

HUB-Environnement
3 rue des entrepôts
69004 LYON

☎ 04.72.80.94.74
☎ 04.83.07.53.76
✉ contact@hub-environnement.com



Diagnostic de l'impact environnemental et sanitaire de l'incendie du 22 sept 2017

**FIRST PLAST
10-12 avenue de la Trentaine
77500 Chelles**

Rapport du 23 janvier 2018

CERTIFIE

OPQIBi
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE

pour



Diagnostic de l'impact environnemental et sanitaire du sinistre

**Incendie du 22 sept 2017
FIRST PLAST
10-12 avenue de la Trentaine
77500 Chelles**

**Affaire 20171030
Pour
FIRST PLAST
10-12 avenue de la Trentaine
77500 Chelles**

**Suivie
par H. BONIN Tel : 0 679 379 679
HUB Environnement – 3 rue des entrepôts, 69004 Lyon
Tel : 04 72 80 94 74**

Version du Rapport	Date	Statut du rapport	Auteur
V0	Janvier 2018	Rapport final	C CHAPELLE H BONIN

Hubert
BONIN

Signature
numérique de
Hubert BONIN
Date : 2018.01.24
20:46:38 +01'00'

SOMMAIRE

Liste des abréviations	4
1. Objet de l'étude	5
2. Contexte réglementaire et normatif	5
3. Localisation du site d'étude	6
4. Etude bibliographique	7
5. Caractéristiques des produits incendiés	9
5.1. Nature des produits impliqués dans l'incendie	9
5.2. Nature des produits toxiques formés	9
5.3. Sélection des traceurs	9
5.4. Un point sur les dioxines	10
6. Inventaire des cibles potentielles exposées	11
7. Détermination de la zone maximale d'impact	13
7.1. Comportement des molécules organiques persistantes dans l'environnement	13
7.2. Conditions météorologiques	13
7.3. Concentrations en particules PM10	14
7.4. Délimitation de la zone d'étude	15
8. Intervention HUB-Environnement	17
8.1. Visite du site	17
8.2. Programme des investigations	17
8.3. Localisation des prélèvements	18
9. Résultats d'analyses des sols et interprétation	20
9.1. Résultats d'analyse des métaux lourds par XRF portatif	20
9.2. Résultats d'analyses laboratoire du prélèvement d'eau	20
9.3. Résultats d'analyses laboratoire des prélèvements de sols	21
9.4. Interprétation	24
9.4.1. Sur le site First Plast	24
9.4.2. Concentrations en dioxines et furanes	24
9.4.2.1. Concentration totale en PCDD/F sur site	24
9.4.2.2. Concentration totale en PCDD/F hors site	24
9.4.2.3. Profil de répartition des congénères	24
9.4.3. Métaux lourds	25
9.4.3.1. Concentrations en cuivre, plomb et zinc	25
10. Synthèse et recommandations	28
10.1. Synthèse	28
10.2. Recommandations	28
ANNEXES	30

Liste des abréviations

➤ SUBSTANCES POLLUANTES

- **BTEX : Benzène –Toluène – Ethylbenzène – Xylène** → solvants non chlorés : substances volatiles et biodégradables
- **CO(H)V : Composés Organo-(Halogénés) Volatils** → solvants chlorés : substances volatiles et non biodégradables
- **ETM : Éléments Traces Métalliques (métaux lourds)** → substances strictement non volatiles et faciles à confiner ; exception faite pour le mercure qui est une substance ETM très volatile et classée dangereuse
- **HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** → goudrons avec différentes substances (16 substances différentes), la plupart sont plus ou moins cancérigènes, plus ou moins volatiles et biodégradables
- **HCT : HydroCarbures Totaux**
- **PCB : PolyChloroBiphényle** → hydrocarbures aromatiques halogénés persistants et bioaccumulables
- **PCDD : PolyChloroDibenzo-p-Dioxine** → hydrocarbures aromatiques halogénés persistants
- **PCDDF : PolyChloroDibenzofurane** → hydrocarbures aromatiques halogénés persistants

➤ AUTRES ABREVIATIONS

- **DRIEE : Direction Régionale Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie**
- **ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement**
- **IGN : Institut Géographique National**
- **ITEQ : International Toxic Equivalent Quantity**
- **OMS : Organisation Mondiale de la Santé**
- **SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours**

1. Objet de l'étude

- **Contexte** : Un incendie est survenu sur le site de First Plast le 22 septembre 2017, établissement soumis à déclaration au titre de la rubrique « stockage de polymères ». Les conséquences de cet incident ont été qualifiées de « susceptibles de porter atteinte aux intérêts visés à l'article L.511-1 du Code de l'environnement » lors de la visite d'inspection des installations classées. Un diagnostic de l'impact environnemental et sanitaire doit être réalisé afin de conclure sur les répercussions du sinistre.
- **Localisation du site** : 10-12 rue de la Trentaine, 77500 Chelles
- **Activité du site** : Fabricant et négociant de matières plastiques
- **Documents à disposition** :
 - Dossier First Plast de la DRIEE
- **Coordonnées du client** :

M. Lebris
Directeur Général Adjoint
06 14 83 09 07
- **Risque identifié et signalé** : combustion de matières plastiques
- **Résumé de la mission demandée** : Visite du site et constat de la qualité environnementale dans les zones à risque identifiées (Mission A200).

2. Contexte réglementaire et normatif

La démarche suivie pour le diagnostic est basée sur :

- La méthodologie applicable aux sites et sols pollués des circulaires ministérielles du 08 février 2007 ;
- La norme AFNOR NF X 31-620-v2 « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués ». Cette étude correspond à la mission A100/A200 de la Norme NFX 31-620 ;
- La norme AFNOR NF X 31-008 « Échantillonnage de sols potentiellement pollués » ;
- La norme NF ISO 10381-21 « Procédure d'investigation des sols contaminés ».

Cette étude correspond à la mission A100 /A200 de la Norme NFX 31-620.

Toutefois, les exigences de cette Norme sont parfois obsolètes et nous privilégions le raisonnement d'expert et autres Normes relatives à l'expertise :

- La norme AFNOR NF X50-110 de mai 2003 sur les « *prescriptions générales de compétence pour une expertise* », sachant bien entendu qu'un expert propose et exerce ses prestations, par définition, sur la base de son expérience professionnelle et des spécialités qui lui sont propres.

3. Localisation du site d'étude

Le site d'étude est localisé dans la zone industrielle de Chelles au 10-12 rue de la Trentaine dans le département de Seine et Marne (77).

Un plan de localisation général et la vue aérienne de l'emprise du site d'étude sont présentés sur la *figure 1*.

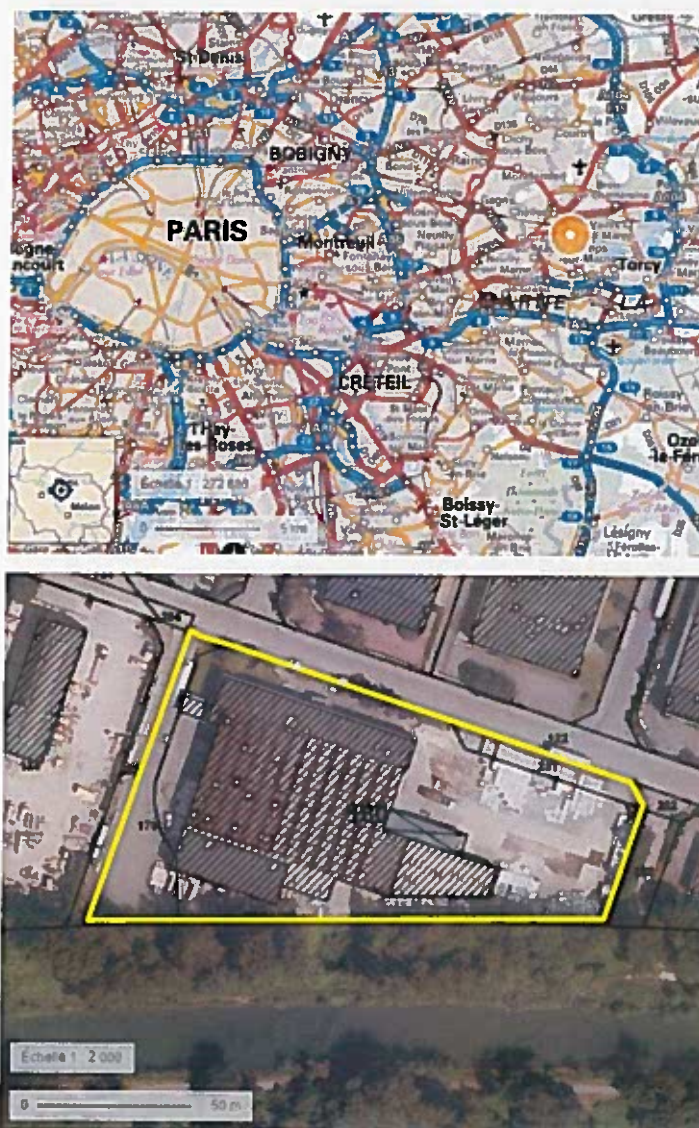


Figure 1- Localisation de la zone d'étude sur carte IGN et Géoportail

4. Etude bibliographique

4.1. Résumé des articles de presse

Un incendie s'est déclaré vendredi 22 septembre à 14h dans l'entrepôt de plastiques de First Plast. Au plus fort du sinistre les flammes s'étendaient sur une surface de 4500m². L'intervention des pompiers a mobilisé environ 80 hommes. La zone incendiée est précisée dans la figure ci-dessous.

