



**BIO-TOX**

Toxicologie - Ecotoxicologie,  
Sécurité Produits et Environnement

Bordeaux, le 21/11/2013

Référence : 2013/INE/41528-synthèse

Selon le bon de commande CF130349 du 22/05/13

À l'attention de  
Mme Chantal Carrère  
Responsable Qualité Santé Environnement  
Inertam  
40110 Morcenx

---

### Plan de Surveillance Environnementale 2013

Campagne de prélèvement d'échantillons d'aiguilles de pin autour de  
l'usine de vitrification d'INERTAM de Morcenx (40)

-----  
*Synthèse et interprétation des résultats*

---



INDICE	1	2	3
DATE	21/11/2013		
EMISSION	Ph. SOLER		
VERIFICATION	M. Saint-Denis		

---

**Bio-Tox**, 18 Impasse de la Fauvette 33400 Talence

Tél. (+33) 05 57 99 01 69 ou (+33) 06 30 06 80 65 - e-mail : ph.soler@bio-tox.fr

Sarl au capital de 36 000 €, SIRET 444 722 797 000 32 – N° TVA intracommunautaire : FR 42 444 722 797

## Sommaire

1. Objet.....	5
2. Archivage des données.....	5
3. Date de réalisation des différentes étapes de l'étude.....	5
4. Les contraintes réglementaires.....	5
5. Introduction.....	5
6. Modes opératoires.....	6
7. Quelques précisions sur les dioxines et furanes.....	10
8. Valeurs de référence ou valeurs guides.....	12
Métaux lourds.....	12
Dioxines et furanes.....	13
9. Résultats.....	14
Concentrations en métaux.....	14
Concentrations en dioxines et furanes.....	17
10. Conclusion.....	19
11. Bibliographie.....	20

---

ANNEXE 1 : Compte-rendu sur la campagne de prélèvement d'échantillons d'aiguilles de pin du 11/09/13 autour de l'usine d'INERTAM (40).

ANNEXE 2 : Rapports d'analyses des PCDD/F et métaux lourds dans les aiguilles de pins en 2013.

ANNEXE 3 : Répartition des 17 congénères de dioxines et furanes en 2013.

ANNEXE 4 : Concentrations en métaux dans les aiguilles de pins depuis 2006.

# Index

2378TCDD	: .....	2,3,7,8 tetrachlorodibenzodioxine (dioxine de Seveso)
AFSSA	: .....	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
As	: .....	Arsenic
BRGM	: .....	Bureau de Recherche Géologique et Minière
Cd	: .....	Cadmium
CSHPF	: .....	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
Cr	: .....	Chrome
Cu	: .....	Cuivre
HRGC/HRMS	: .....	Chromatographie Gazeuse Haute Résolution/Spectrométrie de Masse Haute Résolution
ICP AES	: .....	Analyse « Inductive Coupled Plasma » (par Torche à plasma) par Spectrométrie d'Emission Atomique
ICP MS	: .....	Analyse « Inductive Coupled Plasma » (par Torche à plasma) par Spectrométrie de Masse
INERIS	: .....	Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels
LQ	: .....	limite de quantification
MB	: .....	matière brute (ou matière fraîche)
MF	: .....	matière fraîche
Mn	: .....	Manganèse
MS	: .....	matière sèche
ng	: .....	nanogramme 10 <sup>-9</sup> gramme
Ni	: .....	Nickel
OMS /WHO	: .....	Organisation Mondiale de la Santé (WHO : World Health Organisation)
OTAN / NATO	: .....	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
Pb	: .....	Plomb
PCDD	: .....	polychlorodibenzodioxines (ou dioxines)
PCDD/F	: .....	dioxines et furanes
PCDF	: .....	polychlorodibenzofuranes (ou furanes)
pg	: .....	picogramme 10 <sup>-12</sup> grammes
TEF	: .....	Toxic Equivalent Factor
TEQ	: .....	Toxic Equivalent Quantity
UIOM	: .....	Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
Zn	: .....	zinc

## Résumé

L'objectif de cette étude est de poursuivre la surveillance environnementale autour de l'usine Inertam en suivant l'évolution des concentrations en dioxines, furanes, et métaux lourds dans des matrices environnementales.

Il a été prévu une campagne de mesure complète dans les sols, les aiguilles de pin et le maïs tous les 3 ans (la première était en 2006, la 2<sup>nd</sup>e en 2009 et la dernière en 2012), avec entre temps (2007, 2008, 2010, 2011) des analyses dans 3 échantillons d'aiguilles de pins.

2013 correspond à une année intermédiaire.

Trois prélèvements d'aiguilles de pin ont été effectués en septembre 2013 selon les axes des vents dominants (est et ouest) et dans une zone hors panache (témoin) dans un rayon de 2.5 km autour de l'usine. Des analyses de dioxines et furanes, et métaux lourds ont été effectuées sur ces prélèvements.

Les concentrations en métaux, dioxines et furanes dans ces échantillons d'aiguilles de pins sont faibles à très faibles, et du même ordre de grandeur dans les 3 points exposés ou témoin.

**Ces résultats ne témoignent pas d'un impact actuel (en 2013) de l'installation sur son environnement immédiat.**

## 1. Objet

Ce rapport concerne l'analyse et l'interprétation des résultats de la campagne de mesure 2013 des retombées atmosphériques autour de l'usine de vitrification de Morcenx (40).

## 2. Archivage des données

Toutes les observations sont reportées dans un classeur et seront conservées pendant 2 ans à Bio-Tox.

## 3. Date de réalisation des différentes étapes de l'étude

Prélèvement des aiguilles de pin .....	11/09/2013
Envoi au laboratoire d'analyse .....	12/09/2013
Réception des résultats d'analyse .....	18/10/2013
Analyse des résultats, recherche bibliographique et rédaction du rapport de synthèse .....	30/10/2013 au 21/11/2013

## 4. Les contraintes réglementaires

L'arrêté du 20 septembre 2002 (relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux) prévoit une surveillance sous la responsabilité et aux frais de l'exploitant :

Cette surveillance doit porter sur :

1. les rejets atmosphériques,
2. les rejets aqueux,
3. la qualité des aquifères,
4. les effets sur l'environnement au voisinage de l'installation.

Les contraintes sur la nature et la fréquence des analyses sont parfaitement fixées pour les trois premiers alinéas. Par contre, pour le point 4, la réglementation n'indique que des idées générales sans imposer de méthodologie particulière.

