

1.4.4. Qualité environnementale des sols

La qualité environnementale des sols du site de la station Seine Aval a été approchée à travers plusieurs études spécifiques :

- une étude réalisée par ANTEA en mars-avril 1998, au niveau du parc paysager, au Nord du site de traitement des eaux ;
- une seconde étude réalisée par ANTEA en décembre 2003 sur le secteur Ouest du parc agricole du SIAAP à Achères ;
- une étude réalisée en juillet 2004 sur les sols et les végétaux prélevés au niveau du Pavillon de la Garenne, de la Ferme de la Garenne et de la Ferme des Noyers.
- une étude réalisée en octobre 2006 par HPC Envirotec sur les parcelles BC 74 et BH 112 de Saint Germain en Laye, à l'Ouest de la zone d'étude ;
- une étude réalisée par HPC Envirotec en Avril 2009, au niveau du terrain de la future aire d'accueil des gens du voyage sis Chemin de la ferme à Saint Germain en Laye ;
- une seconde étude réalisée par HPC Envirotec en Août 2009, au niveau du terrain de la future aire d'accueil des gens du voyage sis Chemin de la ferme à Saint Germain En Laye ;
- une étude réalisée par ANTEA en Octobre 2009 pour le projet de refonte du site de l'usine Seine Aval, à l'Ouest de la Cité de Fromainville et au Sud-est du Pavillon d'Herblay ;
- une étude géotechnique complémentaire et un diagnostic environnemental, au niveau de l'emprise de la future unité de traitement membranaire du projet File BIO, réalisée par ANTEA en Octobre 2010 ;
- une étude réalisée par HPC Envirotec en avril 2012, dans le cadre du chantier des fouilles archéologiques de Saint-Germain en Laye, au niveau des zones 2A (emprise du futur projet Campus), 3A (emprise du futur projet Campus) et 3Cbis (emprise d'une partie du futur « complément biofiltration » du projet File BIO);
- une étude réalisée par Sol Environnement, au niveau de l'emprise du chantier de la File Biologique, en août 2013.

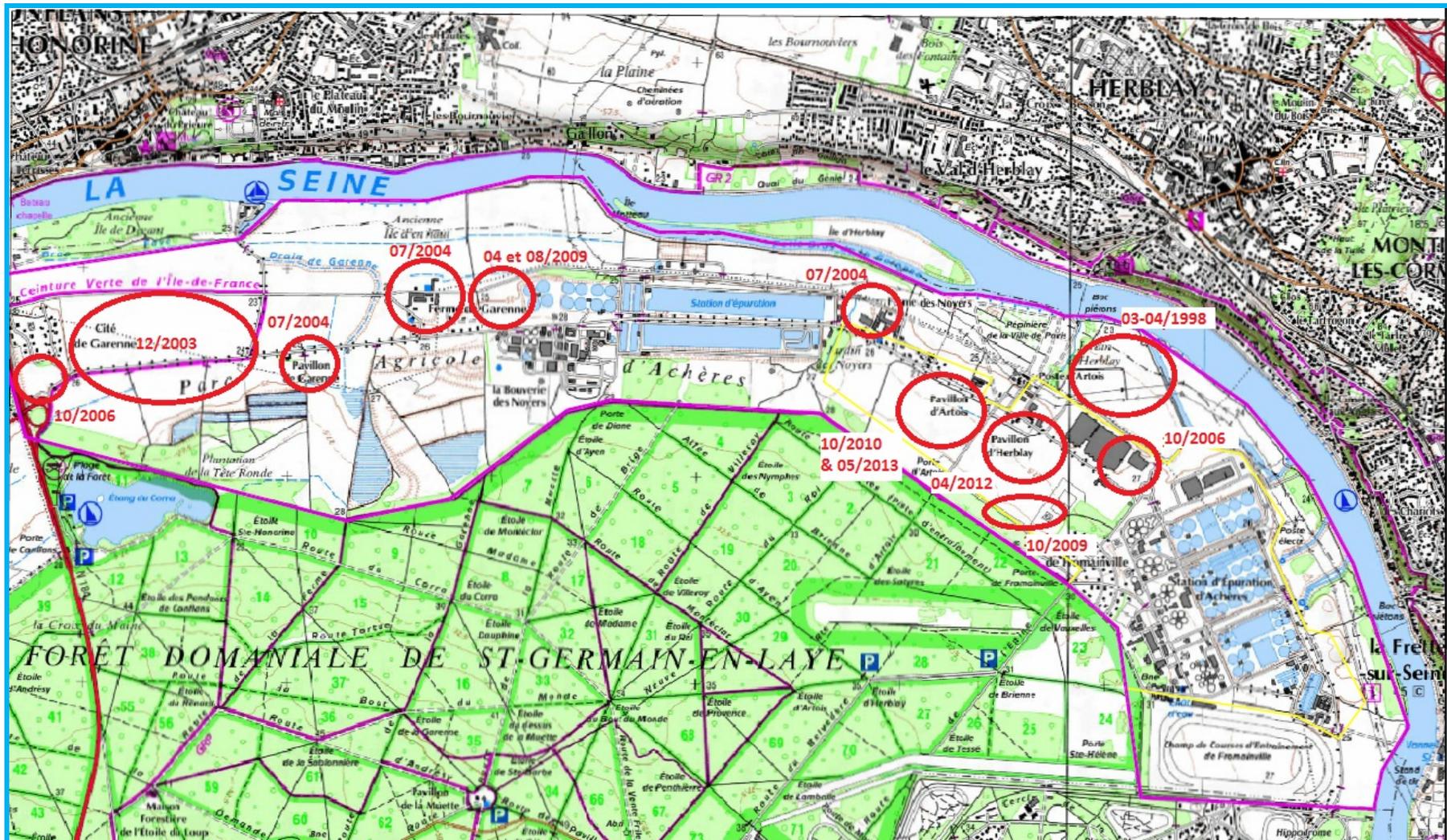


Figure 5 : Carte de synthèse des investigations sur la qualité des sols réalisées sur la zone d'étude

Etude réalisée en 1998, au Nord du site de traitement des eaux

Une campagne de prélèvements et d'analyses de sols a été réalisée, au niveau du parc paysager, dans le but de mettre en évidence les conséquences des épandages et des retombées atmosphériques liées aux activités humaines. Les composés recherchés ont donc été les métaux lourds (épandages et retombées atmosphériques) et les dioxines-furannes (retombées atmosphériques).

Des échantillons ont été prélevés lors des fouilles à la pelle mécanique. Les résultats obtenus après analyse ont été comparés à l'époque avec les valeurs de constat d'impact, valeurs allemandes zone résidentielle (référence choisie la plus défavorable : zone résidentielle)

Les conclusions du rapport de sol présentent des concentrations en métaux toujours inférieures aux valeurs guides prises pour référence, excepté pour le Zinc sur un seul échantillon (pelle n°10 sur une vingtaine de sondages à la pelle mécanique). En conclusion pour les 6 métaux analysés (Cu, Cr, Zn, Ni, Pb, Cd), il a été considéré qu'il n'a pas été décelé de charge polluante notable dans les tranches de terrain superficiels analysés soit de 0 à 1m.

Il convient de rappeler que les valeurs guides utilisées à l'époque étaient plus tolérantes que celles utilisées aujourd'hui soit les « Valeurs de Définition de Sources-Sol » (VDSS) et les « Valeurs de Constat d'Impact » (VCI). En effet, vis-à-vis de ces dernières, on constate à posteriori que certains teneurs en cuivre, chrome et plomb excèdent les VDSS et que deux prélèvements s'approchent de la VCI usage sensible pour le cuivre.

Etude réalisée en décembre 2003

Ce diagnostic environnemental a été réalisé sur 85 hectares au niveau de la partie centrale Ouest de la parcelle n° BD 36.

Quatre-vingt-cinq sondages ont été réalisés à 3 mètres de profondeur avec un échantillonnage selon 5 passes : trois échantillons tous les 30 centimètres de 0 à 0,9 m, puis un échantillon tous les mètres jusqu'à 3 mètres.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont présents dans la majorité des échantillons analysés. Les concentrations les plus importantes ont été relevées dans les sondages situés au Sud-est du site. Ce sont sur ces mêmes sondages qu'ont été notés, tout en restant sous les valeurs guides, des concentrations importantes en hydrocarbures totaux (HCT), en composés organohalogénés volatils (COHV), et en composés aromatiques volatils (CAV).

Pour les métaux des concentrations importantes ont été relevées sur l'ensemble de la zone d'étude :

- Pour la première couche, la partie cultivée possède des concentrations en métaux supérieures aux VDSS et le secteur le plus pollué se situe au Sud de la zone. La partie boisée possède des teneurs en métaux très importantes car elles sont majoritairement supérieures aux VCI usages sensibles sur la partie Ouest de la zone. Le terrain en jachère présente une majorité des concentrations relevées supérieures aux VDSS, en particulier dans les secteurs Est et Ouest,
- Pour la seconde couche, le secteur pollué se situe dans la partie Sud-Ouest pour le terrain cultivé et Sud-Est pour les parties boisées et en jachère,
- Pour la couche profonde aucune anomalie n'est constatée.