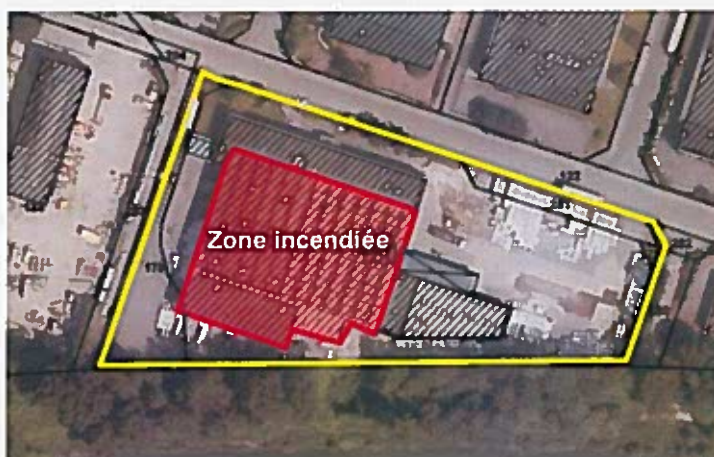


Figure 2- Localisation de la zone incendiée



Figure 3- Photographies prises lors de l'incendie (source SDIS 77)

Un important panache de fumée noirâtre était alors visible à plus de dix kilomètres.

Des analyses effectuées dans l'atmosphère n'ont pas montré de toxicité particulière d'après la préfecture de Seine-et-Marne même si une gêne olfactive a pu être ressentie en dehors du périmètre de sécurité.

Par ailleurs, la préfecture indique que « les eaux d'extinction de l'incendie ont ruisselé dans la Marne, entraînant une pollution aquatique et la mort de poissons. Des barrages flottants ont été mis en place et le réseau d'eaux pluviales a été obturé pour limiter l'impact sur l'environnement ». Le barrage est resté en action quelques jours avec des analyses régulières de Véolia.

L'incendie a été maîtrisé le samedi 23 septembre, 24 h après l'intervention des pompiers.

4.2. Documents consultés à la DRIEE

4.2.1. Investigations réalisées sur site les 22 et 23 septembre 2017

4.2.1.1. Compartiment air

Les résultats des prélèvements d'air sur tubes 3 couches réalisés par le SDIS 77 au cours de la nuit (entre 22h et minuit) de vendredi à samedi au niveau du panache et au niveau de la société Nestlé à Noisiel sont présentés ci-dessous :



Figure 4- Points de prélèvements d'air pour analyse des PM10 par le LCPP le 23 septembre 2017

Des BTEX ont été identifiés dans l'air au niveau de l'entrepôt, ces molécules n'ont pas été retrouvées dans l'air à 2,5 km au sud-est. Aucun composé organique chloré ou cyanure n'a été identifié.

Le camion d'analyse du LCPP a été mobilisé pour effectuer 3 séries de mesures entre 2 et 3h, entre 6 et 7h et entre 9 et 11h. Les résultats des mesures où les concentrations en particules fines (PM10) sont les plus élevées sont illustrées sur la carte ci-dessus. Le vent était de Nord-Ouest en fin de journée du 22 septembre mais en milieu de nuit (2h) la direction était instable d'après les dires de l'ingénieur en charge des mesures.

4.2.1.2. Compartiment eau

Les analyses des prélèvements du canal de Chelles le 22 septembre à 17h45 et 18h45 ont mis en évidence une augmentation du nombre de molécules identifiées entre 17h45 et 18h45. Le composé majoritaire correspond au benzène butane nitrile. D'autres composés ont également été identifiés, des HAP (naphtalène : 1,66 µg/L), des dérivés type alkylphénols et des aromatiques et aldéhydes benzéniques.

Une partie des eaux d'extinction a rejoint la Marne via le réseau des eaux pluviales. Le captage AEP de Véolia en aval a alors été arrêté. Des obturateurs gonflables ont été installés pour contenir les eaux d'extinction incendie dans le réseau et limiter le rejet dans la Marne. Les eaux ont été pompées et transportées jusqu'à la station d'épuration de Valenton pour traitement. La Nantaise des eaux, délégataires des réseaux, a procédé ensuite au curage du réseau et également au pompage du chenal de sortie de l'anti-crue (quai des Mariniers).

4.2.2. Inspection DRIEE du 25 septembre 2017

L'inspection du site réalisée par la DRIEE d'Ile-de-France le 25 septembre 2017 a mis en évidence des non-conformités :

- Pas de vanne d'isolement sur le site ;
- Pas de société de télésurveillance depuis quelques mois ;
- Pas de permis feu ni permis de travail pour la société DUJARDIN ;
- Dispositions constructives non respectées : 8 m de distance entre l'entrepôt et les limites de propriétés au lieu de 15 m (le mur est un coupe-feu mais seulement sur une moitié du mur)
- Un volume important de produits est stocké à l'extérieur du bâtiment, proche des limites de propriétés. Le volume de produits stockés est susceptible de relever du régime de l'enregistrement.
- Absence de système d'extinction de type sprinklage.

5. Caractéristiques des produits incendiés

5.1. Nature des produits impliqués dans l'incendie

Au vu du secteur d'activité classé « stockage de polymères », la nature des produits chimiques impliqués dans l'incendie est principalement des pièces de PVC (raccords évacuation, grilles de ventilation, caniveaux et gouttières) ainsi que des palettes de bois. L'entrepôt pris dans l'incendie servait de stockage de ces produits PVC ; du stockage en extérieur le long du bâtiment a également été impacté. Aucun état des stocks et quantité de matériaux impliqués n'ont été communiqués. La totalité du stockage de l'entrepôt a été pris dans les flammes (cf. délimitation figure 2).

5.2. Nature des produits toxiques formés

Les produits plastiques dégagent au cours de leur dégradation thermique des fumées toxiques liées à des réactions et combinaisons chimiques. La combustion du PVC conduirait à la formation des principaux composés suivants : particules fines, monoxyde de carbone (MO), dioxyde de carbone (CO₂), chlorure d'hydrogène (HCl), hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (HCT), composés organiques volatils divers (COV) et composés organiques persistants (dioxines et PCB). Les émissions polluantes dépendent essentiellement des quantités et de la nature des produits plastiques stockés.

5.3. Sélection des traceurs

Le choix des traceurs s'est porté sur les molécules émises lors de la combustion de PVC et ayant un comportement persistant dans l'environnement, afin de pouvoir identifier un impact dans les sols et les eaux de surface deux mois après le sinistre. L'intensité des dépôts dépend des propriétés générales des familles de molécules et des congénères telles que la volatilité et l'affinité pour les phases particulières.

Malgré la quantification des BTEX dans l'air le soir de l'incendie, ces molécules n'ont pas été retenues au vu de leur comportement non persistant (molécules volatiles et biodégradables). De même, les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques n'ont pas été inclus dans le choix des traceurs. Les hydrocarbures légers (C5 à C12) et le naphthalène sont volatils, les HAP et les hydrocarbures les plus lourds (C12 à C26) sont volatils ou semi-volatils. Ce caractère volatil influe sur le comportement des molécules qui ne se déposent pas et restent dans l'air. En cas de pluie (quelques mm de précipitations ont été observés le 25 septembre) ces molécules vont avoir plus d'affinité avec l'air qu'avec l'eau et ne vont donc pas être transférées vers les sols via la pluie.