L'usine doit également respecter l'arrêté du 03 août 2010, qui impose notamment de procéder à une mesure semi-continue des dioxines et furanes (en plus des 2 mesures annuelles) à partir du 1er juillet 2014. Des valeurs limites sont également fixées non plus seulement en termes de concentration, mais également en termes de flux, et doivent être précisées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation.

## 5. Introduction

Le site de la société Inertam est implanté sur la commune de Morcenx depuis 1996, au niveau d'une ancienne centrale thermique EDF d'Arjuzanx (l'emplacement de l'usine est encore identifiable sur les vue aériennes). Inertam exploite des installations de vitrification des

déchets amiantifères. Deux lignes de vitrification ont été construites initialement. En 2000, un projet de construction d'une 3<sup>ème</sup> ligne a été acté.

Ce site est situé à proximité d'une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF), "anciennes mines de lignite d'Arjuzanx" (720002393) depuis 1997 et une zone Natura 2000 (zone de protection spéciale (directive oiseaux) n° FR7212001 : "site d'Arjuzanx" depuis l'arrêté du 18/10/2002.

Ces zones correspondent à l'emplacement de l'ancienne mine de lignite (comme le nom de la ZNIEFF l'indique).

Depuis 2006, Inertam a mis en place des mesures dans l'environnement afin d'évaluer l'impact des retombées atmosphériques de l'installation.

L'objectif de cette étude est de poursuivre la surveillance environnementale autour de l'usine Inertam en suivant l'évolution des concentrations en dioxines et furanes et métaux lourds dans des échantillons d'aiguilles de pin.

Notons que la société CHO POWER a installé une unité de production d'électricité par gazéification de déchets à proximité immédiate de la société INERTAM. Celle-ci est en cours de mise en service. L'arrêté préfectoral précise les conditions de la surveillance environnementale de CHO POWER et ajoute notamment la mesure de paramètres supplémentaires par rapport à ce qui est déjà mis en œuvre pour Inertam.

La surveillance environnementale des deux usines sera par la suite mutualisée.

## 6. Modes opératoires

Les informations concernant la stratégie d'échantillonnage, la collecte et les caractéristiques des échantillons d'aiguilles de pin ainsi que les photographies des prélèvements sont détaillées en [Annexe 1](#).

Le choix des matrices a été affiné à l'issue des conclusions des études précédentes et des échanges qui ont eu lieu lors des différentes réunions avec l'exploitant, la DRIRE (désormais DREAL) et la DDAS. Nous avons retenu les sols, les aiguilles de pin et des végétaux destinés à l'alimentation pour les raisons suivantes.

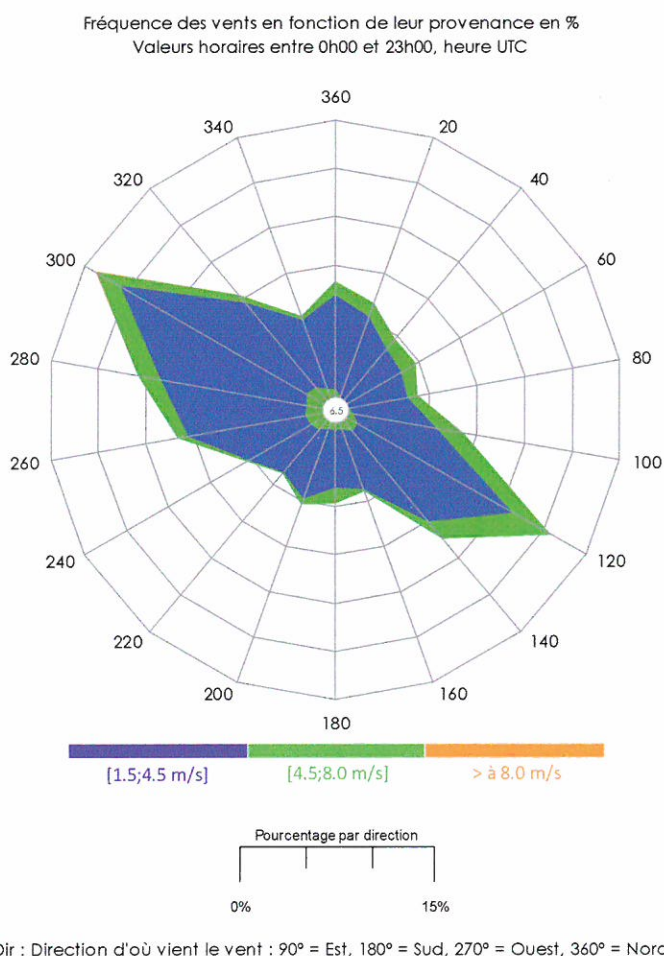
Les sols sont le réceptacle ultime des dépôts de contaminants (dioxines et furanes mais également métaux lourds ou autres). Les dioxines et furanes sont des composés fortement rémanents, elles sont donc présentes dans les sols pour une durée très longue (demi-vie estimée à plusieurs dizaines d'années en sous-sol et une dizaine d'années en surface). Les dioxines et furanes sont peu transférables à partir du sol puisque 80% se retrouvent dans les 15 premiers centimètres du sol. (Brzuzy et Hites, 1995). Ce milieu ne peut être utilisé pour suivre des variations à court terme de dépôts de dioxines et furanes et reflète une pollution cumulée. Les mesures dans le sol permettront de connaître l'impact du fonctionnement passé de l'installation, et éventuellement de suivre la décroissance des concentrations puisque l'installation a été modifiée pour respecter la réglementation. Il n'existe pas pour l'instant de valeur réglementaire en France qui fixerait des seuils à ne pas dépasser. Cependant les seuils allemands sont habituellement utilisés par les instances réglementaires françaises.

Des mesures des parties aériennes des végétaux permettent d'évaluer les dépôts de poussières sur lesquelles peuvent être adsorbées des contaminants.

Dans le cas de l'unité de vitrification d'Inertam, situé dans les landes, des mesures dans des aiguilles de pins sont envisageables. Le cas des pins, et des résineux d'une façon générale, est particulier puisque la surface foliaire varie peu et que les aiguilles sont peu ou pas consommées par les animaux. La mesure dans des aiguilles de l'année apporte des informations sur les émissions de l'année en cours. Il n'existe pas de valeurs réglementaires, mais de nombreuses études, notamment européennes, fournissent des concentrations moyennes qui peuvent servir de référence.