Des tests de lixiviation ont également été réalisés sur les échantillons de sols prélevés. Les concentrations obtenues après analyses sont inférieures aux valeurs prises pour référence pour l'arsenic, le cadmium, le mercure, le chrome total et le plomb. En revanche, les teneurs en cuivre, nickel et zinc sont plus élevées. La fraction lixiviable pour ces composés représente cependant un faible pourcentage par rapport aux concentrations mesurées dans les sols.

En résumé cette étude a mis en évidence des concentrations importantes en métaux sur l'ensemble du site. Les pollutions aux HCT, HAP, COHV et CAV sont situées majoritairement dans la partie Sud-Est de la zone d'investigations. On note également que ces pollutions ont été détectées majoritairement en surface.

Etude réalisée en 2004, au niveau du périmètre proche et éloigné de l'UPBD

Des prélèvements ont été réalisés sur 3 secteurs autour du site de l'UPBD : le Pavillon de Garenne (à l'Ouest éloigné du site), la ferme de Garenne (à l'Ouest proche du site) et la ferme des Noyers (à l'Est éloigné du site).

La localisation de ces points de mesures a été définie dans le cadre de la caractérisation fine de l'état initial de l'environnement du site UPBD en 2004, et s'est appuyée sur les premiers résultats obtenus lors de la modélisation numérique à partir des émissions des incinérateurs (fours brûlant de l'air vicié et des graisses) existants sur UPBD et des données météorologiques réelles représentatives du site (mât météo d'Achères).

Les résultats des analyses « métaux lourds » sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Point de prélèvement	Pavillon de la Garenne		Ferme de la Garenne		Ferme des Noyers		Valeurs guides SOLS	
	Sols	Végétaux	Sols	Végétaux	Sols	Végétaux	VDSS	VCI usage sensible
Polluant	<i>Les valeurs sont exprimées en mg/kg de matières sèches</i>							
Cr total	129	6.7	87	2.9	87	14	65	130
Cr VI	-	<0.1	-	<0.1	-	<0.1	-	-
Cu	200	20	158	9.3	155	20	95	190
Pb	361	9.8	285	5.9	236	18	200	400
Mn	160	28	264	38	165	47	-	-
As	13	0.78	7.4	0.46	4.3	1.3	19	37
Ni	25	5	24	1.9	23	3.8	70	140
Cd	10	1.8	5.9	0.75	10	1	10	20
Sb	0.26	0.11	0.39	0.1	0.12	<0.1	50	100
Co	5	0.34	5.5	0.17	4.5	0.77	120	240
V	22	1.6	23	0.75	20	4.1	280	560
Sn	0.61	1.4	1.1	0.54	0.45	0.22	-	-
Se	0.65	<0.1	0.51	<0.1	0.82	0.16	-	-
Zn	878	285	667	98	597	112	4500	9000
Hg	4.1	0.13	<0.1	<0.1	1.6	0.13	3.5	7

Tableau 2 : Résultats des analyses des teneurs en métaux sur les sols et les végétaux

Les teneurs mesurées dans les sols sont conformes aux observations faites en 1998, avec des dépassements de VDSS seulement sur le **chrome, le cuivre et le plomb**. De même, les VCI sont approchées voire atteintes.

Les teneurs mesurées dans les végétaux sont systématiquement 5 à 10 fois inférieures à celles mesurées dans les sols, à l'exception de l'étain, qui présentent des teneurs à peu près équivalentes dans ces deux compartiments.

Les dioxines et furannes sont des composés organochlorés bio accumulatifs (polluants organiques persistants), bio-disponibles et très stables, et sont issus de la combustion naturelle et industrielle (feux de forêt, incinérateurs, ...). Ce sont surtout les incinérateurs de déchets de type ordures ménagères, qui sont à l'origine de la plus grande production de dioxine.

Ces composés ont été recherchés dans les sols et les végétaux, sur les mêmes points d'échantillonnage que pour la recherche des métaux lourds.

Les résultats sont les suivants :

Lieu de prélèvement	Dioxines-furannes PCDDs/PCDFs (I-TEQ OMS)	
	Sols (en ng / kg de MS)	Végétaux (en ng / kg de MS)
Pavillon de la Garenne	22.91	0.20
Ferme de la Garenne	17.47	0.39
Ferme des noyers	27.65	0.19

Tableau 3 : Analyses des teneurs en dioxines des sols et végétaux prélevés

Ces résultats mettent en évidence un niveau de pollution et de contamination des sols et végétaux acceptable sur le secteur.

Les teneurs dans les sols sont supérieures à celles indiquées dans la littérature pour le bruit de fond naturel, soit 0,02 à 1 ng/kg MS, mais demeurent dans les normes admises par ailleurs. Les teneurs dans les végétaux sont 50 à 100 fois inférieures à celles constatées dans les sols.

Au stade de l'examen de l'état initial du site et de son environnement, on peut donc affirmer que les sols et végétaux ne présentent aucune contamination alarmante par les dioxines-furannes. Les teneurs rencontrées sont conformes à l'environnement périurbain du site et aux activités proches.

Etude réalisée en octobre 2006

Un diagnostic de l'état du sous-sol a été réalisé en octobre 2006 sur les parcelles BC 74 et BH 112 de la commune de Saint Germain en Laye, respectivement à l'Ouest de la zone d'étude et au Nord de la Cité de Fromainville.

Neuf (9) sondages ont été répartis de façon systématique aléatoire sur les parcelles étudiées au droit des zones ayant fait l'objet par le passé d'épandage d'eaux usées.

Pour les **métaux**, des concentrations significatives en arsenic, plomb, chrome, cuivre et mercure et dans une moindre mesure en cadmium ont été mesurées dans les 60 premiers centimètres de sols (teneurs supérieures aux VDSS et VCI usage sensible). Les valeurs relevées dans les échantillons de sols pour les horizons 0,6-0,9 m ont été systématiquement inférieures aux valeurs guides.

Pour les hydrocarbures totaux (HCT), les concentrations mesurées sont très faibles et inférieures aux valeurs guides. Elles sont également toutes inférieures à la concentration maximale tolérable pour l'admission de matériaux dans les décharges de déchets inertes.

Pour les **autres types d'hydrocarbures** (HAP, BTEX), les résultats mettent en évidence sur l'ensemble des échantillons des teneurs systématiquement très faibles voire inférieures aux seuils de détection.

Les résultats d'analyses ont montré l'absence de **polychlorobiphényles (PCB) de type Arochlor 1254 et 1016**, au niveau des échantillons de sols prélevés dans les terrains superficiels (0,0-0,3 et 0,3-0,6). Ils sont également inférieurs à la concentration maximale tolérable pour l'admission de matériaux en décharge de déchets inertes.

Les résultats d'analyses ont révélé la quasi-absence de **composés organiques volatils (COV)** dans les sols des parcelles avec des teneurs très faibles voire inférieures aux seuils de détection analytique.

Les tests de lixiviation ont montrés une importante stabilité des éléments concernés sous l'action de l'eau. Les teneurs mesurées après lixiviation apparaissent largement inférieures aux critères d'admission des matériaux dans les décharges de déchets inertes.

Cette étude met donc en évidence la présence généralisée de concentrations significatives en métaux dans les horizons de sols superficiels (0,0-0,3 et 0,3-0,6). Les principaux éléments concernés étant l'arsenic, le plomb, le chrome, le cuivre et le mercure, et dans une moindre mesure, le cadmium. Les HCT, HAP, BTEX, COV et PCB sont très faiblement présents ou inexistantes sur l'ensemble de la zone. Le caractère stable des éléments traces métalliques dans les sols a également été démontré au cours de cette étude.

Etude réalisée en 2009 sur la future aire d'accueil des gens du voyage

Une quinzaine de sondages ont été réalisés sur le terrain de la future aire d'accueil des gens du voyage, à l'Est de la Ferme de Garenne.

Les mesures in-situ des gaz du sol (**hydrocarbures, benzène, xylène et toluène**) réalisées au droit de certains sondages ont montrés l'absence d'impact sur le milieu air du sol.

La profondeur des sondages était de 3 mètres. L'échantillonnage a distingué des sols superficiels entre 0 et 1 m et des sols profonds entre 1m et 3 m.

La qualité des sols échantillonnés a été évaluée grâce aux valeurs décrites dans les textes suivants :

- les valeurs issues de la note de la CIRE Ile de France du 03 juillet 2006 – « Proposition d'un référentiel pour le choix des Eléments Traces Métalliques présents dans les sols franciliens à prendre en compte lors d'une évaluation détaillée des risques santé » et/ou les valeurs couramment observées dans les sols de toute granulométrie (INRA-ASPITET 1997) ;

- les Concentrations Maximales Admissibles génériques (CMA-g) établies par la société HPC Envirotec à l'aide d'une EQRS (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique, pour des sites « multipolluants »¹ (sols superficiels) avec un scénario d'usage résidentiel ;
- les Concentrations Maximales Admissibles en décharge (CMA-D²) définies au sein de la Décision du Conseil de l'Union Européenne 2003/33/CE du 19 Décembre 2002 établissant les critères et les procédures d'admission des déchets (« inertes », « non dangereux », et « dangereux ») ainsi que dans l'Annexe II de l'Arrêté du 15 mars 2006 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations ;
- les valeurs guides définies au sein de la Charte stockage FNADE d'août 2004³ relative aux critères d'admission de terres en centre de stockage de déchets.