- Les dioxines, les PCBs et les métaux sont les substances retenues pour évaluer l'impact de l'incendie sur les sols

5.4. Un point sur les dioxines

Les dioxines ou PCDD/F représentent une vaste famille de 210 congénères polychlorés. Ces molécules possèdent une grande stabilité chimique ce qui facilite leur persistance dans les sols. Le temps de demi-vie est évalué de quelques années à plusieurs dizaines d'années (BRGM, 2004). 17 congénères possèdent un potentiel toxique (7 PCDD et 10 PCDF) vis-à-vis d'un même récepteur, seules ces molécules sont régulièrement analysées. Les sources de ces substances résultent essentiellement des procédés industriels de combustion ou procédés chimiques.

Pour l'homme, les deux modes d'exposition suivants sont considérés : l'exposition aérienne (inhalation ou contact cutané) et l'exposition indirecte par ingestion de denrées alimentaire produites localement.

La principale source de production des dioxines est la combustion à basse température (brûlage accompagné de fumées noires tel que le brûlage de produits synthétiques comme les plastiques). Le tableau n°1 suivant donne quelques sources possibles de dioxine et les ordres de grandeur d'émission associées. A noter que l'émission de dioxines se fait sous 2 formes : une forme particulaire fixée aux poussières, et la forme gazeuse. La grande majorité est fixée aux poussières qui retombent sur les champs sur un rayon de 1 voire 10 Km dans le sens des vents dominants.

Tableau 1- Extrait de Wikipédia foundation, 31 décembre 2009

Source	$\mu\text{g I-TEQ}^2$ de dioxines et furanes émis dans l'air	$\mu\text{g I-TEQ}$ de dioxines et furanes ³ dans les cendres et autres résidus
Incineration d'une tonne de déchets solides municipaux	0,5 à 3500	1,5 à 500
Incineration d'une tonne de déchets dangereux	0,75 à 35000	30 à 9000
Incineration d'une tonne de déchets de bois ou de biomasse	1 à 100	0,2 à 1000
Récupération à chaud des métaux dans les câbles	3,3 à 5000	?
Combustion d'une tonne de bois, buissons ou herbe (feux de forêt ou de brousse)	5	?
Combustion d'une tonne de végétaux cultivés (traités)	30	?
Combustion (individuelle) d'une tonne de déchets domestiques	300	60

La concentration en PCDD/F est exprimée en potentialité toxique par l'intermédiaire du concept d'équivalent toxique. En effet, les congénères chlorés ont des toxicités différentes selon la position des atomes de chlore. L'indice de toxicité I-TEQ est obtenu en sommant les concentrations de chaque congénère pondérée avec leur facteur d'équivalence toxique (TEF) respectif. Les TEF ont été établis par l'OTAN en 1989. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en a modifié certains au vu de nouvelles données toxicologiques, l'intégration de ces nouvelles données permet de calculer l'OMS-TEQ.

Les facteurs d'équivalence de toxicité sont donnés dans le *tableau n°2* ci-dessous.

Tableau 2- Facteurs d'équivalence de toxicité des PCDD/F de 1989 (OTAN) et 1998 (OMS)

Congénères	OTAN- TEF (1989)	OMS – TEF (1998)
PCDD		
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001
PCDF		
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001

Il faut noter qu'en France, il n'existe pas de valeurs réglementaires fixant les seuils de toxicité ou de dépollution en fonction de l'usage ultérieur du site. Les valeurs de comparaison utilisées dans ce rapport se rapportent à des valeurs allemandes et suisses.

6. Inventaire des cibles potentielles exposées

Le site d'étude est implanté dans une zone industrielle, un fort tissage urbain est présent dans les alentours proches à l'Ouest et au Sud-Ouest. Au sud-est de l'usine, on trouve des habitations situées de l'autre côté du canal, puis dans un rayon de 2 km, principalement des espaces verts. Des activités de pêche sur la Maine sont à noter ainsi que deux jardins cultivés recensés. Une carte regroupant les cibles potentielles est disponible dans la figure ci-dessous.

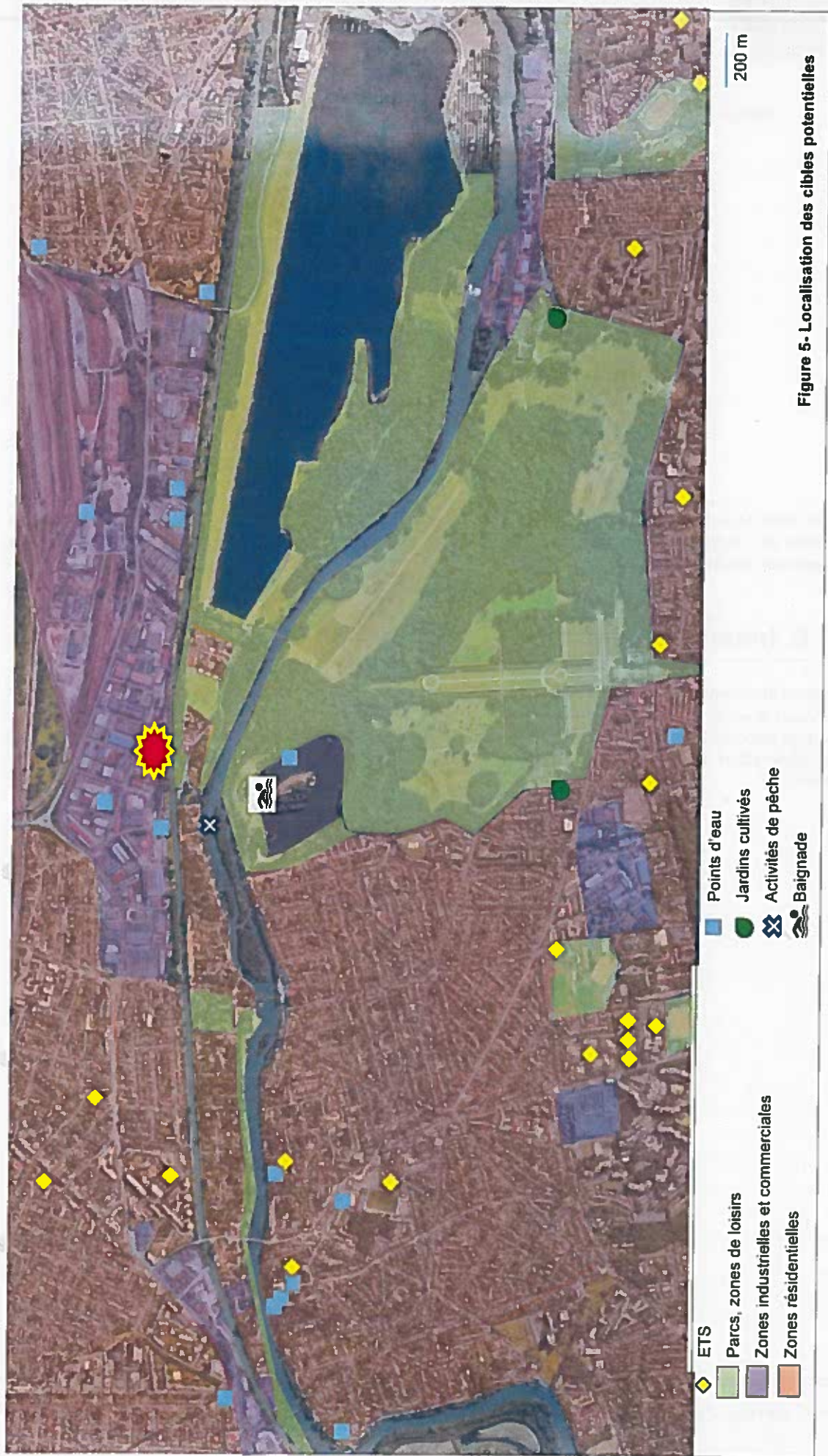


Figure 5- Localisation des cibles potentielles

Deux élevages sont également répertoriés dans les alentours de la zone d'étude. La ferme la plus proche de l'impact est la ferme St Thibault, elle n'est cependant pas orientée dans la direction du panache. Si aucun impact n'est identifié à proximité du site, il est peu probable que des substances se soient dispersées jusqu'à ces cibles.



Figure 6- Localisation des élevages en proximité de la zone d'étude

7. Détermination de la zone maximale d'impact

7.1. Comportement des molécules organiques persistantes dans l'environnement

- Voies de transfert dans l'air

Les molécules organiques persistantes peuvent être adsorbées sur des particules ou présentes dans la phase gazeuse. De manière générale, les molécules les plus chlorées auront tendance à être préférentiellement associées aux particules (US-EPA, 2000).