Des mesures dans des végétaux destinés à l'alimentation humaine ou animale apportent des informations sur les risques sanitaires. Il existe des valeurs réglementaires pour les dioxines et furanes, le plomb et le cadmium. Le maïs a été choisi dans le cas d'Inertam pour les raisons suivantes :

- les conditions agricoles locales,
- nous souhaitons trouver la même matrice végétale pour les 2 points de prélèvement envisagés,
- nous souhaitons éviter les jardins potagers de particuliers, dont les pratiques sont variables et souvent difficiles à connaître.



**Figure 1 : Rose des vents obtenue à partir des données météorologiques de la station de Sabres**  
(Période du 1er janvier au 25 décembre 2005).

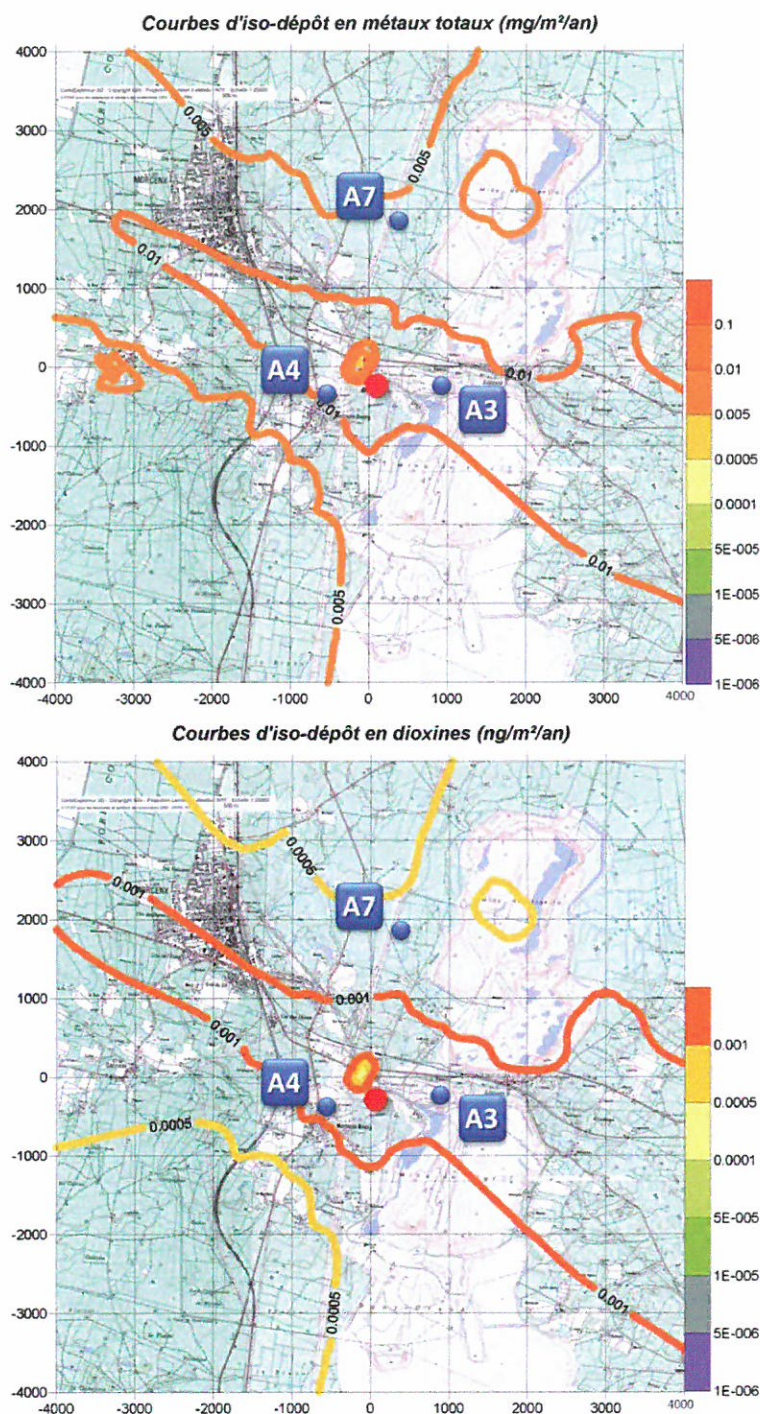


Figure 2 : courbes d'iso-dépôt en métaux totaux (mg/m<sup>2</sup>/an) et en PCDD/F (ng/m<sup>2</sup>/an).

Le choix des zones de prélèvements a été fait dans un premier temps à l'aide de la rose des vents de Mont de Marsan, et des résultats de l'étude de dispersion réalisée par l'APAVE en 2001 pour Inertam (Rapport indexé 01.01.EV-154/DA de novembre 2001), puis à l'aide de données plus actuelles et plus locales : la rose des vents de Sabres (Figure 1) et les résultats de l'étude de dispersion réalisée par Bio-Tox en 2006 dans le cadre de la mise à jour du volet santé de l'Etude d'impact (rapport référence In/VSEI/060839 du 6 octobre 2006).

La Figure 2 présente les dépôts modélisés au sol de métaux d'une part et dioxines et furanes d'autre part.

Au bilan, 3 échantillons d'aiguilles de pin ont été collectés dont la localisation est précisée sur la Figure 3. Le point témoin est le point 7.

Le Tableau 1 représente la distance entre les points et l'INERTAM, leur orientation ainsi que les sources potentielles d'influence.

Point	distance (m)	orientation	Influences tierces potentielles
A3	965	ENE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancienne mine de lignite</li> <li>• Cho Power</li> </ul>
A4	706	OSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agriculture (champs de maïs)</li> </ul>
A7	2645	N	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploitation forestière</li> </ul>

Tableau 1 : Distances (en m) et direction des différents points de prélèvement par rapport à l'usine.



Source : IGN – Carte topographique TOP25 N°1441E

Figure 3 : Localisation des points de prélèvements d'aiguilles de pins en 2013.

Les composés chimiques suivants ont été analysés sur ces 3 échantillons :

- Métaux lourds (cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), manganèse (Mn), nickel (Ni), plomb (Pb), sélénium (Se), étain (Sn), zinc (Zn), et Arsenic (As)) ;
- Les 17 congénères de dioxines et furanes (PCDD/Fs) suivants :
  - 7 congénères de dioxines : 2,3,7,8-TCDD (dite dioxine de Seveso) ; 1,2,3,7,8-PeCDD ; 1,2,3,7,8,9-HxCDD ; 1,2,3,4,7,8-HxCDD ; 1,2,3,6,7,8- HxCDD ; 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD ; OCDD

- 10 congénères de furanes : 2,3,7,8-TCDF ; 1,2,3,7,8-PeCDF ; 2,3,4,7,8-PeCDF ; 1,2,3,4,7,8-HxCDF ; 1,2,3,6,7,8-HxCDF ; 2,3,4,6,7,8-HxCDF ; 1,2,3,7,8,9-HxCDF ; 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF ; 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF et OCDF.