L'ensemble des valeurs de comparaison prises en compte, à l'exception des CMA-D de l'Arrêté du 15 mars 2006, ne sont pas des valeurs réglementaires et sont utilisées uniquement à titre indicatif.

La synthèse des concentrations significatives obtenues suite aux analyses figurent dans le tableau page suivante.

Les résultats obtenus montrent la présence en concentration importante des éléments suivants:

- Eléments Traces Métalliques : plomb, cadmium, chrome total, cuivre, mercure et zinc;
- Arochlor 1254 ;
- Benzo(a)pyrène ;
- Hydrocarbures Totaux C10-C40.

¹ CMA-g calculées selon des critères de risques sanitaires, en tenant compte de l'additivité des risques et conformément à la méthodologie définie dans les circulaires de février 2007 pour un mélange de substances caractéristiques, d'après le retour d'expérience de HPC Envirotec, rencontrées au droit de sites industriels « multipolluants ».

² Les critères précités demeurent des valeurs de comparaison (valeurs guides) et ne permettent pas d'associer directement aux sols un type d'exutoire spécifique en cas d'exportation hors du site. Cette association ne peut être effective qu'après acceptation officielle du centre de stockage concerné selon ses propres critères (pouvant diverger avec ceux précités) et validation préalable de cette acceptation par les représentants de l'Administration (Autorisation Préfectorale d'Exploiter...).

³ Valeurs de comparaison utilisées uniquement pour les Eléments Traces Métalliques analysés sur matériaux bruts, en l'absence de valeurs définies au sein de l'Arrêté du 15 mars 2006

		Pb	Cd	Cr	Cu	Hg	Zn	Arochlor 1254	Benzo(a) pyrène	HCT C ₁₀ -C ₄₀
Valeurs guides considérées (en mg/kg) selon la note CIRE		53.7	0.51	65.2	28	0.32	88			
Valeurs guides considérées (en mg/kg)								0.01	0.08	50
Localis	Sondage	Résultats analytiques (en mg/kg), campagne d'avril 2009								
Partie Ouest	S1 (0.0-1.0m)	120	8.9	77	150	1.2	470			
	S2 (0.0-1.0m)	66	1.1		42	0.8	180			
	S3 (0.0-1.0m)	160	13	100	20	1.3	630	5.0		
	S4 (0.0-1.0m)	130	9.8	67	170	1.3	600	2.7	0.2	520
	S5 (0.0-1.0m)	90	2.7		66	1.0	280	0.22		
Partie centrale	S6 (0.0-1.0m)		0.8			0.36	94	0.20		
	S7 (0.0-1.0m)	110	3.4		76	1.3	330	1.20		
	S8 (0.0-1.0m)	53	1.3		38	0.7	170	0.36		
	S9 (0.0-1.0m)		1.4		38	0.6	160	0.23		62
	S10 (0.0-1.0m)		0.5			0.5	110			
Partie Est	S11 (0.0-1.0m)	83	2.4		60	1	260	0.99		
	S12 (0.0-1.0m)		1.3		28	0.4	120	0.35		
	S13 (0.0-1.0m)	54	2.2		44	0.7	180	0.76		
	S14 (0.0-1.0m)	120	3		76	1.1	330	0.61	0.22	82
	S15 (0.0-1.0m)	65	2.4		52	0.9	230	0.90		
Partie Ouest	S16 (0.0-0.4m)	240	13	120	230	2.3	810		0.41	630
Partie centrale	S17 (0.0-0.4m)	130	3.2		84	1.4	360		0.25	93
Partie Est	S18 (0.0-0.4m)	160	5		110	1.7	470	0.16	0.23	110
		Résultats analytiques (en mg/kg), campagne d'août 2009								
Partie Ouest	S1 (0.0-0.4m)	220	5.4	71	140	2.1	600	0.66	0.57	180
	S3 (0.0-1.0m)	120	2.6		76	1.3	310	0.16	0.27	75
	C1 (0.0-0.4m)	180	3.7		110	1.9	460		0.66	82
Partie centrale	S7 (0.0-0.4m)	130	2.7		76	1.3	350	0.25	0.38	
	S8 (0.0-1.0m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C2 (0.0-0.4m)	180	3.4		110	2.1	460	0.4	0.54	79
Partie Est	S11 (0.0-1.0m)		0.6			0.38				
	S13 (0.0-0.4m)	110	2.4		79	1.2	350	0.3	0.21	
	C3 (0.0-0.4m)	150	2.9		91	1.5	490	0.50	0.34	290

Tableau 4 : Présentation des résultats significatifs des analyses des sols prélevés

Des tests de lixiviation et des analyses complémentaires ont été réalisés sur les éluas des échantillons de sols ayant présentés les plus fortes teneurs en Elément Traces Métalliques. Les résultats des analyses ont permis de mettre en évidence l'absence de dépassement des valeurs limites d'acceptabilité en centre de stockage de déchets inertes pour les paramètres considérés (Eléments Traces Métalliques, fraction soluble et Carbone Organique Total), avec une importante stabilité de ces paramètres, notamment des Eléments Traces Métalliques.

Etude réalisée en octobre 2009

Cette étude a été réalisée sur une zone située à l'Ouest de la cité de Fromainville et au Sud-Est du Pavillon d'Herblay. Les fouilles F1 à F5, effectués à la pelle mécanique, sont localisées sur le plan qui suit.

Cinq fouilles ont été réalisées avec des prélèvements systématiques pour chacune d'elles entre 0 et 0.8 m, 0.8 et 2m puis 2 et 3m. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence des traces de pollution sur le premier mètre des fouilles.

Les principaux polluants sont des métaux lourds, révélés par les tests sur la fraction solubilisée. Ils sont présents dans toutes les fouilles analysées. Ainsi, on retrouve de l'antimoine, du cuivre, du mercure et du nickel.

Des PCB ont également été reconnus sur deux fouilles, avec des valeurs supérieures à 1 mg/kg de MS.

L'étude concluait que si sur les parcelles analysées, des terres devaient être évacuées, elles seraient évacuées vers une Installation de Stockage de Déchets adaptée à la qualité des sols.

Les résultats d'analyses sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	F1 de 0.00 à 0.80 m	F1 de 0.80 à 2.00 m	F1 de 2.00 à 3.00 m	F2 de 0.00 à 0.80 m	F2 de 0.80 à 2.00 m	F2 de 2.00 à 3.00 m	F3 de 0.00 à 0.80 m	F3 de 0.80 à 2.00 m	F3 de 2.00 à 3.00 m	F4 de 0.00 à 0.80 m	F4 de 0.80 à 2.00 m	F4 de 2.00 à 3.00 m	F5 de 0.00 à 0.80 m	F5 de 0.80 à 2.00 m	F5 de 2.00 à 3.00 m	Arrêté du 15/03/06	Valeurs Guide Charte FNADE seuils limites déchets inertes
Données en mg / kg de Matière Sèche																	
Analyses sur brut																	
Chrome total	<5	<5	<5	8	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	10	<5	<5		65
Nickel	<10	<10	<10	35	<10	<10	25	<10	<10	20	<10	<10	58	<10	<10		70
Cuivre	24	26	6	230	15	13	130	<5	<5	110	26	<5	280	10	8		400
Zinc	<50	<50	<50	160	<50	<50	110	<50	<50	90	<50	<50	330	<50	<50		400
Arsenic	6	5	6	9	7	12	10	<3	4	<3	3	7	11	6	9		10
Sélénium	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Molybdène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Cadmium	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	3.3	<1.5	<1.5		2
Antimoine	<5	<5	<5	11	<5	5	7	<5	<5	<5	<5	<5	10	<5	<5		
Baryum	6	<5	<5	11	5	6	12	10	6	10	<5	<5	20	<5	7		
Mercure	<0.5	<0.5	<0.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<0.5	<0.5	<1.5	<0.5	<0.5	<1.5	<0.5	<0.5		1
Plomb	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10		85
Benzène	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		0.5
Somme des CAV	<LQ	<LQ	<LQ	0.2	<LQ	<LQ	0.4	<LQ									
HCT	27	<20	<10	560	17	13	970	25	<10	340	15	<20	3300	<10	<20		500
Benzo(a)pyrène	<0.03	0.01	<0.01	0.75	0.01	0.03	1.1	0.04	0.01	0.20	0.01	<0.01	2.4	<0.01	<0.01		1
Naphtalène	<0.03	<0.01	<0.01	<0.07	<0.01	<0.01	<0.06	<0.01	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.50	<0.01	<0.01		3
Somme des HAP	0.04	0.09	<LQ	7.7	0.09	0.33	12	0.40	0.12	2.3	0.12	0.03	27	<LQ	<LQ		20
Somme des PCB	0.06	0.03	<LQ	0.53	<LQ	<LQ	1.6	0.03	<LQ	0.44	0.03	<LQ	4.2	<LQ	<LQ		1
Analyses sur fraction solubilisée																	
Antimoine	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	<0.05	<0.05	0.06	
Arsenic	0.06	0.05	0.06	0.09	0.07	0.12	0.1	<0.03	0.04	<0.03	0.03	0.07	0.11	0.06	0.09	0.5	
Baryum	0.06	<0.05	<0.05	0.11	0.05	0.06	0.12	0.1	0.06	0.1	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.07	20	
Plomb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.13	<0.1	<0.1	0.5	
Cadmium	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.033	<0.015	<0.015	0.04	
Chrome	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	<0.05	<0.05	0.5	
Cuivre	0.24	0.26	0.06	2.3	0.12	0.13	1.3	<0.05	<0.05	1.1	0.26	<0.05	2.8	0.1	0.08	2	
Molybdène	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	
Nickel	<0.1	<0.1	<0.1	0.35	<0.1	<0.1	0.25	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.58	<0.1	<0.1	0.4	
Sélénium	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
Zinc	<0.5	<0.5	<0.5	1.6	<0.5	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	3.3	<0.5	<0.5	4	
Mercure	<0.005	<0.005	<0.005	<0.015	<0.005	<0.005	<0.015	<0.005	<0.005	<0.015	<0.005	<0.005	<0.015	<0.005	<0.005	0.01	
Fraction soluble	1100	1000	1300	1500	1100	1200	1800	1700	1400	960	1300	1400	2900	560	1200	4000	
Fluorures	0.8	2.3	1.9	2.3	2	3	2.8	4.5	3	2.4	3.3	3.3	1.9	2.5	3.6	10	
Carbone Organique Total	38	33	18	150	25	35	150	32	20	84	46	20	200	28	29	500	
Indice phénol	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1	