- Dépôt et devenir dans les sols

Les PCDD/F et PCB présents dans l'atmosphère peuvent être déposés sur les sols selon trois modalités :

- les dépôts gazeux;
- les dépôts particuliers ;
- les dépôts humides liés aux précipitations.

7.2. Conditions météorologiques

L'orientation et la vitesse du vent sont des facteurs importants pour la dispersion des fumées. Ils vont contribuer à l'extension du sinistre et déterminer l'importance de l'étendue de la pollution atmosphérique sous forme de retombées de suies (particules en suspension) et de substances toxiques telles que les dioxines.

Les coordonnées de la station météorologique de Torcy, la plus proche du site (4,17 km) sont disponibles ci-dessous :

Tableau 3- Données météorologiques à la station Torcy du 22 au 25 septembre (source : METEO FRANCE)

Information Station	Date	Hauteur de précipitations quotidienne	Température moyenne	Moyenne des vitesses du vent	Direction du vent quotidien
Indicatif : 77468001	22 /10/17	0	13,1	0,5	340
	23/10/17	0	12,9	0,6	120
Nom : Torcy	24/10/17	0	15,3	1,2	60
	25/10/17	3,4	16,9	1,5	70
Altitude : 43 m					



➤ **Commentaires :**

La direction moyenne du vent pour la journée du 22 septembre vient du Nord-Ouest, en direction de Champs-sur-Marne et Noisiel, la vitesse est peu élevée avec 0,5 m/s. La direction est qualifiée d'instable dans la nuit du 22 au 23 par le LCDD et en moyenne sur la journée du 23 septembre elle vient du Sud-Est.

7.3. Concentrations en particules PM10

Les mesures de concentrations en PM10 enregistrées au niveau des deux stations automatiques d'Airparif les plus proches du site sont disponibles par heure par heure sur les graphiques ci-dessous.

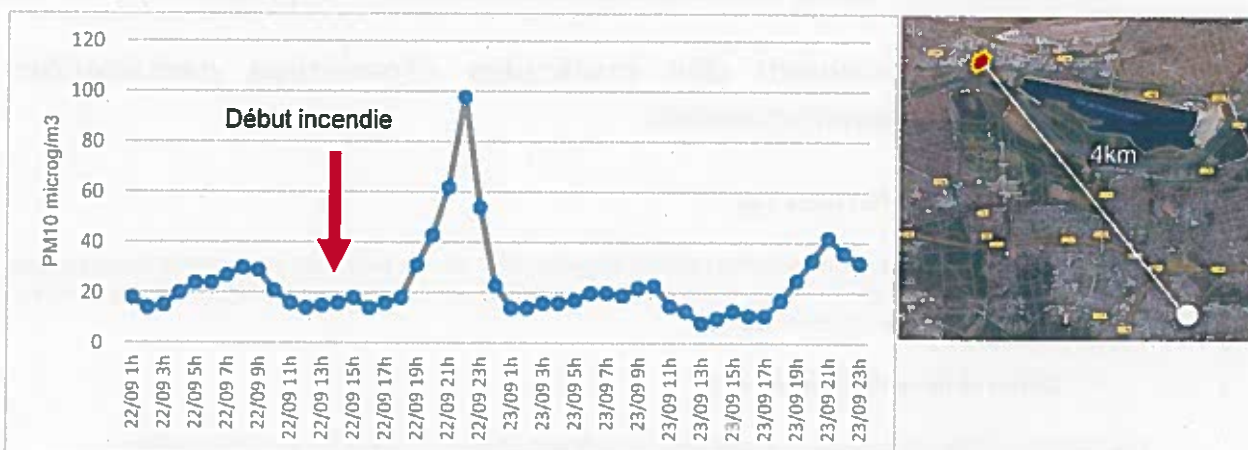


Figure 7 – Concentrations en PM10 les 22 et 23 septembre à la station de Lognes (source : Airparif)

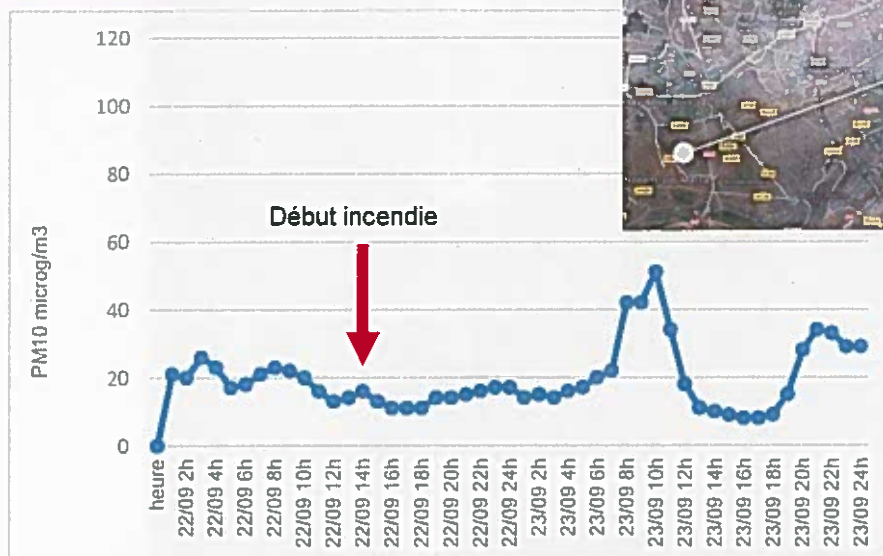


Figure 8 - Concentrations en PM10 les 22 et 23 septembre à la station de Nogent-sur-Marne (source : Airparif)

➤ **Commentaires :**

La station de Lognes est située à 4 km au Sud-Est du site d'étude. Le pic de PM10 enregistré entre 19h et 23h le 22 septembre (concentration de PM10 maximale à 22h avec 98 µg/m³) confirme la provenance Nord-Ouest du vent et témoigne de la propagation du panache de fumée jusqu'à cette station. La station de Nogent-sur-Marne est située à 9 km au Sud-Ouest du site First Plast, le pic de PM10 est observé entre 8 et 11h le 23 septembre (concentration en PM10 maximale à 10h avec 51 µg/m³). Ces résultats témoignent du changement de direction du vent mis en évidence par les données météorologiques mais également par les analyses réalisées par le LCPP.

7.4. Délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude a été définie suite aux données météorologiques, aux données d'Airparif et aux analyses réalisées par le LCDD. Le panache de fumée a été observé dans la journée du 22 septembre se dirigeant au Sud Est, ce sont ces fumées qui sont susceptibles d'être à l'origine de retombées de substances potentiellement dangereuses (dioxines et métaux lourds notamment).