Les analyses des dioxines et furanes et métaux lourds sont exigées par la réglementation (arrêté de 2002).

En effet, d'une part les **dioxines et furanes**, de par leur stabilité physique et chimique, sont un traceur de choix de ce type d'installation, et d'autre part, elles présentent un caractère dangereux. Elles sont émises sous forme gazeuse et particulaire, mais ce sont majoritairement les composés particuliers qui vont se déposer au voisinage du site.

Concernant les **métaux**, ceux-ci sont majoritairement adsorbés sur les particules contenues dans les fumées. Bien que certains métaux soient naturellement présents dans les sols (comme le plomb), la plupart d'entre eux présentent également un caractère dangereux.

## 7. Quelques précisions sur les dioxines et furanes

Ce paragraphe n'a pas la prétention d'être totalement exhaustif sur les connaissances à date concernant les dioxines et furanes, mais d'apporter quelques éléments d'information qui permettront de comprendre les résultats des dosages de ces composés.

Le terme générique de « dioxines » ou « dioxines et furanes » regroupe deux familles de composés (les polychlorodibenzo-para-dioxines ou PCDD et les polychlorodibenzofuranes ou PCDF). Ainsi, ce terme désigne en réalité plus de 200 molécules différentes. Parmi ces molécules, seules 17 sont reconnues comme dangereuses et sont analysées. Ces 17 congénères ne présentent pas tous la même toxicité.

En raison, d'une part, du grand nombre de molécules différentes en cause et, d'autre part, du fait que l'exposition n'est jamais reliée à une seule molécule mais à un mélange de nombreux congénères, il a fallu, pour pouvoir comparer les risques liés à l'exposition à des mélanges différents, résoudre le problème de l'expression des résultats des dosages. Pour ce faire, la notion de facteur d'équivalence de toxicité (TEF ou I-TEF pour International Toxic Equivalent Factor) a été développée depuis 1976<sup>1</sup>. Le principe est, pour chaque congénère, de multiplier le résultat de son dosage (déterminé par la méthode analytique) par un facteur de conversion qui tient compte de son activité toxique. Ce facteur a été établi par rapport à la 2,3,7,8 TCDD qui est considérée comme la molécule de référence car étant la plus toxique ; la 2,3,7,8 TCDD a donc un TEF de 1 (AFSSA/CSHPF, 2000).

Ils ont été sélectionnés sur la base de leur toxicité, ils comportent au moins 4 atomes de chlore en position 2, 3, 7 et 8 ; leur toxicité décroît des composés tétra-chlorés vers les octa-chlorés. Les résultats des dosages sont donc exprimés en Equivalents Toxiques (I-TEQ) qui correspondent à la somme des 17 dosages des différents congénères multipliés chacun par leur facteur d'équivalence. La concentration en dioxines s'exprime en picogrammes (pg, 10<sup>-12</sup>g) ou nanogrammes (ng, 10<sup>-9</sup>g) TEQ.

Deux systèmes d'équivalents toxiques existent : les systèmes de pondération de l'OTAN (Organisation du Traité Atlantique Nord) et de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé, ou WHO : World Health Organisation).

---

<sup>1</sup> Deux systèmes d'équivalent toxique existent : le système NATO (OTAN) et le système OMS. Les résultats de ce rapport font référence au système OMS<sub>1997</sub>.

Plusieurs listes existent actuellement; la plus utilisée est celle de l'OTAN créée en 1988 qui comprend 17 HAP chlorés dont 7 congénères de PCDD et 10 de PCDF.

Le système OTAN date de 1994.

En 1997, l'OMS a procédé à une réévaluation des TEF en ajoutant 12 polychlorobiphényles (PCB) de structure coplaire (dits « dioxine like »). Dans le présent rapport les TEF utilisés sont systématiquement ceux de 1997 de l'OMS.

En 2005, l'OMS (IPCS, International Programme on Chemical Safety) a réévalué les facteurs TEF pour les dioxines et furanes, et pour les composés dioxine like. La toxicité de certains congénères a été revue à la baisse.

Dioxines (PCDDs)	Furanes (PCDFs)
2,3,7,8 - Tetrachlorodibenzodioxine	2,3,7,8 - Tetrachlorodibenzofurane
1,2,3,7,8 - Pentachlorodibenzodioxine	1,2,3,7,8 - Pentachlorodibenzofurane
1,2,3,4,7,8 - Hexachlorodibenzodioxine	2,3,4,7,8 - Pentachlorodibenzofurane
1,2,3,6,7,8 - Hexachlorodibenzodioxine	1,2,3,4,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
1,2,3,7,8,9 - Hexachlorodibenzodioxine	1,2,3,6,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
1,2,3,4,6,7,8 - Heptachlorodibenzodioxine	2,3,4,6,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
Octachlorodibenzodioxine	1,2,3,7,8,9 - Hexachlorodibenzofurane
	1,2,3,4,6,7,8 - Heptachlorodibenzofurane
	1,2,3,4,7,8,9 - Heptachlorodibenzofurane
	Octachlorodibenzofurane

**Tableau 2 : Liste des 17 congénères de dioxines et furanes habituellement analysés sur lesquels se base le calcul en TEQ.**

Selon les cas, les méthodes de calcul en TEQ prennent en compte soit les 17 congénères, soit y associent les PCB DL). La méthode de calcul doit être précisée, car le fait d'utiliser les TEF OTAN ou OMS<sub>1997</sub> ou OMS<sub>2005</sub>, ou d'intégrer ou non les PCB-DL peut changer considérablement les résultats.

Unité	Notation décimale	Notation scientifique
g (gramme)	1	1.10 <sup>0</sup>
mg (milligramme)	0.001	1.10 <sup>-3</sup>
µg (microgramme)	0.000 001	1.10 <sup>-6</sup>
ng (nanogramme)	0.000 000 001	1.10 <sup>-9</sup>
pg (picogramme)	0.000 000 000 001	1.10 <sup>-12</sup>
fg (fentogramme)	0.000 000 000 000 001	1.10 <sup>-15</sup>

**Tableau 3 : Rappel de quelques sous-multiples décimaux.**

## 8. Valeurs de référence ou valeurs guides

Il n'existe pas de valeur réglementaire en Europe concernant les aiguilles de pin. Toute comparaison avec des valeurs limites (cas des métaux) ou des recommandations (cas des dioxines et furanes) dans des végétaux comestibles n'est pas pertinente.