Tableau 5 : Résultats d'analyse de l'étude d'octobre 2009

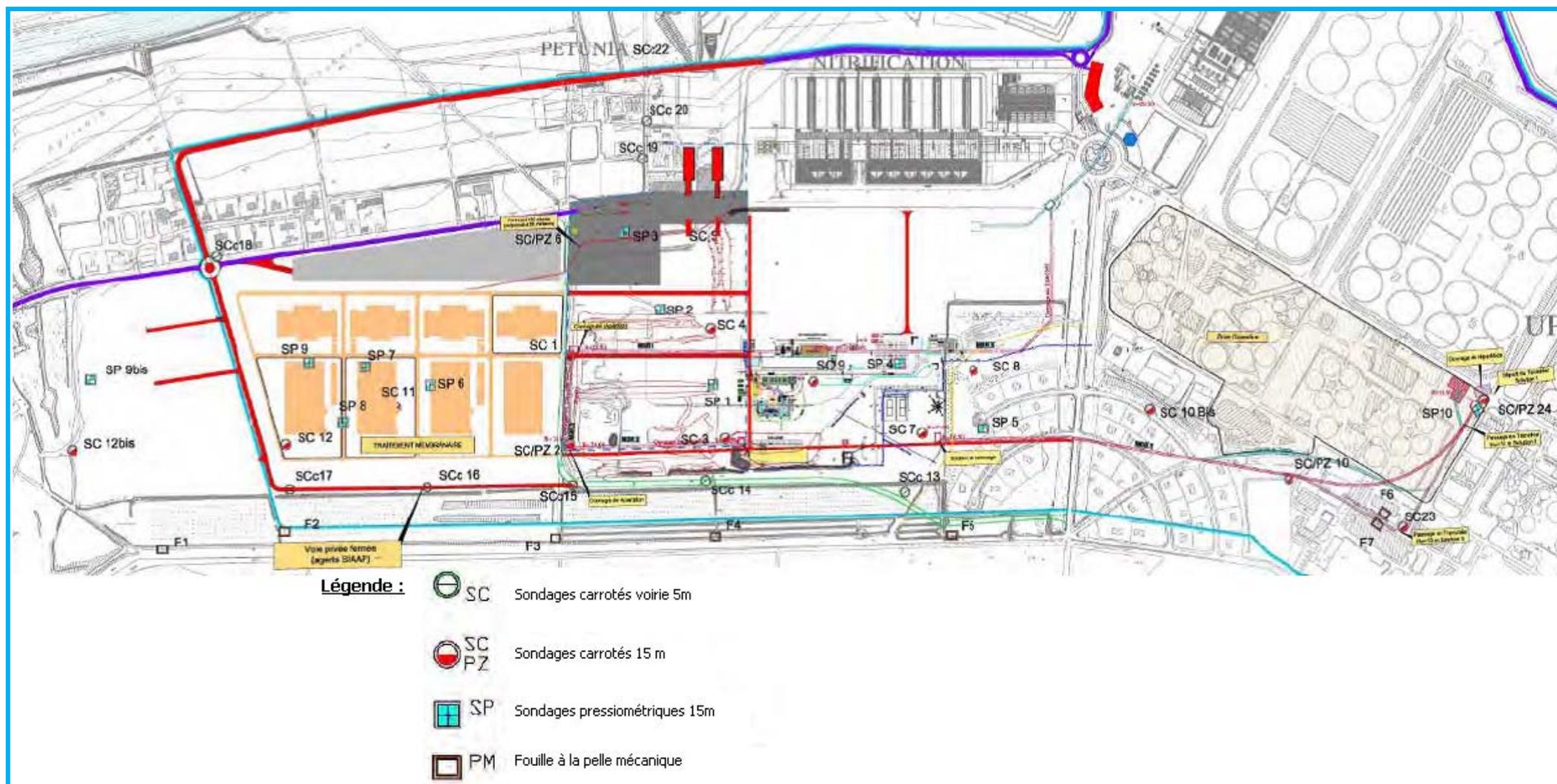


Figure 6 : Plan de localisation des sondages effectués pour la campagne d'octobre 2009

Etude réalisée en octobre 2010

Cette étude a été réalisée sur la zone du futur traitement membranaire, une zone située à l'Ouest de la cité de Fromainville et au Sud-Est du Pavillon d'Herblay. Dix (10) fouilles, F8 à F17, effectuées à la pelle mécanique jusqu'à 3 m de profondeur, sont notamment localisées sur le plan qui suit.

Deux à trois prélèvements systématiques pour chacune des fouilles ont été réalisés.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence la présence de terrains superficiels noirâtres jusqu'au *premier mètre* des fouilles, caractéristiques de l'épandage d'eaux usées brutes (présence de HCT, PCB, HAP et anomalie en métaux). Les analyses sur lixiviat confirment que les terrains ne sont pas inertes (léger dépassement en Antimoine, Cuivre et Nickel). **Cette couche a été en totalité décapée pour les besoins des fouilles archéologiques et stockées sur site hors emprise File biologique.**

- Des terrains situés au-delà de 1 mètre de profondeur, présentant des traces en métaux lourds, d'hydrocarbures, de PCB, de HAP, de CAV à des concentrations inférieures au seuil de l'arrêté du 15/03/2006. **Ces terres excavées dans le cadre du chantier File Biologique ont fait l'objet d'un diagnostic complémentaire en 2013.**

Une zone correspondant à une ancienne décharge au droit des fouilles F8, F13 et F17 jusqu'à moins 3 mètres de profondeur. Les terres sont impactées aux métaux, HCT, PCB, HAP et CAV. Les concentrations dépassent les seuils de l'arrêté du 15/03/2006 et augmentent avec la profondeur au droit de F13 et F17. **Cette zone ne sera pas impactée par les travaux de la refonte de la File biologique.**

Les résultats d'analyses sont synthétisés dans les tableaux ci-après :

Désignation d'échantillon	F8 (0-0.9)	F9 (0-1)	F10 (0-0.5)	F11 (0-0.8)	F12 (0-1)	F13 (0-1)	F14 (0-0.5)	F15 (0-0.8)	F16 (0-0.9)	F17 (0-0.8)
Fluorures (F)	3,9	5,8	7	7,5	4,3	5,5	6,6	5,2	3,9	4
Antimoine (Sb)	0,12	0,08	0,09	0,12	0,11	0,14	0,12	0,14	0,12	0,17
Arsenic (As)	0,03	0,17	0,2	0,18	0,11	0,07	0,17	0,17	0,08	0,05
Baryum (Ba)	0,36	0,12	0,12	0,12	0,13	0,24	0,2	0,2	0,2	0,27
Plomb (Pb)	<0,1	<0,1	0,13	0,16	0,11	0,15	0,32	0,3	0,13	<0,1
Cadmium (Cd)	<0,015	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,02	0,015	0,022	0,017	<0,015
Chrome (Cr)	<0,05	0,09	<0,15	0,08	0,07	0,12	0,15	0,19	0,07	<0,05
Cuivre (Cu)	1,1	2,4	2,4	2,1	1,8	1,9	3,2	3,5	1,6	1,4
Molybdène (Mo)	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	0,3	0,34	0,31	0,28	0,42	0,29	0,43	0,55	0,36	0,19
Sélénium (Se)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc (Zn)	1,9	1,4	1,3	1	1	1,2	1,8	2	1,6	1,3
Mercure (Hg)	<0,001	0,003	0,006	0,006	0,002	0,003	0,006	0,005	0,002	<0,002
Phénol (indice) sans distillation	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	<0,2	<0,2
Carbone organique total (COT)	220	120	160	260	120	130	200	300	130	170
Fraction soluble	2 400	<1 300	<1 600	<1 600	<1 300	<1 300	<1 600	<1 600	1 400	1 800
Sulfates (SO4)	540	<100	<100	<100	<100	130	<100	<100	120	580
Chlorures (Cl)	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	concentration supérieure à l'arrêté du 15/03/2006									

