



## I – CONTEXTE

- Dans le cadre d'une convention cadre de partenariat, AIR LR assiste – depuis 2001 – le gouvernement andorran dans sa mise en œuvre de la surveillance de la qualité de l'air sur la Principauté. Cette aide porte, notamment, sur la validation de protocoles et de sites de mesure, la rédaction et la relecture experte de projets techniques, études et rapports.
- Une usine d'incinération des déchets (appelée CTR<sup>1</sup>) est en fonctionnement depuis le printemps 2007 (voir le tableau ci-dessous). Le Gouvernement andorran a mis en place un plan de surveillance de la qualité de l'air autour du CTR, selon un protocole développé par l'INERIS<sup>2</sup> :



	Date	Commentaires
Etat zéro	Mai 2005 au printemps 2006	Etat initial
Etat PF	Juillet 2006 au printemps 2007	Période d'essai de l'usine CTR (juin 2006 à mai 2007)
Etat un	Mai 2007 à Automne 2007	Première année (incomplète) de fonctionnement du CTR
Etat deux	Hiver 2007 à Automne 2008	Première année (complète) de fonctionnement du CTR
Etat trois	Hiver 2008 à Automne 2009	Deuxième année (complète) de fonctionnement du CTR
Etat quatre	Hiver 2009 à Automne 2010	Troisième année (complète) de fonctionnement du CTR
Etat cinq	Hiver 2010 à Automne 2011	Quatrième année (complète) de fonctionnement du CTR
Etat six	Hiver 2011 à Automne 2012	Cinquième année (complète) de fonctionnement du CTR

- C'est dans ce cadre qu'AIR LR dresse ici le bilan des mesures de qualité de l'air et des sols réalisées autour du centre de traitement des résidus (CTR) de la Principauté andorrane au cours de l'année 2012.

## II – OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE

- Evaluer l'évolution des teneurs d'un certain nombre de polluants depuis la mise en service du CTR dans l'air ambiant et les sols.
- Comparer les résultats des mesures avec les valeurs réglementaires actuelles et les teneurs habituellement rencontrées.
- Proposer une éventuelle optimisation du dispositif de surveillance.

<sup>1</sup> Centre de Traitement des Résidus

<sup>2</sup> Institut National de l'Environnement industriel et des RISques français.

## III – MOYENS MIS EN ŒUVRE EN 2012

### 3.1 – MESURES DANS L'AIR

Tous les éléments mesurés dans l'air (PM 10, métaux et dioxines) sont susceptibles d'être émis par le CTR.

N°	Nom	Environnement du site	Mesures en 2012	
			Dépôts*	Particules en suspension PM 10**
2	CTR	Proximité CTR	X	
3	Hostal La Comella	Lotissement	X	X <i>PM10: 6 mois</i> <i>métaux: 2 semaines par saison</i>
5	Engolasters	Référence en zone rurale	X	
6	Les Escaldes	Référence en zone urbaine	X	X <i>PM10: toute l'année dans le cadre de la surveillance pérenne andorrane</i> <i>métaux: 2 semaines par saison</i>
8	Torrent del Cuc	Proximité immédiate CTR (à côté du hangar des mâchefers) Impact théorique maxima pour dépôts humides	X	X <i>PM10: 6 mois</i> <i>métaux: 2 semaines par saison</i>
9	Cal Rosselló	Zone rurale Impact théorique maxima pour tous polluants	X	
11 bis	Per sota del Coll de la Trapella	Proximité CTR Emplacement modifié en 2012	X	
12	Bosc Bartra	Nord-Ouest CTR Site ajouté en 2012 sous le vent du CTR	X	

\* éléments mesurés dans les dépôts : dioxines et métaux (Arsenic, Cadmium, Manganèse, Mercure, Nickel, Plomb, Chrome total)

\*\* métaux mesurés dans les PM 10 : Arsenic, Cadmium, Manganèse, Nickel, Plomb, Chrome total

En 2012, conformément aux recommandations de l'INERIS<sup>3</sup>,

- les sites 1 et 9 bis ont été supprimés,
- le site 12 a été ajouté à environ 200 mètres au Nord-Ouest du CTR, sous le vent dominant du CTR,
- le site 11, localisé sous le couvert végétal, a été déplacé vers un endroit plus dégagé (site 11 bis).