Cette matrice est néanmoins utilisée pour la biosurveillance par de nombreux pays (notamment européens et d'Amérique du Nord), ce qui permet d'avoir des informations sur les gammes de concentrations mesurées dans différents environnements (rural, urbain, industriel, fortement pollué...). Il existe également des recommandations dans le cas des métaux lourds et éléments essentiels.

Enfin le référentiel idéal est un référentiel local, nous comparerons donc les résultats obtenus à ceux des années précédentes.

### Métaux lourds

Une étude canadienne (Gratton *et al.*, 2000) a mesuré les teneurs en métaux dans des aiguilles de pin (*Pinus banksiana*) âgées d'un an dans différents sites témoins et dans des zones minières. Cette étude fait également référence à des valeurs guides dans les tissus végétaux provenant du Ministère de l'Environnement de l'Ontario (OMEE) dont nous n'avons pu nous procurer le document original pour l'instant.

Un rapport de la Commission Economique des Nations Unies (UN/ECE) réalisé par le Centre Fédéral de Recherche pour la forêt et les produits forestiers (BFH) en 2001 fournit également des valeurs maximales (au-delà desquelles les plantes peuvent subir des dommages), extrêmes (concentrations les plus fortes mesurées près de fonderies ou de mines) et des recommandations (valeurs à ne pas dépasser). L'âge des aiguilles n'est pas précisé mais ce rapport souligne que ce paramètre est une source de variabilité des résultats (notamment il y aurait une diminution des teneurs en Zn et Cu avec l'âge des aiguilles).

Source	Gratton <i>et al.</i> (2000)			UN/ECE (2001)			
	Sites témoins	Sites miniers	Valeurs guide OMEE	médiane	Valeur max	Valeurs extrêmes	EC-UN/ECE, 1995
Cd	0.05 - 0.14	0.22 - 0.31			5 - 10		1 - 3
Cu	3.1 - 3.4	10.3 - 28.6	20	3 - 3.5	15 - 20	50	7 - 20
Mn	125 - 600	145 - 880					1000 - 4000
Ni	3.3 - 4.5	28.9 - 50.8	30				
Pb	0.5 - 0.6	1.8 - 5.9	30		20 - 35	70	4 - 30
Zn	43 - 66	10.4 - 20.7		41	200 - 300	175	50 - 100

**Tableau 4 : Concentrations en métaux dans des aiguilles de pin de divers sites et recommandations en mg/kg MS**

(les recommandations sont en gris).

Les moyennes des valeurs locales mesurées autour du site de 2006 à 2012 pour les trois points de prélèvements annuels (A3, A4 et A7) sont présentées dans le tableau suivant :

	Moyenne	Minimum	Maximum
As	0.44	0.11	1.52
Cd	0.24	0.12	0.48
Cr	0.87	0.10	2.80
Cu	3.19	1.23	6.33
Mn	221.73	138.15	502.94
Ni	2.25	0.78	4.56
Pb	0.23	0.10	0.53
Se	0.41	0.06	1.02
Sn	0.51	0.10	1.35
Zn	27.39	10.53	54.58

**Tableau 5 : Moyennes, minima et maxima des concentrations en métaux obtenues dans les aiguilles de pins autour d'Inertam entre 2006 et 2012 (en mg/kg MS avec LQ).**

### Dioxines et furanes

Les teneurs moyennes dans les aiguilles de pin sont comprises entre 0.3 et 1.9 pg TEQ/g de matière sèche (Commission Européenne DG Environnement, 1999). Un maximum de 100 pg TEQ/g de matière sèche a été mesuré aux abords de sites contaminés. Les concentrations en dioxines et furanes augmentent avec l'âge des aiguilles.

Une majorité de dioxines est mesurés dans les aiguilles de pin (peu de furanes), et les composés les plus importants sont les plus chlorés (Di Guardo *et al.*, 1999).

Les valeurs locales mesurées autour d'Inertam entre 2006 et 2012 sont présentées dans le Tableau 6.

	Moyenne	Minimum	Maximum
2006	0.06	0.01	0.13
2007	0.17	0.07	0.33
2008	0.10	0.08	0.14
2009	0.23	0.18	0.32
2010	0.20	0.10	0.27
2011	0.24	0.14	0.38
2012	0.26	0.21	0.36

**Tableau 6 : Concentrations en dioxines et furanes obtenues dans les aiguilles de pins autour d'Inertam entre 2006 et 2012 (en pg TEQ/g MS, avec LQ).**

## 9. Résultats

Les rapports originaux des analyses sont présentés en [Annexe 2](#). Sauf précision contraire, les résultats des dioxines et furanes sont exprimés avec LQ, c'est-à-dire que toutes les valeurs sont prises en compte même celles en dessous de la limite de quantification, considérées comme égales à cette limite.

### Concentrations en métaux

Les concentrations en métaux dans les aiguilles de pins en 2013 sont présentées dans le Tableau 7.

La moyenne a été calculée sur les valeurs détectées (donc sans tenir compte des seuils). Lorsque le métal considéré n'a pas été détecté au niveau de plus de la moitié des points, la moyenne n'a pas été calculée. Aucune valeur minimale n'a été indiquée lorsqu'au moins un des points présentait une valeur sous le seuil de détection.

mg/kg ms	A3	A4	A7	Moy	Min	Max
As	0.10	0.10	0.15	0.13	-	0.15
Cd	0.31	0.15	0.10	0.19	0.10	0.31
Cr	0.26	0.25	0.26	-	-	-
Cu	2.62	1.53	3.09	2.41	1.53	3.09
Mn	192.10	161.40	29.90	127.80	29.90	192.10
Ni	4.19	2.04	1.03	2.42	1.03	4.19
Pb	0.21	0.15	0.26	0.21	0.15	0.26
Se	0.26	0.25	0.26	-	-	-
Sn	0.26	0.25	0.26	-	-	-
Zn	17.80	17.80	18.00	17.87	17.80	18.00
<b>Total avec LQ</b>	218.11	183.92	53.31			
<b>Total sans LQ</b>	217.33	183.07	52.53			

**Tableau 7 : Concentrations en métaux dans les aiguilles de pin autour d'INERTAM en 2013 (mg/kg MS).**

(ms: matière sèche ; moy : moyenne - min : minimum, max : maximum - en rouge : seuil de détection – en bleu gras : valeur maximale, en vert gras : valeur minimale).