Désignation d'échantillon	F8 (0-0.9)	F8 (0.9-1.4)	F8 (1.5-3)	F9 (0-1)	F9 (1-3)	F10 (0-0.5)	F10 (0.5-1.7)	F10 (1.7-3)	F11 (0-0.8)	F11 (0.8-1.1)	F11 (1.1-3)	F12 (0-1)	F12 (1-3)	F13 (0-1)	F13 (1-2)	F13 (2-3)	F14 (0-0.5)	F14 (0.5-1.6)	F14 (1.6-3)	F15 (0-0.8)	F15 (0.8-1.8)	F15 (1.8-3)	F16 (0-0.9)	F16 (0.9-3)	F17 (0-0.8)	F17 (0.8-2)	F17 (2-3)
Métaux																											
Chrome (Cr) total	78	110	6	190	7	170	18	7	100	18	13	160	11	450	370	300	220	23	10	290	18	6	180	9	200	200	240
Nickel (Ni)	26	39	4	41	6	27	8	6	20	10	8	33	5	63	92	67	36	8	9	44	8	6	34	5	38	41	69
Cuivre (Cu)	180	330	6	350	6	320	30	6	230	31	21	270	18	670	900	550	450	56	15	510	32	11	350	14	380	420	560
Zinc (Zn)	760	1 100	37	1 400	29	1 500	160	29	940	150	110	990	59	2 200	3 100	1 900	1 800	220	81	1 900	140	65	970	47	1 400	1 600	1 700
Arsenic (As)	12	13	3	21	3	17	7	4	11	8	6	12	2	19	29	19	18	9	6	14	6	5	13	4	15	14	16
Sélénium (Se)	<5			<5		<5			<5			<5		<5			<5			<5			<5		<5		
Molybdène (Mo)	<10			<10		<10			<10			<10		<10			<10			<10			<10		<10		
Cadmium (Cd)	9.3	17	<0.5	20	0.5	18	1.3	<0.5	9.2	1.1	0.7	17	0.8	48	52	35	18	1.5	<0.5	29	1.2	<0.5	19	0.6	19	22	42
Antimoine (Sb)	<10			<10		<10			<10			<10		<10			<10			<10			<10		<10		
Baryum (Ba)	330			700		660			440			480		1 000			1 100			980			470		710		
Mercure (Hg)	2.5	3.7	<0.1	6.4	0.3	6.3	0.6	<0.1	4.6	0.7	0.5	4.9	0.3	7.8	5.6	5.8	10	1.2	0.2	11	0.7	0.2	5.2	0.2	7.8	6.8	7.8
Plomb (Pb)	300	750	<10	560	<10	500	36	<10	360	40	27	450	21	850	700	580	830	73	11	810	37	<10	450	15	690	650	530

En jaune : les valeurs dépassant les concentrations du fond pédogéochimique

Tableaux 6 : Résultats des analyses pour les métaux sur lixiviats et sur brut (mg/kg MS)

Désignation d'échantillon	F8 (0-0.9)	F8 (0.9-1.4)	F8 (1.5-3)	F9 (0-1)	F9 (1-3)	F10 (0-0.5)	F10 (0.5-1.7)	F10 (1.7-3)	F11 (0-0.8)	F11 (0.8-1.1)	F11 (1.1-3)	F12 (0-1)	F12 (1-3)	F13 (0-1)	F13 (1-2)	F13 (2-3)	F14 (0-0.5)	F14 (0.5-1.6)	F14 (1.6-3)	F15 (0-0.8)	F15 (0.8-1.8)	F15 (1.8-3)	F16 (0-0.9)	F16 (0.9-3)	F17 (0-0.8)	F17 (0.8-2)	F17 (2-3)	
Matière sèche %	83,5	78,2	94,5	93,9	97	93,6	95,8	95,8	95,1	96,3	97	94,6	94,8	77,2	69,8	64,4	91,7	96,2	91,9	89,6	95,9	96,9	88	92,4	81,7	69,5	68,9	
Chlorure de vinyle	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1-Dichloroéthylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dichlorométhane	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
trans-1,2-Dichloroéthylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1-Dichloroéthane	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
cis-1,2-Dichloroéthylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Trichlorométhane	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1,1-Trichloroéthane	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tétrachlorométhane	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Trichloroéthylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tétrachloroéthylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Somme des COHV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	110	2 400	<10	120	54	620	<20	<10	470	<20	<20	560	23	1 000	5 400	9 800	800	89	<20	1 200	79	<10	880	<20	1 500	3 600	10 000	
Hydrocarbures > C10-C12	<10	<20	<10	<10	<10	<40	<20	<10	<20	<20	<20	<20	<10	<20	<100	300	<20	<20	<20	<20	<20	<10	<50	<20	<50	85	440	
Hydrocarbures > C12-C16	<10	69	<10	<10	<10	<40	<20	<10	<20	<20	<20	<20	<10	<20	360	950	<20	<20	<20	<20	<20	<10	<50	<20	<50	290	1 100	
Hydrocarbures > C16-C21	<10	350	<10	<10	<10	<40	<20	<10	27	<20	<20	36	<10	89	860	1 700	46	<20	<20	81	<20	<10	74	<20	120	620	1 600	
Hydrocarbures > C21-C35	63	1 700	<10	67	28	500	<20	<10	390	<20	<20	400	<10	730	3 400	5 700	670	71	<20	1 000	63	<10	650	<20	990	2 200	6 000	
Hydrocarbures > C35-C40	19	200	<10	21	<10	58	<20	<10	48	<20	<20	70	<10	110	490	760	82	<20	<20	120	<20	<10	110	<20	150	290	870	
Benzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Toluène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,109	<0,1	<0,1	0,223	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,367	0,576	2,76
Ethylbenzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,122	0,576	1,16	
m-, p-Xylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,43	0,621	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,49	1,44	3,19
o-Xylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,311	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,288	0,581
Cumène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,466	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,122	0,576	1,89
Mésitylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,311	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,288	0,871
o-Ethyltoluène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,311	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,288	0,726
Pseudocumène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,43	1,09	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,245	1,01	3,05
Somme des CAV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0,86	3,11	0,109	+	+	0,223	+	+	+	+	+	1,35	5,04	14,2
PCB n° 28	<0,03	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03	<0,05	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,03	1,09	1,86	<0,03	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	0,475	1,74
PCB n° 52	<0,03	0,205	<0,01	<0,03	<0,03	<0,05	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	0,13	<0,01	0,207	1,15	1,49	<0,03	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	0,239	<0,01	0,098	0,345	1,19	
PCB n° 101	0,251	0,499	<0,01	0,06	0,1	<0,17	<0,01	<0,01	<0,11	<0,01	<0,01	0,28	0,011	0,557	1,07	1,24	<0,18	<0,03	<0,01	<0,41	<0,04	<0,01	0,511	<0,01	0,294	0,432	1,25	
PCB n° 118	0,06	0,23	<0,01	<0,03	<0,03	0,053	<0,01	<0,01	0,032	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	0,181	0,63	0,761	0,065	<0,01	<0,01	0,156	<0,01	<0,01	0,17	<0,01	0,098	0,216	0,682	
PCB n° 138	0,731	0,588	<0,01	0,18	0,2	0,427	<0,01	<0,01	0,21	<0,01	<0,01	0,31	0,011	0,583	1,15	1,46	0,294	0,0312	<0,01	0,625	0,0417	<0,01	0,489	<0,01	0,343	0,46	1,36	
PCB n° 153	0,874	0,46	<0,01	0,23	0,2	0,374	<0,01	<0,01	0,168	<0,01	<0,01	0,26	0,011	0,453	1	1,15	0,24	0,0208	<0,01	0,536	0,0313	<0,01	0,443	<0,01	0,269	0,403	1,25	
PCB n° 180	0,91	0,23	<0,01	0,26	0,2	0,192	<0,01	<0,01	0,084	<0,01	<0,01	0,16	<0,01	0,246	0,75	0,932	0,12	0,0104	<0,01	0,301	0,0209	<0,01	0,261	<0,01	0,122	0,288	1,03	
Somme des 7 PCB	2,83	2,21	+	0,74	0,6	1,05	+	+	0,494	+	+	1,24	0,032	2,23	6,83	8,9	0,72	0,0624	+	1,62	0,0938	+	2,11	+	1,22	2,62	8,51	
Naphtalène	<0,25	5,1	<0,03	<0,25	<0,25	<0,50	<0,01	<0,01	<0,25	<0,01	<0,01	0,05	<0,03	<0,25	<0,58	1,7	<0,25	<0,05	<0,01	<0,								