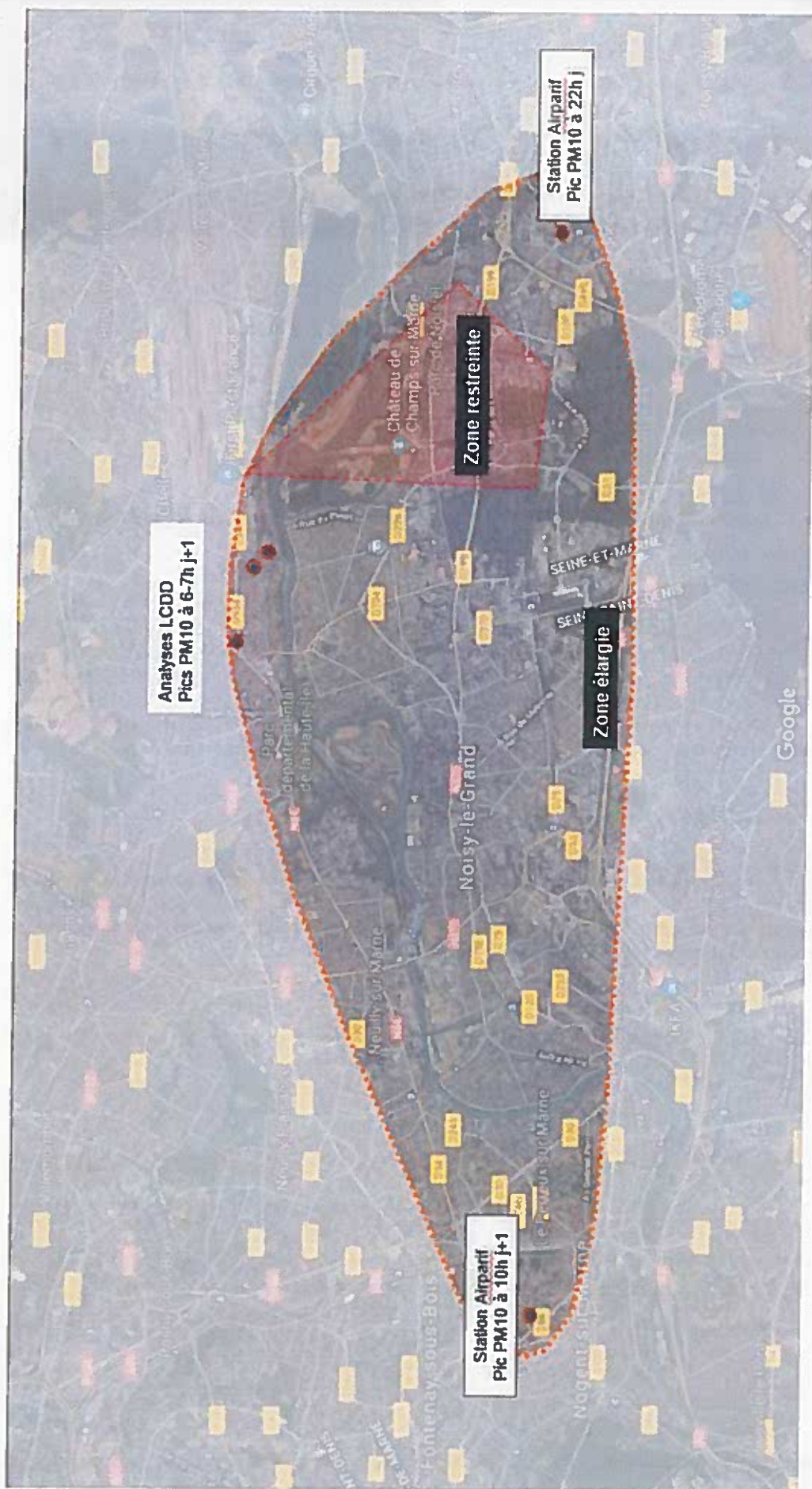


Figure 9- Délimitation de la zone d'étude

8. Intervention HUB-Environnement

8.1. Visite du site

Une visite de site a été réalisée par HUB-Environnement le 16 novembre. Les résidus d'incendies étaient encore présents sur site.



Figure 10- Photographies prises lors de la visite du site le 16 novembre 2017

8.2. Programme des investigations

Le programme des investigations du 16 novembre 2017 et du complément d'investigations réalisé le 22 décembre 2017 dans la zone ouest est résumé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4- Programme des investigations

Localisation	Prélèvements	Méthode de sondage	Profondeur	Analyses
Sur site d'étude	3 prélèvements de boues et résidus d'incendie (P1 à P3)	Petite pelle	-	PCDD/F, PCB et ETM
Zone sud est	19 prélèvements de sols (P4 à P21 et T1)	Petite pelle	Surface	PCDD/F, PCB et ETM
	1 prélèvement d'eau	Bailer	Surface	PCDD/F et PCB
Zone ouest	3 prélèvements de sol (P22 à P24)	Petite pelle	Surface	PCDD/F et ETM

Les échantillons étaient des composites de 2 ou 3 points prélevés à proximité. Afin de caractériser le fond géochimique local, un échantillon témoin a été prélevé en-dehors de la zone d'étude, dans une zone hors impact de l'incendie.

Les molécules organiques persistantes déposées en surface ont une faible mobilité (inférieure à quelques cm), les échantillons ont donc été prélevés sur les premiers centimètres.

L'échantillon d'eau a été prélevé dans la zone de baignade de la base de Champs ADAG Loisirs, un échantillon moyen de 2L a été prélevé grâce à un bailer (soupape de prélèvement).

8.3. Localisation des prélèvements

Les plans d'implantation des prélèvements sont disponibles ci-dessous (cf. figures 11 et 12).

Tous les échantillons prélevés n'ont pas été analysés. Vu le coût d'analyses des dioxines, un premier lot a été effectué dans un premier temps, comprenant 3 échantillons prélevés sur site, 8 échantillons prélevés dans un rayon d'1 km, 5 au sud-est et 3 à l'ouest et un témoin.

Ces analyses laboratoires constituent une phase de caractérisation du périmètre proche afin d'apporter une réponse rapide de l'impact de l'incendie dans un rayon d'environ 2 km autour du site.



Figure 11- Plan de localisation des prélèvements sur le site de l'usine



Figure 12- Plan de prélèvement des échantillons dans la zone d'étude

9. Résultats d'analyses des sols et interprétation

9.1. Résultats d'analyse des métaux lourds par XRF portatif

L'analyse au spectromètre de fluorescence X permet de détecter la présence de métaux lourds sur brut (cf. fiche technique en ANNEXE 1). Les échantillons prélevés non envoyés au laboratoire ont été analysés avec un détecteur de métaux lourds sur site.

Pour assurer l'interprétation des résultats, nous avons pris comme référence pour les métaux lourds, en l'absence de référence réglementaire, les valeurs moyennes en « anomalie modérée » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993.

Les résultats d'analyses sur les métaux lourds obtenus sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5-Résultats d'analyse des métaux lourds au XRF

Substances	Unités	Référence INRA	Zone Sud-Est										
			S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
Arsenic	mg/kg	30-60	7	7	4	1	<LOD	<LOD	2	8	1	3	2
Cadmium	mg/kg	0,7-2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chrome	mg/kg	90-150	50	48	40	66	<LOD	36	24	39	74	33	34
Cuivre	mg/kg	20-62	6	30	33	26	<LOD	28	32	<LOD	177	11	25
Mercure	mg/kg	0,15-2,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Plomb	mg/kg	60-90	24	56	41	28	9	36	36	22	42	8	24
Nickel	mg/kg	60-130	18	15	4	4	48	36	<LOD	<LOD	91	<LOD	27
Zinc	mg/kg	100-250	62	115	116	81	7	43	42	58	114	20	27

- **Commentaires** : les résultats d'analyse mettent en évidence des anomalies modérées en cuivre pour presque tous les échantillons et une forte anomalie pour S17 ; le zinc est présent également en anomalie modérée pour 3 échantillons.

9.2. Résultats d'analyses laboratoire du prélèvement d'eau

Des valeurs réglementaires issues de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatives à la qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine sont disponibles pour assurer l'interprétation des résultats. Le prélèvement d'eau réalisé n'est pas destiné à la consommation humaine, les valeurs sont donc pénalisantes dans cette étude. Les PCB sont rattachés aux valeurs définies pour les pesticides.

Tableau 6- Résultats d'analyse pour le prélèvement d'eau

Substances	Unités	LQ	A.M. du 11/01/2007	P1
PCB 28	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB 52	µg/l	0,01	0,1	<0,01

PCB 101	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB 118	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB 138	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB 153	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB 180	µg/l	0,01	0,1	<0,01
PCB totaux	µg/l	0,07	0,5	<0,07
OMS-TEQ	ng/l	-	-	0
I-TEQ	ng/l	-	-	0

- **Commentaires :** le prélèvement d'eau ne contient pas de teneurs en PCBs et dioxines supérieures aux seuils de détection.

9.3. Résultats d'analyses laboratoire des prélèvements de sols

Les résultats d'analyse des métaux lourds et des composés organiques des échantillons envoyés au laboratoire sont disponibles ci-après (cf. tableaux 8 et 9). Pour assurer l'interprétation des résultats, nous avons pris comme référence pour les métaux lourds, en l'absence de référence réglementaire, les valeurs moyennes en « anomalie modérée » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993 ; et pour les composés organiques, les seuils de l'Annexe II de l'arrêté ministériel du 12 Décembre 2014 relatif à la définition d'un matériau inerte ont été pris comme références.