Le chrome, le sélénium et l'étain ne sont pas détectés. L'arsenic est soit non détecté, soit très proche ou à la valeur de la limite de quantification.

Tous les métaux détectés se situent dans les fourchettes des concentrations mesurées sur des sites témoins par Gratton *et al* (2000), sauf pour le cadmium au point A3, qui se situe à la limite supérieure des sites miniers. Toutefois, la concentration en Cd mesurée au point A3 reste largement en dessous des recommandations de l'UN/ECE (1995).

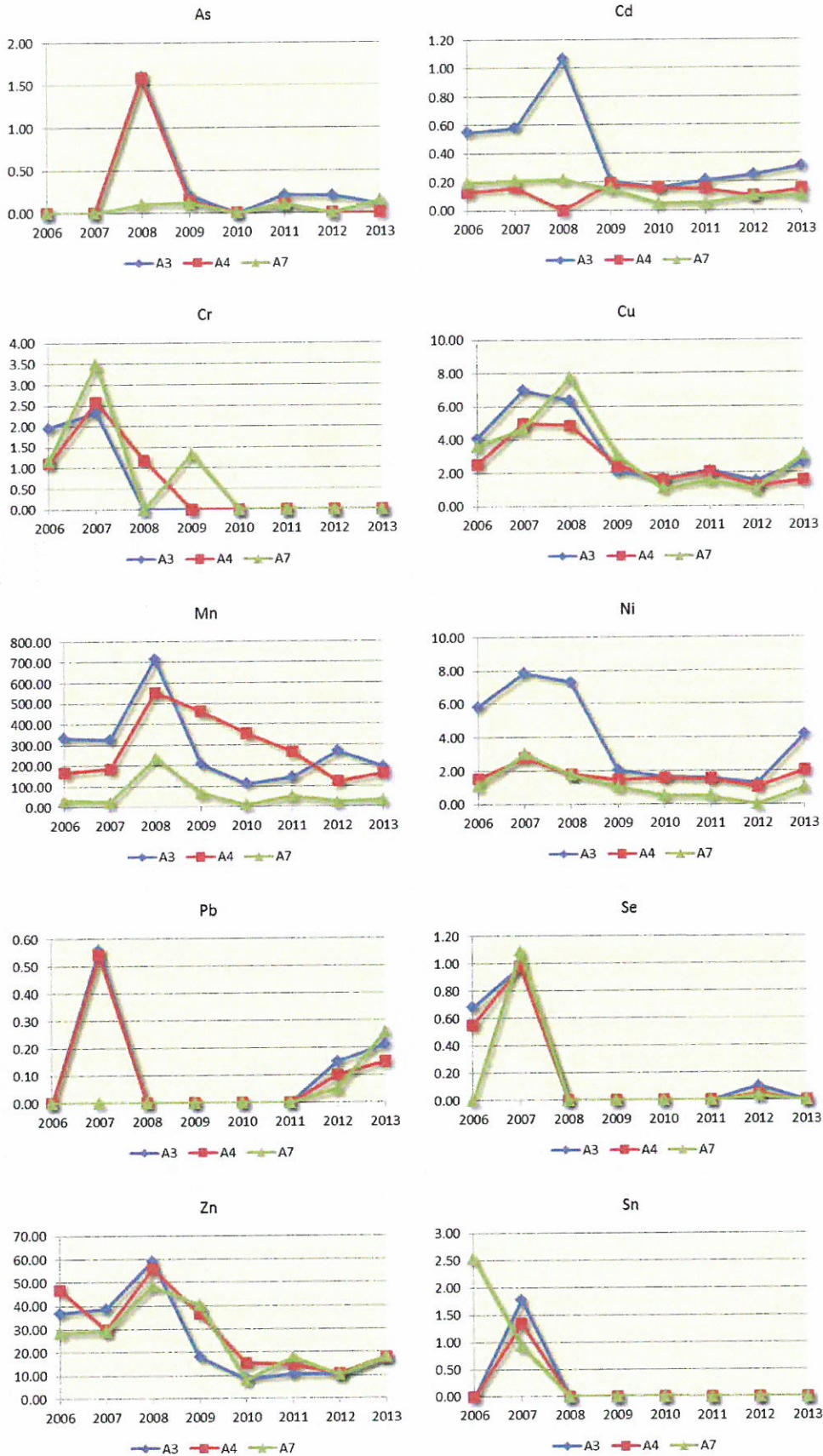
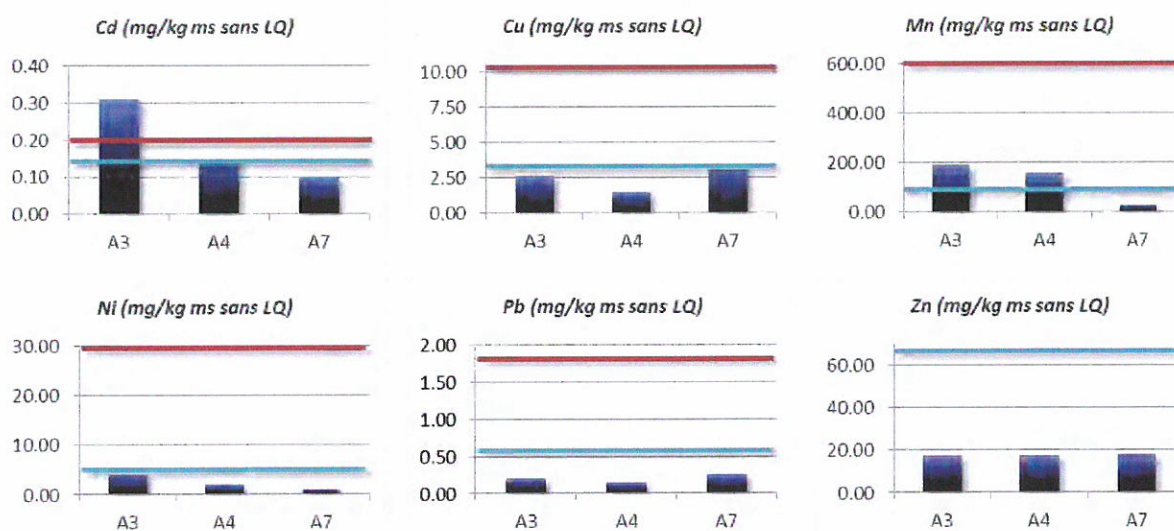


Figure 5: Evolution des différents métaux depuis 2006 en A3, A4 et A7.