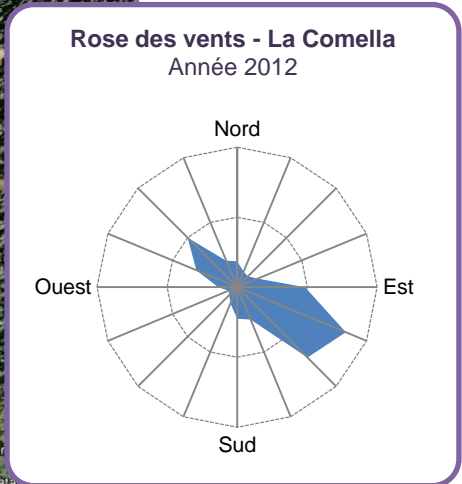
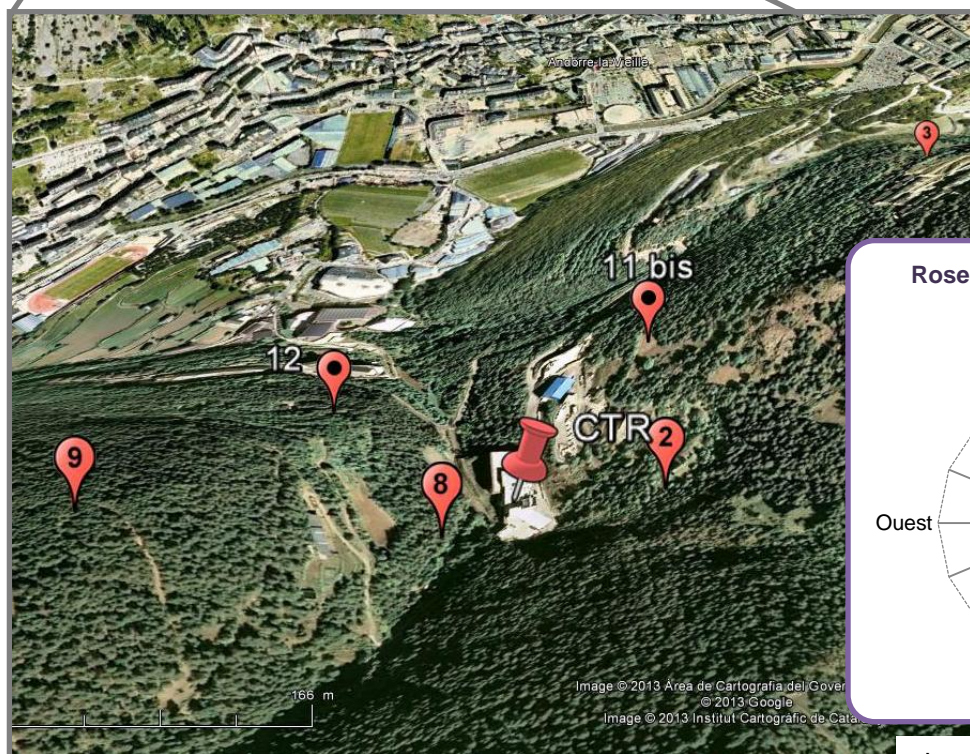
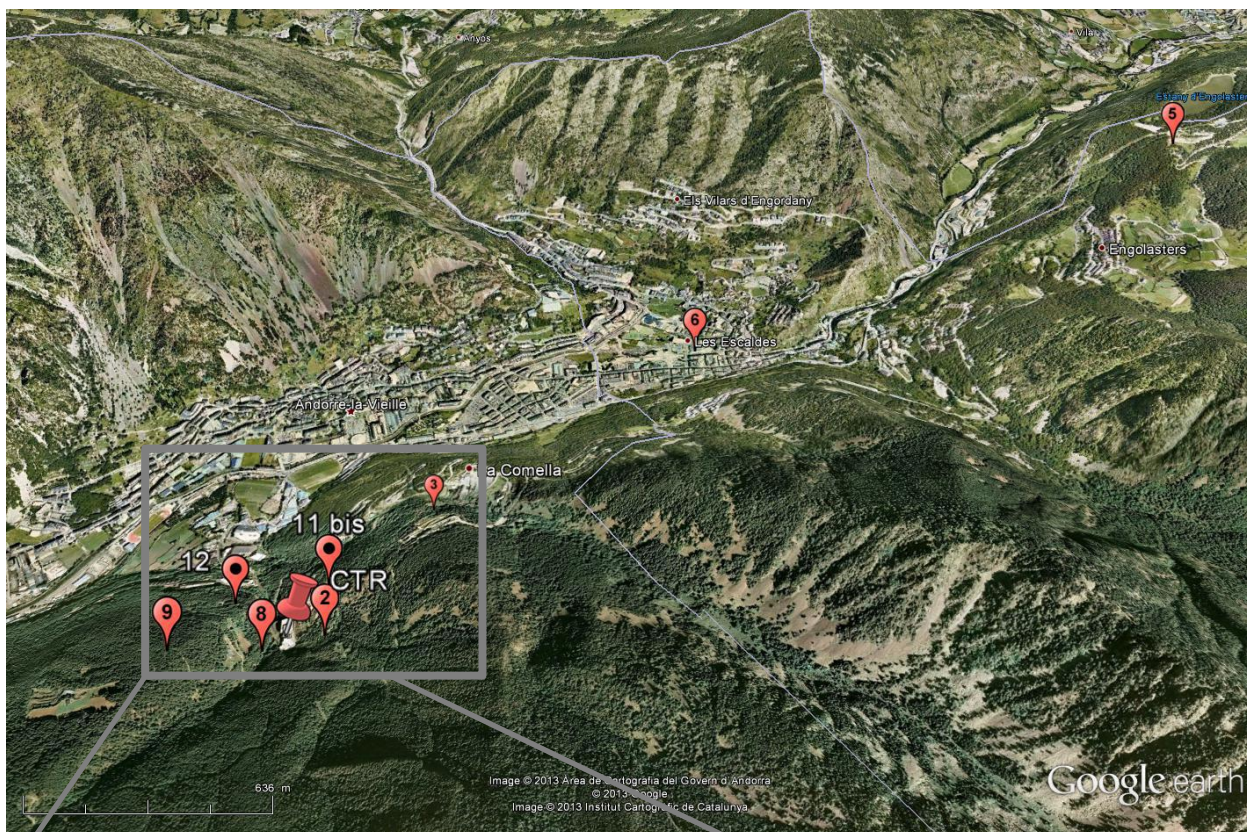
#### Mesure des retombées atmosphériques