Les résultats d'analyse pour les PCDD/F ont été comparés aux valeurs de la réglementation de Genève, des réglementations allemande et suédoise et aux valeurs guides françaises résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7- Valeurs guides disponibles pour interpréter les valeurs de PCDD/F

Analyse PCDD/PCDF	Unité	Valeur en équivalent toxique (TEQ)
Réglementation de Genève (1er juillet 1998)	Valeur indicative (sol sain)	5
	Seuil d'investigation	
	Risque par ingestion	20
	Cultures alimentaires	20
	Cultures fourragères	20
	Valeur d'assainissement	
	Place de jeux	100
	Jardins privés et familiaux	100
	Agriculture et horticulture	1000
Réglementation suédoise (2000)		250
Valeurs seuils allemandes (1992)	Valeur cible	5
	Valeurs justifiant un contrôle des produits alimentaires issus des cultures	5 à 40
	Restriction des cultures	> à 40
	Espace pour enfants	>100
	Résidentiel	>1000
	Indépendamment de toute localisation	> 10000
Réglementation allemande (1999)	Zones récréatives pour enfants	100
	Zones résidentielles	1000
	Parcs, zones de loisirs	1000
	Zones industrielles et commerciales	10000
Valeurs françaises VCI	VCI usage sensible	1000
	VCI usage non sensible	10000

Tableau 8 – Résultats d'analyses pour les métaux et les PCB

Substances	Unités	Référence INRA / Seuil ISDI	Usine			Zone Sud-Est							Zones Ouest				T1
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S20	S21	S22				
Arsenic	mg/kg	30-60	4,7	<4	10	4,4	7,8	8,7	6	5,9	8,3	6,5	7,6	5,6			
Cadmium	mg/kg	0,7-2	0,39	<0,4	0,65	0,52	0,82	0,43	0,33	0,53	0,28	0,28	0,25	0,31			
Chrome	mg/kg	90-150	50	39	27	22	22	36	24	26	21	21	24	17			
Cuivre	mg/kg	20-62	520	340	42	23	46	29	13	27	39	20	17	11			
Mercurure	mg/kg	0,15-2,3	<0,05	0,09	0,55	0,35	0,26	0,13	0,06	0,14	0,43	0,14	0,09	0,06			
Plomb	mg/kg	60-90	790	1900	120	45	84	60	25	72	91	51	32	97			
Nickel	mg/kg	60-130	22	18	19	14	17	21	14	15	14	14	16	10			
Zinc	mg/kg	100-250	1900	5500	280	120	250	160	74	180	130	150	66	81			
PCB 28	µg/kg		<5	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1,4				<1			
PCB 52	µg/kg		<5,7	<2,2	<1	<1	1,5	<1	<1	<1,6				2,1			
PCB 101	µg/kg		<4,6	<2	1,4	1,7	4,7	<1	<1	<1,3				2			
PCB 118	µg/kg		<5,4	<2	1,6	1,9	6,2	<1	<1	1,5				2			
PCB 138	µg/kg		<5	<2,1	3,1	4,4	13	3,2	<1	3,5				2,1			
PCB 153	µg/kg		<3,6	<2	2,3	4	13	2,6	<1	5,9				2,3			
PCB 180	µg/kg		<5	<2	1,5	2,4	7,7	2,6	<1	5,7				1,9			
PCB totaux	µg/kg	100	<34	<14	9,9	14	46	8,4	<7	17				12			

Tableau 9 - Résultats d'analyses pour les dioxines

Substances	Unités	Valeurs cibles	Seuil d'investigation	Zones résidentielles	Zone industrielle ou commerciale	Usine			Zone sud est							Zone ouest		
						S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S20	S21	S22	T1	
2378 TCDD	ng/kg MS					12	260	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
12378 PeCDD	ng/kg MS					96	2300	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
123478 HxCDD	ng/kg MS					55	1000	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
123678 HxCDD	ng/kg MS					110	2200	<2	3,4	3,3	2,4	<2	<2	<2	<2	<2	2,5	<2
123789 HxCDD	ng/kg MS					79	1800	<2	2,4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1234678 HpCDD	ng/kg MS					350	7300	30	24	29	12	23	18	13	6	5,2	62	62
OCDD	ng/kg MS					620	6500	160	74	150	25	140	66	77	31	22	300	300
2378 TCDF	ng/kg MS					180	3900	<4	<4	<3	<2	<2	<2	2,4	<2	<2	<2	<2
12378 PeCDF	ng/kg MS					300	5300	2,1	4,4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
23478 PeCDF	ng/kg MS					420	6500	<2	6,3	2,2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
123478 HxCDF	ng/kg MS					460	6600	2	4,4	2,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
123678 HxCDF	ng/kg MS					450	6500	<2	4,1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
123789 HxCDF	ng/kg MS					27	300	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
234678 HxCDF	ng/kg MS					340	4100	<2	5,7	2,2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1234678 HpCDF	ng/kg MS					1000	13000	8,9	23	12	8	10	<10	6,8	<5	<5	11	<5
1234789 HpCDF	ng/kg MS					180	2400	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
OCDF	ng/kg MS					650	6700	10	12	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
OMS-TEQ Upper Bound	ng/kg MS	5	20	1000	10000	470	7800	7	9,4	7,1	6,6	6,7	6,6	6,6	6,4	6,4	7,2	7,2
OMS-TEQ Lower Bound	ng/kg MS	5	20	1000	10000	470	7600	0,7	4,5	1,9	0,4	0,4	0,2	0,5	0,1	0,1	1,1	1,1
I-TEQ Upper Bound	ng/kg MS	5	20	1000	10000	430	7600	6,5	9,8	6,7	6	6,2	6,1	6,1	5,9	5,9	6,8	6,8
I-TEQ Lower Bound	ng/kg MS	5	20	1000	10000	430	7800	0,9	6	2,4	0,5	0,5	0,2	0,5	0,1	0,1	1,3	1,3

9.4. Interprétation

9.4.1. Sur le site First Plast

Les résidus de plastiques calcinés sont caractérisés par la présence de :

- Cuivre, Plomb et Zinc en fortes anomalies
- Dioxines et furanes

Les PCBs n'ont pas été identifiés dans la source et ne peuvent pas être utilisés comme traceurs contrairement aux substances citées ci-dessus.

9.4.2. Concentrations en dioxines et furanes

9.4.2.1. Concentration totale en PCDD/F sur site

La concentration en dioxines mesurée dans les résidus de plastiques est très élevée avec 7800 ng ITEQ/kg. Cette valeur reste néanmoins inférieure à la valeur de la réglementation allemande pour un sol en zone industrielle ou commerciale et à la valeur guide française pour un usage non sensible qui ont des seuils respectifs de 10000 ng ITEQ/kg.

Les boues/ sédiments récupérés sur site sous une plaque d'égout présentent une concentration en dioxines importante avec 430 ng ITEQ/kg. Cette valeur ne dépasse pas la valeur de la réglementation allemande pour une zone d'habitations et la valeur guide française pour un usage sensible qui ont des seuils respectifs de 1000 ng ITEQ/kg.

L'échantillon de sol prélevé au Nord du site incendié présente un impact en dioxine très léger avec une concentration de 7 ng ITEQ/kg, supérieure à la valeur indicative d'un sol sain (5 ng/ITEQ) de la réglementation de Genève mais inférieure au seuil d'investigation de cette même réglementation pour un risque d'ingestion et pour les cultures alimentaires et fourragères (20 ng/ITEQ).

9.4.2.2. Concentration totale en PCDD/F hors site

Les échantillons de sol prélevés autour du site présentent des concentrations totales en PCDD/F comprises entre 6,6 et 9,4 ng / ITEQ.

Dans la zone du panache (zone sud-est) les valeurs relevées sont comprises entre 6,6 et 7,1 sauf pour S4 (point de prélèvement le plus près du site, au bord du canal) qui atteint 9,4 ng/ ITEQ.

Dans la zone ouest, les valeurs relevées sont comprises entre 6,4 et 6,6 ng/ITEQ.

Le témoin prélevé en dehors de la zone d'étude atteint 7,2 ng/ITEQ.

Ces valeurs sont supérieures à la valeur indicative d'un sol sain de la réglementation de Genève fixé à 5 ng/ITEQ mais inférieures au seuil d'investigation de cette même réglementation pour un risque d'ingestion et pour les cultures alimentaires et fourragères de 20 ng/ITEQ.

9.4.2.3. Profil de répartition des congénères

Au-delà de l'examen des concentrations totales qui donnent uniquement des informations sur la toxicité, l'observation de similitudes ou dissemblances des profils de répartition de congénères est un élément souvent utilisé pour tracer les sources émettrices de différentes molécules.

En termes de profil de répartition entre les PCDD et les PCDF, les échantillons de la source (S1 et S2) montrent une prédominance des furanes qui contribuent pour 72 à 75 % de la teneur totale en PCDD/F. Les autres échantillons prélevés présentent une inversion de ce ratio avec une prédominance des dioxines dans une gamme comprise entre 83 et 100 %. Seul l'échantillon prélevé en bordure du canal montre une inversion moins marquée avec une contribution de 63% des dioxines. La proportion majoritaire en furane observé dans les plastiques incinérés n'est pas retrouvée dans les échantillons de sol des alentours.