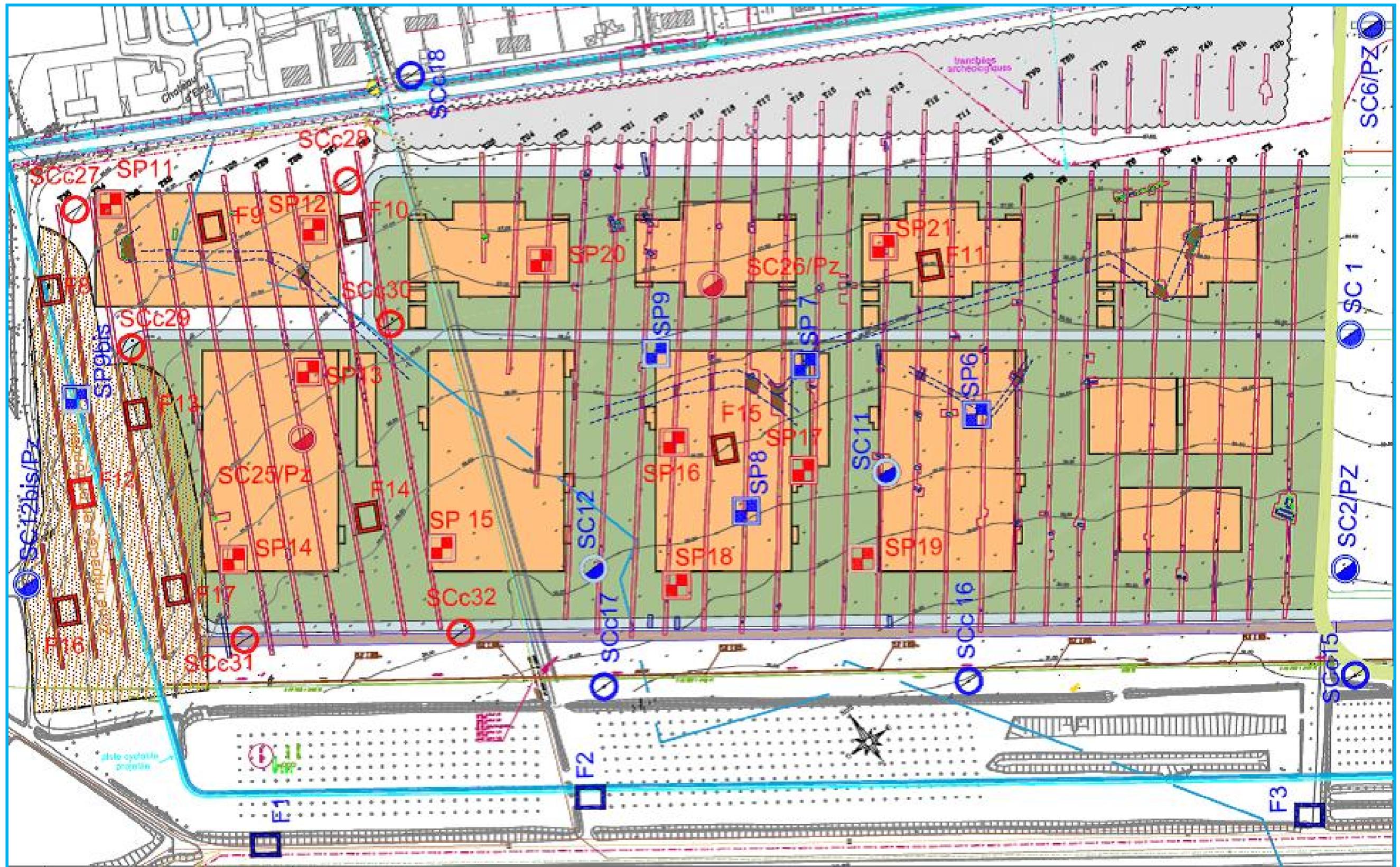


Figure 7 : Plan d'implantation des sondages

Etude réalisée en avril 2012

L'étude a été menée sur trois zones (à 25 mNGF avant les fouilles archéologiques) afin de définir la qualité de la couche de sols superficielle localisée entre 0 et 0,6 m de profondeur, puis de 0,6 à 2 m de profondeur, couche ayant fait l'objet de travaux de fouille

La couche superficielle (terre végétale) avait été décapée antérieurement au diagnostic et stockée sur le site.

Les trois zones ayant fait l'objet du diagnostic HPC 2012 sont :

- Une zone, dite 3A, située en face du Pavillon d'Herblay, le long de la route Centrale, d'une superficie de 6700 m². Sur cette zone doit être implantée le futur Campus de Seine Aval ;
- Une zone située juste au sud de la zone 3A, de 19 000 m², la zone 2A. sur cette zone doit être implantée le futur Campus ;
- Une zone située au nord-ouest de la cité de Fromainville, la zone 3Cbis, de 45 000 m². Sur cette zone sera implanté le futur bâtiment annexe du complément de biofiltration.

Les terres excavées ont été stockées sur le site, à l'ouest de la parcelle.

Ces zones sont représentées sur la Figure 8.

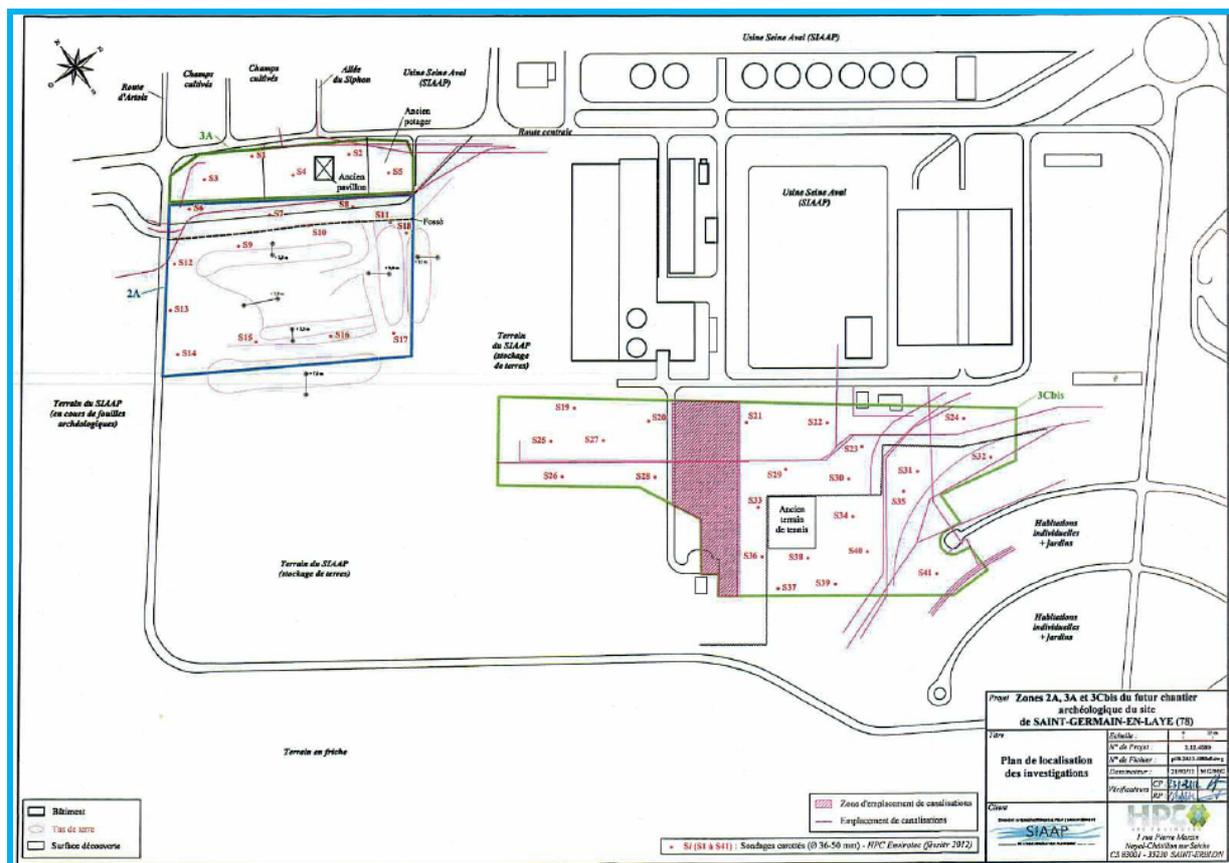


Figure 8 : Implantation des sondages liés aux fouilles archéologiques effectuées en février 2012

Quarante et un (41) sondages ont été effectués afin de prélever des échantillons de sols jusqu'à une profondeur de 2 m, sur un maillage systématique aléatoire de 2000 m², à l'aide d'un carottier thermique portatif de type « Wacker » équipé de gouges de 50 mm de diamètre.

Les résultats d'analyse des échantillons prélevés ont permis de préciser la nature des sols :

- Entre 0 et 0,6 m de profondeur environ, le sol est caractérisé par des limons sablo-graveleux (marron-beige) ;
- Entre 0,6 et 2 m de profondeur (arrêt des sondages), le sol est caractérisé par des sables graveleux (beige) et des silex.

Aucun constat organoleptique suspect n'a été mis en évidence.

Les résultats d'analyse ont été comparés aux valeurs données par l'INRA-ASPITET, 1997 ou celles issues de la CIRE Ile-de-France du 03 juillet 2006 – « Proposition d'un référentiel pour le choix des Eléments Traces Métalliques présents dans les sols franciliens à prendre en compte lors d'une évaluation détaillée des risques santé ».

Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous et mettent en évidence la présence généralisée de teneurs notables et significatives *en certains ETM* pour les échantillons de la première couche de sol (0 – 0,6m), les teneurs maxi ayant été observés dans la zone 3Cbis:

Zone	Eléments Traces Métalliques	Sondages concernés		Teneurs mesurées significatives min et max (mg/kg)	Valeurs guides considérées (mg/kg)
		0,0 - 0,6 m	0,6 - 2,0 m		
3A	Cd	S1 à S5	-	0,8 - 1,8	0,45 ^(a) / 0,51 ^(b)
	Cu			61 - 91	20 ^(a) / 28 ^(b)
	Pb			110 - 170	50 ^(a) / 53,7 ^(b)
	Hg			1,2 - 2,2	0,1 ^(a) / 0,32 ^(b)
	Zn			260 - 350	100 ^(a) / 88 ^(b)
2A	Cd	S6 à S17	S6, S8, S11, S17	0,6 - 7,5	0,45 ^(a) / 0,51 ^(b)
	Cr total	S6, S8, S9, S11, S12	-	70 - 120	90 ^(a) / 65,2 ^(b)
	Cu	S6 à S16		41 - 260	20 ^(a) / 28 ^(b)
	Pb			62 - 440	50 ^(a) / 53,7 ^(b)
	Hg	S6 à S16 et S18	S8, S9, S11, S14, S17	0,36 - 3,6	0,1 ^(a) / 0,32 ^(b)
	Zn		S6, S8, S9, S11, S16, S17, S18	93 - 1000	100 ^(a) / 88 ^(b)
3Cbis	Cd	S21, S31, S41	S19, S26, S38	0,6 - 11	0,45 ^(a) / 0,51 ^(b)
	Cr total	S31, S34, S39, S40	-	78 - 150	90 ^(a) / 65,2 ^(b)
	Cu	S21, S31, S34, S41		41 - 320	20 ^(a) / 28 ^(b)
	Pb			71 - 500	50 ^(a) / 53,7 ^(b)
	Hg	S31, S34 à S36, S38 à S41	S33	0,74 - 5,8	0,1 ^(a) / 0,32 ^(b)
	Zn	S21, S24, S25, S31 à S41	S19, S21, S26, S37	98 - 1100	100 / 88

(a) : Borne supérieure de la « Gamme de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » de toutes granulométries » - INRA – ASPITET, 1997

(b) : Valeurs issues de la note CIRE IdF du 03 juillet 2006 – « Proposition d'un référentiel pour le choix des Eléments Traces Métalliques présents dans les sols franciliens à prendre en compte lors d'une évaluation détaillée des risques santé ».

Tableau 8 : Résultats significatifs des analyses des échantillons prélevés en février 2012 par HPC Envirotec.

Les résultats analytiques ont également permis de mettre en évidence :

- Des teneurs notables en HAP : teneurs maximales mesurées entre 0,0 et 0,6 m de profondeur en partie Nord-Est de la zone 2A (sondage S9 : Σ HAP(16) = 12 mg/kg) ;
- Des teneurs notables en PolyChloroBiphényles (mélange Arochlor) : teneurs maximales mesurées entre 0,0 et 0,6 m de profondeur en partie Nord-Est de la zone 2A (sondage S19 : 1,09 mg/kg) et en partie Sud-Est de la zone 3Cbis (sondage S37 : 1,185 mg/kg) ;
- Des teneurs notables en hydrocarbures C₁₀ – C₄₀ : teneurs maximales mesurées entre 0,0 et 0,6 m de profondeur en partie Sud-Est de la zone 3Cbis (sondage S31 : 260 mg/kg) ;
- Des teneurs en les autres substances analysées (BTEX et autres ETM) faibles voire inférieures aux seuils de quantification analytiques du laboratoire pour l'ensemble des échantillons analysés.

Les résultats d'analyse ont aussi été comparés aux valeurs seuils définies dans l'arrêté du 28 octobre 2010 et la Décision du Conseil de l'Union Européenne du 19 décembre 2002, définissant les critères d'admissibilité des sols pollués dans les installations de stockage de déchets inertes (ISDI).

Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Zone	Sondages concernés	Profondeur	Paramètres	Teneurs relevées ^(a) (mg/kg)	Valeurs de référence (mg/kg)	Sondage corrélé
ELUAT						
3Cbis	S21	0,0 - 0,6	Antimoine (Sb) ^(b)	0,063	0,06	-
	S31		Plomb (Pb) ^(b)	0,58	0,5	S32, S35
	S37		Antimoine (Sb) ^(b)	0,096	0,06	S34, S38, S39
	S40			0,063		
	S41			0,085		

(a) : dépassement des valeurs limites pour l'admission des déchets inertes en ISDI – Arrêté Préfectoral du 28 octobre 2010 (annexe II) et Décision du Conseil de l'Union Européenne 2003/33/CE du 19 décembre 2002.

(b) : les valeurs limites définies mentionnées dans l'arrêté du 28 octobre 2010 peuvent être adaptées par Arrêté Préfectoral, dans la limite d'un facteur 3, pour la lixiviation, à l'exception du COT.

Tableau 9 : Dépassements des critères d'admissibilité en ISDI

Les résultats des analyses sur éluats mettent en évidence des dépassements des critères d'admissibilité en ISDI, vis-à-vis du Plomb et de l'Antimoine, uniquement au droit de la zone 3Cbis, au sein des remblais répartis en partie Sud-Est de celle-ci, et jusqu'à une profondeur maximale de 0,6 m.

Compte tenu des besoins futurs en remblai sur le chantier de refonte de la File biologique, tous les matériaux seront stockés sur le site.

Etude réalisée en aout 2013

Dans le cadre des travaux de terrassement sur le chantier Refonte File Biologique et compte tenu des résultats des derniers diagnostics de sols, plusieurs sondages ont été entrepris sur le chantier de la future File Biologique.

Cette campagne de sondages a été réalisée en 2013 dans la zone de la future unité de traitement membranaire (hors zone de l'ancienne décharge dans la limite Ouest de la zone), après décapage de la première couche de sol. Ces terres excavées sont à ce jour stockées à l'intérieur du site dans la parcelle à l'Ouest et dans une zone clôturée.

L'objectif des analyses menées par Sol Environnement en 2013 était de vérifier l'absence d'impact lié au stockage des terres excavées sur site, et donc de vérifier leur caractère inerte au sens de l'arrêté du 28 octobre 2010.

Sol Environnement a réalisé une première campagne de 20 sondages avec prise d'échantillon jusqu'à 3 mètres de profondeur, puis une deuxième campagne de 4 sondages réalisés entre 0 et 1m (3 sondages) et à 2m (1 sondage) de profondeur à la pelle mécanique. Les résultats d'analyses sont présentés ci-après.

Paramètres	Unités	Seuils réglementaires AM du 28/10/2010			S2-a	S2-c	S3-a	S4-a	S5-b	S6-a	S8-a	S11-b	S13-a	S16-a	S17-a	S17-b	S18-a	S19-a	S20-b
		CET K3	CET K2	CET K1															
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.				26,1	32,5	37,8	46,6	36,6	34,8	29,3	24,7	65	57,9	47,6	56,6	1,5	47,8	48,4
Volume	ml				240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Masse	g				24,2	24	24,4	24,2	24,1	23,7	24,3	24,4	23,7	24	23,6	24,4	23,7	23,8	24
pH (Potentiel d'Hydrogène)					8,3	9,3	9,3	8,7	8,8	9	8,1	8,4	8	8,8	8,4	8,7	7,8	8,6	8,6
Température de mesure du pH	°C				20	20	19	19	19	19	19	19	19	19	20	19	19	19	19
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm				71	62	64	73	60	62	82	89	30	74	59	67	50	58	69
Température de mesure de la conductivité	°C				19,9	20	19,6	19,3	19,5	19,3	19,1	19,4	19,5	19,8	19,4	19	19,6	19,5	
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	4000	60000	100 000	11300	6360	9330	4250	4640	8010	6080	9330	3220	5790	4680	4550	2780	9780	8830
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS				1,1	0,6	0,9	0,4	0,5	0,8	0,6	0,9	0,3	0,6	0,5	0,5	0,3	1	0,9
Carbone Organique par oxydation (COT)	mg/kg MS	500	600	1 000	170	56	79	91	<50	150	51	190	120	60	79	<50	64	110	140
Chlorures	mg/kg MS	800	15000	25 000	156	27,6	53,4	34,6	28,9	65,8	65,3	97,7	57	26,5	60	<10,0	31,4	129	104
Fluorures	mg/kg MS	10	150	500	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,07	5,8	6,36	<5,07	<5,01	<5,09	<5,00	<5,07	<5,05	<5,02
Sulfate	mg/kg MS	1000	20000	50 000	840	79,5	215	117	93	366	349	634	291	<50,1	270	<49,2	163	566	559
Indice phénol (calcul mg/kg)	mg/kg MS	1			<0,50	<0,50	<0,49	<0,50	<0,50	<0,51	<0,50	<0,50	<0,51	<0,50	<0,51	<0,49	<0,51	<0,51	<0,50
Arsenic	mg/kg MS	0,5	2	25	<0,20	<0,20	<0,20	0,32	<0,20	0,27	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,26	<0,20	<0,20	0,37	0,4
Baryum	mg/kg MS	20	100	300	1,35	0,12	0,33	0,28	<0,10	0,55	0,61	0,82	0,51	0,13	0,38	<0,10	0,4	0,92	0,8
Chrome	mg/kg MS	0,5	10	70	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cuivre	mg/kg MS	2	5	100	1,32	<0,20	<0,20	0,26	<0,20	0,31	0,47	<0,20	0,75	0,24	0,5	<0,20	0,89	1,59	0,89
Molybdène	mg/kg MS	0,5	10	30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nickel	mg/kg MS	0,4	10	40	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Plomb	mg/kg MS	0,5	10	50	0,28	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	0,45	0,21	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,28	<0,10
Zinc	mg/kg MS	4	50	200	6,86	0,25	1,63	2,45	<0,20	2,89	2,77	0,72	1,35	0,74	2,64	<0,20	16,5	8,3	3,85
Mercurure	mg/kg MS	0,01	0,2	2	0,022	0,003	0,009	0,007	<0,001	0,01	0,006	0,002	0,016	0,005	0,009	<0,001	0,006	0,02	0,012
Antimoine	mg/kg MS	0,06	0,7	5	0,029	0,009	0,016	0,031	0,012	0,025	0,049	0,018	0,03	0,014	0,04	<0,005	0,018	0,024	0,037
Cadmium	mg/kg MS	0,04	1	5	0,031	<0,002	0,002	0,002	<0,002	0,003	0,007	0,002	0,004	<0,002	0,003	<0,002	0,014	0,016	0,005
Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0,1	0,5	7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,018	<0,01	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	0,026

Tableau 10 : Résultats des premières analyses de sols réalisées en aout 2013

Les résultats montraient un volume de terres d'environ 500 m3 devant être évacué en ISDNI.