<sup>3</sup> Les résultats de la surveillance environnementale ayant marqué une nette augmentation sur 2009/2010, en particulier pour les métaux et les dioxines/furanes dans les sols, le Ministère de l'Environnement de la Principauté d'Andorre avait sollicité l'INERIS pour :

- l'accompagner dans la réalisation d'une analyse critique des résultats de la surveillance après 5 années de suivi,
- tenter d'interpréter les augmentations observées dans les compartiments environnementaux concernés,
- proposer des recommandations afin d'optimiser le plan de surveillance environnemental propre au CTR dans les différents compartiments air, sols et eaux.

## Sites de mesures dans l'air ambiant



Les vents dominants sur le site sont de secteurs Sud -Est et Nord-Ouest

### 3.2 – MESURES DANS LES SOLS

Des prélèvements de sols ont eu lieu au printemps 2012 pour analyse ultérieure de métaux (Plomb, Nickel, Chrome, Cadmium, Arsenic et Manganèse) et de dioxines.

En 2012, conformément aux recommandations de l'INERIS :

- un point de mesure supplémentaire (site S7) a été ajouté en zone forestière au Nord-Ouest du CTR (sous le vent dominant),
- la profondeur des sols échantillonnés a été mieux fixée afin de s'assurer que la couche de matière organique décomposée soit bien prise en compte (voir remarque ci-dessous),
- réalisation, lors de la récolte, d'un prélèvement de fourrages présents au Nord-Ouest du CTR pour vérifier le respect de la réglementation concernant la teneur en dioxines des fourrages. Les concentrations mesurées sont inférieures aux teneurs maximales et seuils d'intervention de la Directive 2002/32/CE en matière de substances indésirables dans les aliments pour animaux.

#### Remarque sur les prélèvements de sols

Les prélèvements de sols ont lieu dans 2 horizons (organique<sup>4</sup> et minéral<sup>5</sup>) afin de tenir compte de l'éventuelle variabilité verticale due à la lixiviation.

Le protocole de prélèvements a été modifié depuis 2006 :

- 2006 à 2008 : un seul point par site bénéficiait de prélèvements dans l'horizon organique et l'horizon minéral (**prélèvement ponctuel**) ; cet unique prélèvement était considéré comme représentatif d'un cercle de rayon 25 mètres.
- depuis 2009, la **méthodologie d'échantillonnage est intégrée** : l'échantillon de sol est réalisé à partir du sol prélevé dans 5 points situés à 25 mètres du centre de la "station". Cette méthodologie permet d'obtenir des résultats plus représentatifs du sol de la station en effaçant les hétérogénéités spatiales du substrat dans la station. En revanche, les profondeurs d'échantillonnage des horizons organique et minéral n'étaient pas strictement fixées
- 2012 : **les profondeurs d'échantillonnage des horizons organique et minéral ont été mieux fixées** afin de s'assurer que la couche de matière organique décomposée soit bien prise en compte.