A titre d'illustration, la figure n°13 présente le profil de congénères obtenu pour les résidus plastiques incinérés. La plus forte proportion recensée est celle du 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF. Tous les congénères sont présents dans l'échantillon.

Au fur et à mesure de l'éloignement des prélèvements par rapport au site (de S4 vers S8) les profils diffèrent avec une baisse du nombre de congénères pour finalement être représentée en majorité par l'OCDD et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD (cf. figure n°14).

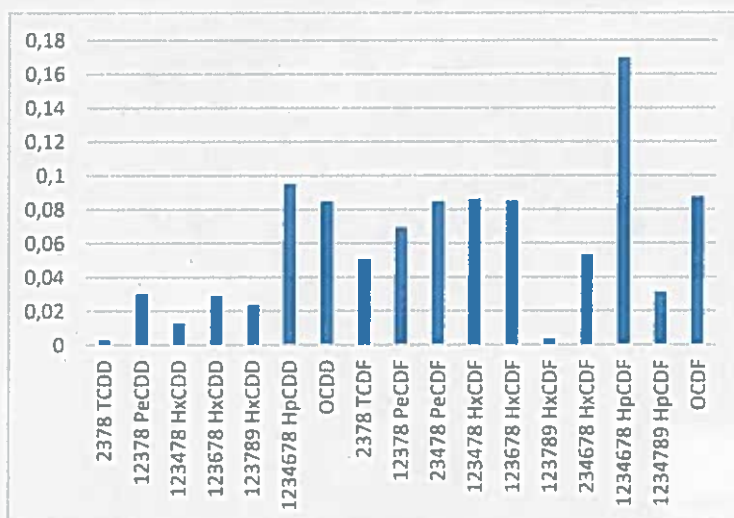


Figure 13- Profil de congénères obtenu pour les résidus plastiques incinérés

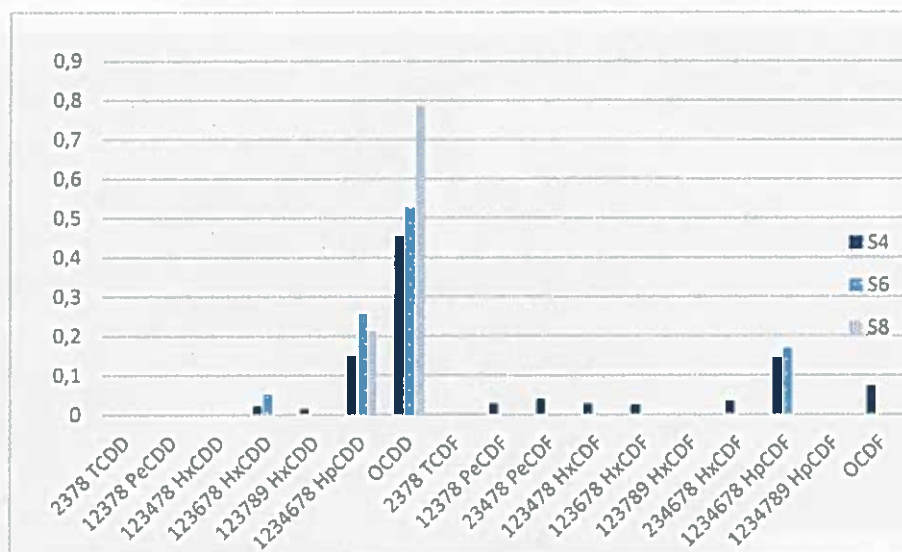


Figure 14 – Profil de congénères obtenu pour les prélèvements S4, S6 et S8

9.4.3. Métaux lourds

9.4.3.1. Concentrations en cuivre, plomb et zinc

La source est caractérisée par la prédominance du plomb, du cuivre et du zinc. Ces 3 métaux sont retrouvés dans la quasi-totalité des échantillons prélevés aux alentours du site à des teneurs d'anomalies modérées et forte anomalie en plomb au droit de S20 et du témoin et en cuivre pour S17.

L'exercice de la cartographie des métaux dans les sols a été réalisé tout en ayant conscience des interférences liées à ces mesures, accentuées dans un contexte urbain (essence, toiture en zinc, etc.) et dans un espace topographique variable. Les cartographies du cuivre, du zinc et du plomb sont disponibles ci-dessous.



Figure 15- Cartographie des concentrations en cuivre



Figure 16- Cartographie des concentrations en zinc



Figure 17- Cartographie des concentrations en plomb

Une légère tendance se révèle peut-être dans les alentours proches du site avec des concentrations en cuivre, en zinc et en plomb légèrement plus élevées en approche du site dans les directions des vents.

Une représentation de la « signature métaux lourds » de la source a également été réalisée afin de la comparer avec celles des sols aux alentours (cf figure n°18).

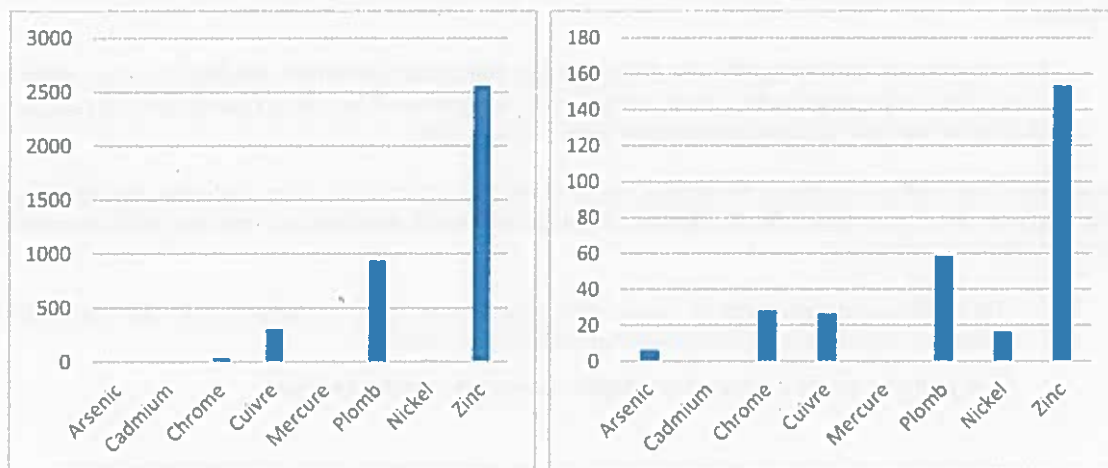


Figure 18- Représentation des signatures métaux de la source (à gauche) et de la moyenne des 3 prélèvements S4, S6 et S10 (à droite)

Cette signature est très caractéristique pour la source avec la prédominance du zinc puis du plomb et du cuivre. Ces trois composés sont retrouvés dans les prélèvements de sol des alentours avec des profils assez similaires.

10. Synthèse et recommandations

10.1. Synthèse

Les investigations du 16 novembre 2018 et les investigations complémentaires du 22 décembre (dans la zone ouest) ont mis en évidence :

- Sur le site First Plast : **des concentrations élevées en dioxines et en métaux lourds** (cuivre, plomb et zinc) dans les résidus de plastiques incinérés ;
- **Un léger impact de l'incendie en dioxines autour du site** : les concentrations en dioxines sont comprises entre 5,9 et 9,4 ng ITEQ/kg dans un rayon maximal de 3 km autour du site. Ces teneurs sont légèrement supérieures à la valeur de référence d'un sol sain fixée par la réglementation de Genève à 5 ng ITEQ/kg, mais en dessous du seuil d'investigation de 20 ng/ITEQ de cette même réglementation pour un risque d'ingestion et pour les cultures alimentaires et fourragères.
- **Un léger impact en métaux lourds** (cuivre, zinc et plomb principalement) dans les alentours du site notamment en direction de l'Ouest, avec une signature assez proche de celle de la source mais avec une répartition spatiale assez hétérogène ; cette répartition spatiale hétérogène s'explique évidemment par les interférences possibles avec d'autres sources en milieu urbain.

10.2. Recommandations

Lors de la visite du site First Plast les résidus d'incendie étant toujours présents, il n'a pas pu être possible de procéder à un diagnostic plus approfondi que les 3 échantillons prélevés à cette occasion. En effet, dans l'état de la zone d'étude, la réalisation de sondages « sols » peut engendrer une pollution des sols par entraînement en profondeur.

- **Un complément d'investigation est préconisé sur site** après enlèvement des déchets et des résidus d'incendie et nettoyage du site. Lors de cette mission, les dioxines et les métaux lourds seront investigués afin de conclure sur un éventuel impact de l'incendie sur le site.

