sondages et installations à reconnaître, zone 2, Batignolles. ..</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 3 : Profondeurs des sondages réalisés, zone 2, Batignolles.</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 4 : Localisation des piézomètres implantés sur la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 5 : Résumé des caractéristiques des piézomètres mis en place sur zone 2, Batignolles</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 6 : Caractéristiques des tubes colorimétriques utilisés sur la zone 2, Batignolles....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 7 : Nivellement et détermination des niveaux statiques nivelés au droit de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 8 : Indices organoleptiques constatés et tests de terrain effectués au droit de l'aire d'activité de la société Loxam, zone 2, Batignolles.</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 9A : Résultats des analyses en laboratoire agréé effectuées au droit de l'aire d'activité LOXAM, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 9B : Résultats des analyses en laboratoire agréé effectuées au droit de l'aire d'activité LOXAM, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 10A :Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 10B :Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 10C :Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit du secteur « triangle », zone 2, Batignolles.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 12 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé au droit des stockages d'hydrocarbures, zone 2, Batignolles</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 13 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé, hormis métaux lourds, au droit des activités de mécanique, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 14 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé, hormis métaux lourds, au droit d'un stock de remblais, zone 2, Batignolles.</i>	<i>43</i>

<i>Tableau 15 : Indices organoleptiques constatés et tests de terrain effectués au droit des terrains de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 16A : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 16B : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 16C : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 16D : Analyses effectuées au droit des stockages d'hydrocarbures (hors métaux lourds), ensemble de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 17: Synthèse des sondages présentant des concentrations en métaux lourds supérieures aux VDSS.....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau 18A : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 18B : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles.....</i>	<i>56</i>
<i>Tableau 18C : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles.....</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 18D : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles.....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 18E : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles.....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 18F : Résultats des analyses des métaux lourds effectuées en laboratoire agréé sur l'ensemble des 31 ouvrages, zone 2 Batignolles.....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 19 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé sur la fraction lixiviable, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 20 : Paramètres analysés sur les eaux souterraines de la zone 2, Batignolles.....</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 21 : Résultats des analyses effectuées en laboratoire agréé sur les eaux souterraines, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>67</i>

8 LISTES DES FIGURES

<i>Figure 1 : Localisation et contours de la zone 2, Batignolles, photographie datée de 1999</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : Epaisseurs de remblais au droit des sondages réalisés sur la zone 2, Batignolles.</i>	<i>22</i>
<i>Figure 3 : Niveaux statiques nivelés et détermination du sens d'écoulement de la nappe des Calcaires de St Ouen.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 4A : Sondages présentant des teneurs en plomb supérieures aux VDSS, zone 2, Batignolles.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 4B : Sondages présentant des teneurs en métaux lourds (hormis plomb) supérieures aux VDSS, zone 2, Batignolles</i>	<i>62</i>