Les 4 sondages complémentaires ont été réalisés au droit des sondages déjà repérés lors de la première campagne. Ils sont indiqués dans le tableau ci-dessous

Sondage	X	Y	Z	Référence échantillons		
				0-1m	1-2m	2-3m
P3	6876059	6876059	19,688	P3		
P6	637725,347	6875924,82	21,701	P6		
P13	637569,579	6875904,64	23,53	P13		
P20	637453,395	6875902,35	21,578		P20	

Tableau 11 : Cordonnées des sondages (LAMBERT 93)

Méthodes	Paramètres	Unités	P2	P13	P6	P20
Matière sèche	Matière sèche	% P.B.	93,4	93,2	92,4	93,3
Refus Pondéral à 2 mm	Refus pondéral à 2 mm	% P.B.	54	27,8	64,1	57,1
Séchage à 40°C	Préparation physico-chimique (séchage à 40°C)		-	-	-	-
Cyanures totaux	Cyanures totaux	mg/kg MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Carbone organique total (COT) par combustion sèche	Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg MS	3020	1440	2910	1490
Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant après p		-	-	-	-
Arsenic (As)	Arsenic	mg/kg MS	6,78	9,42	17,9	9,01
Cadmium (Cd)	Cadmium	mg/kg MS	1,16	<0.40	<0.40	<0.40
Chrome (Cr)	Chrome	mg/kg MS	14,5	9,67	20,3	9,8
Cuivre (Cu)	Cuivre	mg/kg MS	22,9	22,8	41,5	23,6
Nickel (Ni)	Nickel	mg/kg MS	9,55	12,1	22,5	11,3
Plomb (Pb)	Plomb	mg/kg MS	9,76	6,18	12,2	5,29
Zinc (Zn)	Zinc	mg/kg MS	120	125	204	145
Mercuré (Hg)	Mercuré	mg/kg MS	0,76	0,54	1,34	0,2
Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	<15.0	<15.0	<15.0	<15.0
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00
	HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00
	HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	Naphtalène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Acénaphthylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Acénaphthène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Fluorène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Phénanthrène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Anthracène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Fluoranthène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Pyrène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Valeurs supérieures aux seuils FNADE

S.I.A.A.P. – Refonte de Seine aval - Etude d'impact de l'ensemble du programme

	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Chrysène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Somme des HAP	mg/kg MS	<0.800	<0.800	<0.800	<0.800
PCB congénères réglementaires (7 composés)	PCB 28	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 52	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 101	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 118	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 138	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 153	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	PCB 180	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	SOMME PCB (7)	mg/kg MS	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
BTEX par Head Space/GC/MS sur brut	Benzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Toluène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Ethylbenzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	m+p-Xylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	o-Xylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Somme des BTEX	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Lixiviation 1x24 heures	Lixiviation 1x24 heures		-	-	-	-
	Refus pondéral à 4 mm	% P.B.	41,6	37,3	46,4	68,5
Lixi : Pesée échantillon lixiviation	Volum	ml	240	240	240	240
	Masse	g	23,7	24,2	24,3	24,2
Mesure du pH Lixi	pH (Potentiel d'Hydrogène)		8,5	7,9	8,2	8,5
	Température de mesure du pH	°C	19	19	19	19

Conductivité lixi	Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	103	73	96	100
	Température de mesure de la conductivité	°C	18,9	19,2	18,9	18,6
Résidu sec à 105°C (Fraction soluble)	Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	<2000	3270	3860	<2000
	Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	<0.2	0,3	0,4	<0.2
Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	Carbone Organique par oxydation (COT)	mg/kg MS	67	62	53	<50
Chlorure sur éluat	Chlorures	mg/kg MS	25,7	53,6	54,4	23
Fluorure sur éluat	Fluorures	mg/kg MS	<5.06	5,26	<5.00	<5.00
Sulfate sur éluat	Sulfate	mg/kg MS	103	222	278	128
Indice phénol (Eluat)	Indice phénol (calcul mg/kg)	mg/kg MS	<0.51	<0.50	<0.49	<0.50
Arsenic (As) ICP/AES Eluat	Arsenic	mg/kg MS	<0.20	<0.20	<0.20	0,24
Baryum (Ba) ICP/AES Eluat	Baryum	mg/kg MS	0,21	0,23	0,34	0,23
Chrome (Cr) ICP/AES Eluat	Chrome	mg/kg MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Cuivre (Cu) ICP/AES Eluat	Cuivre	mg/kg MS	0,22	0,32	0,36	0,27
Molybdène (Mo) ICP/AES Eluat	Molybdène	mg/kg MS	0,29	<0.10	<0.10	<0.10
Nickel (Ni) ICP/AES Eluat	Nickel	mg/kg MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Plomb (Pb) ICP/AES Eluat	Plomb	mg/kg MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Zinc (Zn) ICP/AES Eluat	Zinc	mg/kg MS	0,73	0,62	1,38	1,5
Mercure (Hg) sur éluat	Mercure	mg/kg MS	0,003	0,009	0,007	0,004
Antimoine (Sb) ICP/MS Eluat	Antimoine	mg/kg MS	0,025	0,049	0,041	0,056
Cadmium (Cd) ICP/MS Eluat	Cadmium	mg/kg MS	0,004	0,002	<0.002	<0.002
Selenium (Se) ICP/MS Eluat	Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	<0.01	0,019	<0.01	0,011

Tableau 12 : Résultats des deuxièmes analyses de sols réalisées en aout 2013

Les analyses ont révélé que pour l'ensemble des échantillons analysés, les terres répondent aux critères d'admissibilité en ISDI et pour les cyanures totaux l'ensemble des échantillons présentent des résultats inférieurs aux seuils de détection.

Sondages	Référence échantillons		Analyses	
	0-1m	1-2m	Pack ISDI	Cyanures Totaux
P3	P3		OK	<SDD ¹
P6	P6		OK	<SDD
P13	P13		OK	<SDD
P20		P20	OK	<SDD

Tableau 13 : Résumé des résultats des deuxièmes analyses de sols réalisées en aout 2013

Néanmoins, les terres excavées seront stockées sur site en vue de leur réutilisation en remblai.

Synthèse

De nombreuses études menées sur les sols, au cours des quinze dernières années, ont permis d'appréhender la qualité environnementale des sols du site de Seine-Aval.

Les résultats fournis par ces diverses études, interprétés selon les textes en vigueur à ces périodes, montrent que les teneurs en métaux (et principalement le cuivre, plomb, chrome, cadmium, mercure, et zinc) dépassent les seuils guides.

Les dernières études ont montré localement la présence de PCB, d'hydrocarbures totaux et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les tests de lixiviation effectués lors des diagnostics montrent des teneurs mesurées généralement inférieures, ou que très légèrement supérieures, aux critères d'admission des matériaux dans les centres de stockage des déchets inertes.

Volontairement, ces mesures n'ont pas été reprises et réinterprétées avec les référentiels actuels, parce que les premières études sont déjà anciennes (1998), les concentrations ont pu évoluer et la localisation des prélèvements n'est pas toujours précise.

Néanmoins ces pollutions se situent en surface, dans le premier mètre des sols.

Un seul cas particulier est celui de la zone de l'ancienne décharge à l'Ouest du périmètre de la refonte Seine aval (Cf. étude ANTEA 2010) qui néanmoins restera hors chantier File biologique.

Les pollutions métalliques sont en relation directe avec l'activité d'irrigation de la plaine par les effluents pendant plus d'un siècle, tout d'abord avec des eaux brutes de 1895 à 1999 puis par des eaux traitées de 2000 à 2006.

Les éléments concernés présentent donc une bonne stabilité sous l'action de l'eau.

Conscient de la présence de certains polluants dans les sols, le SIAAP continue à mettre en œuvre au préalable de chacun de ses projets de la Refonte de l'usine Seine Aval les études nécessaires au diagnostic de pollution des sols. Le devenir des terres excavées est déterminé au cas par cas, suivant une méthodologie de gestion des terres, intégrant leur traçabilité conformément à la réglementation en vigueur, qui est établie pour chaque projet.