Compte tenu des valeurs identifiées en métaux lourds et de leur potentiel lien avec l'incendie, **de nouvelles investigations sont proposées afin de vérifier l'absence de risque sanitaire** au droit des cibles exposées (parcs et cultures maraîchères) :

- De nouveaux prélèvements au niveau des espaces verts pour confirmer ou non les « zonations métaux » établies avec la réalisation d'un maillage plus précis ;
- Des analyses sur les légumes des potagers répertoriés dans les alentours ;

Avertissement

- ✓ *Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de HUB-ENVIRONNEMENT ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.*
- ✓ *Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des seules informations qui ont pu être recueillies auprès de l'Administration ou du Client et de la reconnaissance ponctuelle des sols selon la démarche officielle à partir de l'identification de zones sources potentielles. Il faut avoir conscience que le faible nombre d'analyses donne une idée partielle de la situation et que l'obtention de données précises passe par des investigations très approfondies et successives*
- ✓ *La responsabilité de HUB-ENVIRONNEMENT ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.*
- ✓ *HUB-ENVIRONNEMENT ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.*
- ✓ *HUB-ENVIRONNEMENT ne peut être tenu responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect et ou l'interprétation erronée de ses recommandations.*

ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche technique XRF

ANNEXE 2 : Bordereaux d'analyse

ANNEXE 1 : Fiche technique XRF

Analyseur XRF NITON XL3t portable

L'analyser XRF NITON :

Spectromètre portable à fluorescence X, autonome (fonctionne avec batterie) et léger (permet de travailler directement sur site)

Principe :

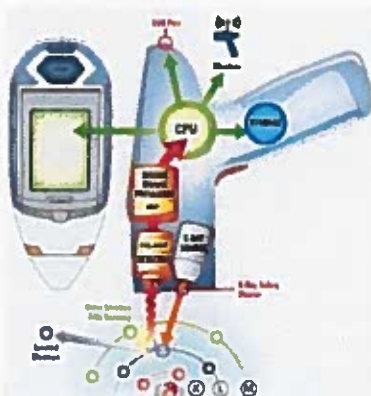
La fluorescence X est la réémission des rayons X par la matière après bombardement de cette dernière avec des rayons X

→ Mesures semi-quantitatives rapides, instantanées et non destructives

→ Gain de temps : fonction exclusive d'étalonnage automatique intégrée

→ Le filtrage automatique élimine les compromis : analyse rapide et précise des métaux dit de transition ou lourds sans compromettre la précision d'analyse des éléments légers.

→ Correction automatique de la pression barométrique permettant d'ajuster la mesure.



Caractéristiques :

- Doté d'un détecteur SI-PIN, d'un tube à rayons X hautes performances 50 kV
- Batterie remplaçable à chaud sans nécessité d'éteindre l'appareil ou de refaire l'étalonnage.
- Grand écran haute résolution orientable, tactile et translectif
- Étanche aux projections d'eau et de poussière



Utilisation des données :

Les données peuvent être exportées simplement et rapidement avec un câble USB ou un dispositif Bluetooth dans Microsoft Excel, ou être imprimées sur une imprimante sans fil.

Fiche technique Outil de terrain

Nom :

XRF NITON XL3t

Date d'acquisition :
Juin 2017

Domaine d'utilisation :
Environnement
Géotechnique

Éléments détectés :
Métaux lourds (plus de 25
éléments analysés)

Traitement de données :
Logiciel PC inclus, permet
l'analyse des données
modélisation étalonnage

Température de
fonctionnement :
de -10°C à 50°C

HUB-Environnement
3 rue des entrepôts
69004 Lyon
04 78 39 95 15

ANNEXE 2 : Bordereaux d'analyse

Bordereau d'analyse	
1. Nom du client : _____ 2. Adresse : _____ 3. Téléphone : _____ 4. E-mail : _____ 5. Date de l'analyse : _____ 6. Nom de l'analyste : _____ 7. Signature : _____ 8. Date de la signature : _____	9. Nom du client : _____ 10. Adresse : _____ 11. Téléphone : _____ 12. E-mail : _____ 13. Date de l'analyse : _____ 14. Nom de l'analyste : _____ 15. Signature : _____ 16. Date de la signature : _____

NOTE 2

A FIRST PLAST

Objet : Réponse à la demande DRIEE

Fait à Lyon, le 08 avril 2019

Les coordonnées GPS des points de prélèvements des campagnes de novembre et décembre 2017 sont disponibles dans le tableau ci-dessous :

Prélèvements	Coordonnées GPS DMS		Coordonnées GPS Décimal	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
S3	48°52'9.966" N	2°35'58.365"E	48.86943499139291	2.599545957007649
S4	48°52'6.799" N	2°35'59.273"E	48.86855521078907	2.599798187982742
S5	48°52'3.596" N	2°35'52.468"E	48.86766551705841	2.597908034059742
S6	48°52'3" N	2°36'11"E	48.8675	2.603055555555557
S7	48°51'59" N	2°36'15"E	48.86642522107466	2.6042213810052317
S8	48°51'49" N	2°36'23"E	48.86361	2.606388888888889
S9	48°51'42" N	2°36'25"E	48.8616667	2.6069444444444447
S10	48°51'57" N	2°35'58"E	48.8658333	2.5994444444444444
S11	48°51'56" N	2°36'23"E	48.86569965341674	2.606614460415358
S12	48°51'53" N	2°36'27"E	48.86487455746019	2.6077333280775292
S13	48°51'35" N	2°35'43"E	48.85999704632962	2.595311502016102
S14	48°51'14" N	2°36'47"E	48.85412935499255	2.6133233292897557
S15	48°51'14" N	2°36'55"E	48.853825365579524	2.6154398822784515
S16	48°51'5" N	2°36'51"E	48.85137432677828	2.614213907620069
S17	48°50'56.829" N	2°37'30.411"E	48.849119145973944	2.625114271905659
S18	48°50'49" N	2°36'23"E	48.8469444	2.606388888888889
S19	48°50'29.733" N	2°36'1.671"E	48.841592558407264	2.6004643604489956
S20	48°51'59.74" N	2°35'14.151"E	48.86659447585241	2.5872643693985538
S21	48°51'50.796" N	2°34'21.933"E	48.86410995282706	2.5727593494758594
S22	48°52'7.7555" N	2°34'43.905"E	48.86876525799076	2.5788627547696024
T1	48°52'12.286" N	2°37'26.629"	48.870079392351336	2.6240638525183613

Les résultats en métaux lourds associés à ces points sont rappelés ci-dessous.

Tableau 1- Résultats des métaux lourds dans les sols

Substances	Unités	Référence INRA	Usine			Zone Sud-Est					Zones Ouest			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S20	S21	S22	T1
Arsenic	mg/kg	30-60	4,7	<4	10	4,4	7,8	8,7	6	5,9	8,3	6,5	7,6	5,6
Cadmium	mg/kg	0,7-2	0,39	<0,4	0,65	0,52	0,82	0,43	0,33	0,53	0,28	0,28	0,25	0,31
Chrome	mg/kg	90-150	50	39	27	22	22	36	24	26	21	21	24	17
Cuivre	mg/kg	20-62	520	340	42	23	46	29	13	27	39	20	17	11
Mercure	mg/kg	0,15-2,3	<0,05	0,09	0,55	0,35	0,26	0,13	0,06	0,14	0,43	0,14	0,09	0,06
Plomb	mg/kg	60-90	790	1900	120	45	84	60	25	72	91	51	32	97
Nickel	mg/kg	60-130	22	18	19	14	17	21	14	15	14	14	16	10
Zinc	mg/kg	100-250	1900	5500	280	120	250	160	74	180	130	150	66	81

Substances	Unités	Référence INRA	Zone Sud-Est										
			S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
Arsenic	mg/kg	30-60	7	7	4	1	<LOD	<LOD	2	8	1	3	2
Cadmium	mg/kg	0,7-2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chrome	mg/kg	90-150	50	48	40	66	<LOD	36	24	39	74	33	34
Cuivre	mg/kg	20-62	6	30	33	26	<LOD	28	32	<LOD	177	11	25
Mercure	mg/kg	0,15-2,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Plomb	mg/kg	60-90	24	56	41	28	9	36	36	22	42	8	24
Nickel	mg/kg	60-130	18	15	4	4	48	36	<LOD	<LOD	91	<LOD	27
Zinc	mg/kg	100-250	62	115	116	81	7	43	42	58	114	20	27

	Anomalie modérée
	Forte Anomalie
	Sol ordinaire