(en mg/kg MS sans seuils)

Des variations importantes entre les différents points sont mises en évidence pour le manganèse (les points A3 et A4 se distinguent du point A7 par des concentrations beaucoup plus élevées). Cela confirme les observations des années précédentes pour ce métal. Le maximum de manganèse est mesuré au point A3. Les teneurs en manganèse sont liées à l'activité biologique des sols, qui présentent eux même des concentrations très variables. On peut donc mesurer des concentrations très différentes sur des zones peu éloignées. Les valeurs maximales sont observées en A3 et A7 (Cd, Mn et Ni pour A3 et As, Cu, Pb et Zn pour A7).



**Figure 4 : Concentrations en métaux en mg/kg ms, sans LQ.**

(La ligne bleue correspond à la valeur max des sites témoins et la ligne rouge à la valeur minimale des sites miniers (Gratton et al., 2000)).

#### Evolution des concentrations en métaux :

Les tableaux des valeurs sont détaillés en [Annexe 4](#).

La Figure 5 représente les concentrations annuelles mesurées aux points A3, A4 et A7 depuis 2006.

Les métaux As, Cr, Sn et Se sont rarement détectés, nous ne pouvons donc pas étudier l'évolution des teneurs au cours du temps.

De la même manière, le plomb est rarement détecté au cours du temps. Cependant depuis 2011, bien que les concentrations mesurées soient faibles, on observe une augmentation régulière de celles-ci.

Les concentrations de Cd, Cu, Mn et Ni sont faibles et stables depuis 2009 pour les trois points (depuis 2012 pour le Mn en A4 et excepté le Ni en A3 pour lequel on observe une légère augmentation en 2013). Les concentrations en zinc sont faibles et stables depuis 2010 pour les 3 points.

Les concentrations au niveau de l'échantillon témoin A7 sont parfois comparables à celles des 2 autres points (Zn et Cu). En revanche, pour certains métaux elles sont plus faibles (Cd, Ni, Mn) ce qui pourrait provenir de l'éloignement de l'usine et/ou de la zone industrielle.

### Concentrations en dioxines et furanes

Les concentrations en dioxines et furanes mesurées en 2013 dans les échantillons d'aiguilles de pins sont les suivantes :

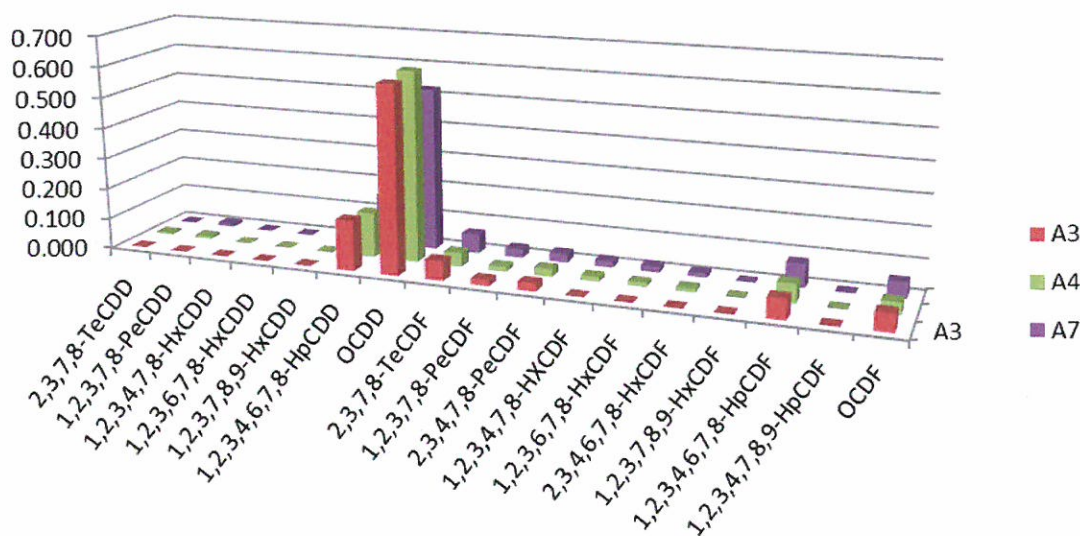
2013	A3	A4	A7
Total avec LQ	0.048	0.070	0.080
Total sans LQ	0.014	0.063	0.057
Nb de congénères détectés	7	12	11

**Tableau 8 : Concentrations en dioxines et furanes dans les aiguilles de pin en 2013**  
(pg I-TEQ/g matière sèche; LQ : limite de quantification).

Le détail des concentrations mesurées pour chacun des congénères est présenté en [Annexe 3](#).

Les concentrations sont comprises entre 0.048 et 0.080 pg I-TEQ/g MS (avec LQ) et entre 0.014 et 0.063 pg I-TEQ/g MS sans LQ. Tous les points sont en dessous de la valeur la plus basse de la fourchette de 0.3 à 1.9 pg I-TEQ/g MS ce qui signifie que l'on se situe dans le « bruit de fond » (Commission Européenne DG Environnement, 1999). Les concentrations les plus élevées se situent au niveau du point 4 et les plus faibles en A3 (dans une zone sous influence). Le point témoin A7 ne présente pas les teneurs les plus faibles.

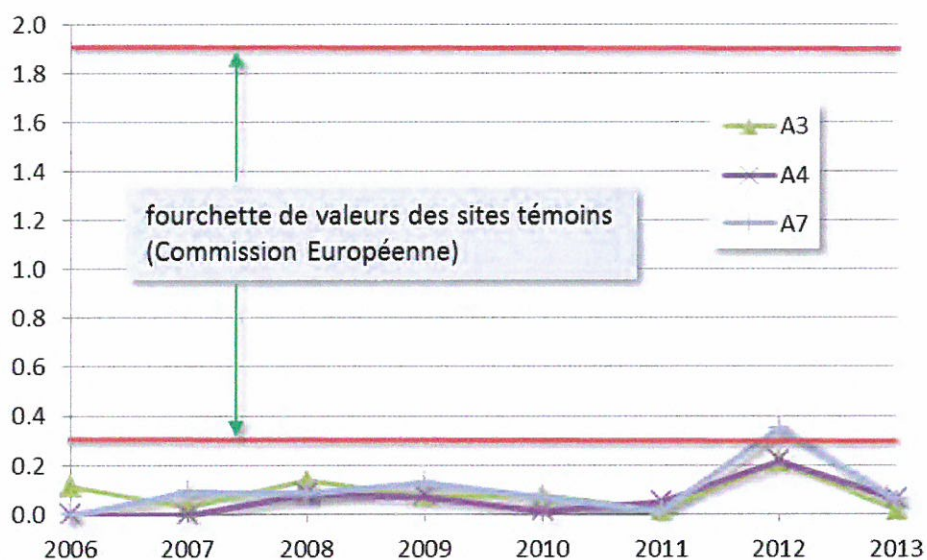
Les profils des congénères sont présentés dans la Figure 6. Deux congénères ne sont détectés dans pratiquement aucun échantillon d'aiguilles de pin : 123789HxCDF (sauf en A2) et 1234789HpCDF (sauf en A1).



**Figure 6: Répartition des différents congénères dans les aiguilles de pin en 2013**  
(en pourcentage massique, sans LQ)

Comme pour les sols, la majorité des congénères est constituée par les 4 composés suivants : 1234678HpCDD, OCDD, 1234678HpCDF et OCDF (composés à 7 ou 8 chlores).

La Figure 7 présente l'évolution des concentrations en PCDD/F depuis 2006.



**Figure 7 : Evolution des concentrations en dioxines et furanes dans les aiguilles de pins depuis 2006**  
(En pg I-TEQ/G MS, sans seuil.)

La Figure 7 met en évidence des teneurs très faibles et relativement stables entre 2006 et 2013, avec une légère hausse observée en 2012.

Dans l'ensemble depuis 2006, les concentrations en dioxines et furanes dans les aiguilles de pins sont très faibles et inférieures à la valeur basse de la fourchette des sites témoins de la Commission Européenne. Les valeurs au niveau du témoin ne sont pas souvent les plus faibles, ce qui met en évidence l'absence d'impact des émissions de l'usine.

## 10. Conclusion

L'objectif de cette surveillance pluriannuelle est d'évaluer la qualité de l'air autour de l'installation de vitrification de Morcenx (40).

**Les teneurs en métaux dans les aiguilles de pins sont faibles** au regard des référentiels et représentatives de sites témoins. Une tendance à la baisse est notée pour certains métaux dans l'ensemble des prélèvements d'aiguilles.

**Les teneurs en dioxines et furanes** mesurés dans les échantillons d'aiguilles de pins prélevés autour de l'usine d'INERTAM sont **faibles à très faibles** au regard des référentiels. L'évolution au cours du temps ne met pas en évidence de tendances nettes pour ces composés si ce n'est une certaine stabilité des concentrations.

Les concentrations mesurées au niveau du point témoin ne sont pas plus faibles que celles des échantillons prélevés dans les zones en théorie exposées aux émissions de l'usine.

**Les résultats obtenus en 2013 ne mettent pas en évidence l'influence des émissions de l'usine.**

## 11. Bibliographie

- Atlas Géochimique d'Europe (2005) Partie 1. Editeur en chef : Salminen R. Forum of European Geological Surveys (GOREGS) <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>
- Ademe (mars 2004) Dioxines et POP. Journées Techniques Nationales, dossier de presse.
- Airparif (juin 2005) Campagne de mesure des dioxines et furanes dans l'air ambiant : bibliographie et résumé technique.
- AFSSA/CSHPF (2000) Dioxines : données de contamination et d'exposition de la population française. Rapport rédigé dans le cadre du groupe de travail "Contaminants et phytosanitaires" du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France Section Alimentation et Nutrition.
- Brzuz L.P., Hites R.A. (1995) Estimating the atmospheric deposition of polychlorinated dibenzofurans and dibenzo-p-dioxines in ambient air. *Env. Sci. Technol.*, 29 : 2090-2098.
- Commission Européenne DG Environnement (1999) Compilation of EU dioxin exposure and health data – Task 2 – Environmental levels.
- EC-UN/ECE (2001) ICP Forests – Programme Coordinating Centre. Atmospheric heavy metals and forest ecosystems. BFH.
- Gratton WS, Nkongolo KK, Spiers GA (2000) Heavy metals accumulation in soil and jack pine (*Pinus banksiana*) needles in sudbury, Ontario, Canada. *Bull Environ Contam Toxicol* 64, 550-557.
- INRA BRGM (2000) Fonds géochimique naturel. Etat des connaissances à l'échelle nationale. BRGM/RP-50158-FR
- Komichi I, Takatori A, Aoyama T, Vrzic B (2004) Citizen participatory dioxin monitoring campaign by pine needles as biomonitoring of ambient air dioxin pollution. *Organohalogen Compounds*, vol 66.
- Kozul D, Romanic SH (2008) Distribution of organochlorine compounds in pine needles collected in Zagreb. *Bull Environ Contam Toxicol* 81, 339-342.
- Romanic SH and Krauthacker B (2004) PCB and organochlorine pesticides in one-year and two-year old pine needles. *Organohalogen Compounds*, vol 66.s
- Miyata H, Iwata N, Nakao T, Aozasa O, Simamura A, Ohta S (2002) Development of simple and accurate evaluation method on air pollution by dioxin analogues using japanese black pine needle as an indicator. *Organohalogen Compounds*, vol 59.

**ANNEXE 1 : Compte-rendu sur la campagne de prélèvement d'échantillons d'aiguilles de pin du 11/09/13 autour de l'usine d'INERTAM (40)**

## COMPTE-RENDU DE PRELEVEMENT D'AIGUILLES DE PINS DU 11/09/2013 AUTOUR DE L'USINE D'INERTAM (40)

### 1 - Objet

Compte-rendu sur la collecte d'échantillons d'aiguilles de pin réalisée autour de l'unité de vitrification de Morcenx (40) le 11 septembre 2013.

### 2 - Echantillonnage

#### 2.1 - Personnes présentes

M. Sébastien Couralet (Aerial),  
M. Philippe Soler (Bio-Tox).

#### 2.2 - Stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage a été élaborée en accord avec Inertam, la DRIRE et la DDAS et après examen de l'étude d'impact de 2001 et de la rose des vents.

La campagne de prélèvements 2013 prévoit 3 points de prélèvements d'aiguilles de pin, A3; A4 et A7 (Figure 1 et Figure 2).



Figure 1 : Localisation des prélèvements en 2013 (vue aérienne).