Les changements de protocole d'échantillonnage pourraient expliquer l'évolution des mesures de métaux et dioxines<sup>6</sup>.

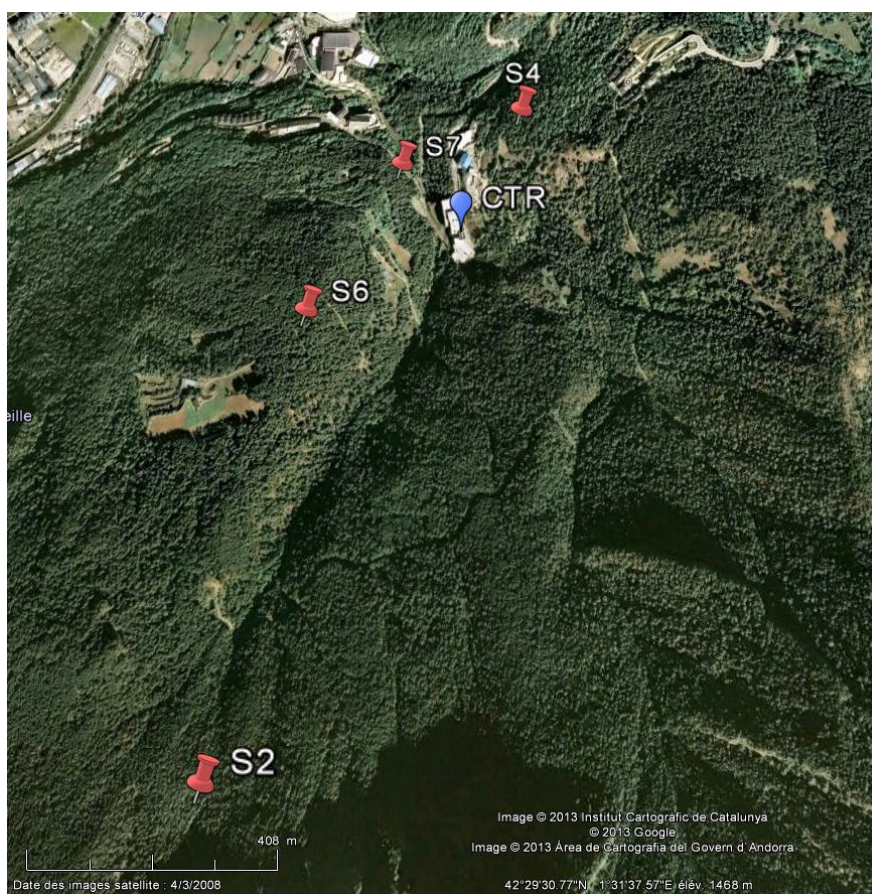
N° site	Localisation du site	Usage actuel du site
S2	Dans la zone d'influence du CTR selon la modélisation A 915 m au Sud-Sud/Ouest de la cheminée du CTR	Forêt publique (Bois de Maians)
S4	Proche du CTR : à 305 m au Nord-Est de la cheminée du CTR	Zone privée actuellement boisée PP-SUR-Cal Rosselló) Constructible selon le plan d'occupation des sols
S6	Dans la zone d'influence maximale du CTR selon la modélisation, à 335 m au Sud-Ouest de la cheminée du CTR	Forêt à la limite entre domaines privé et public Le domaine privé est partiellement constructible.
S5	Référence en zone rurale	Domaine public
8 Madriu	Référence en zone rurale	Forêt appartenant à un site inscrit du patrimoine mondial de l'UNESCO, non urbanisable
S7	Nord-Ouest CTR Ajouté en 2012 suite aux recommandations de l'INERIS	Forêt

<sup>4</sup> Correspondant à la couche supérieure du sol prélevé.

<sup>5</sup> Correspondant à la couche inférieure du sol prélevé.

<sup>6</sup> Les teneurs mesurées dépendent de la profondeur du sol échantillonné : en particulier, les dioxines ne migrent pas facilement et ont tendance à se concentrer dans la couche superficielle du sol

## Sites de mesures dans les sols



## IV – PARTICULES EN SUSPENSION PM10

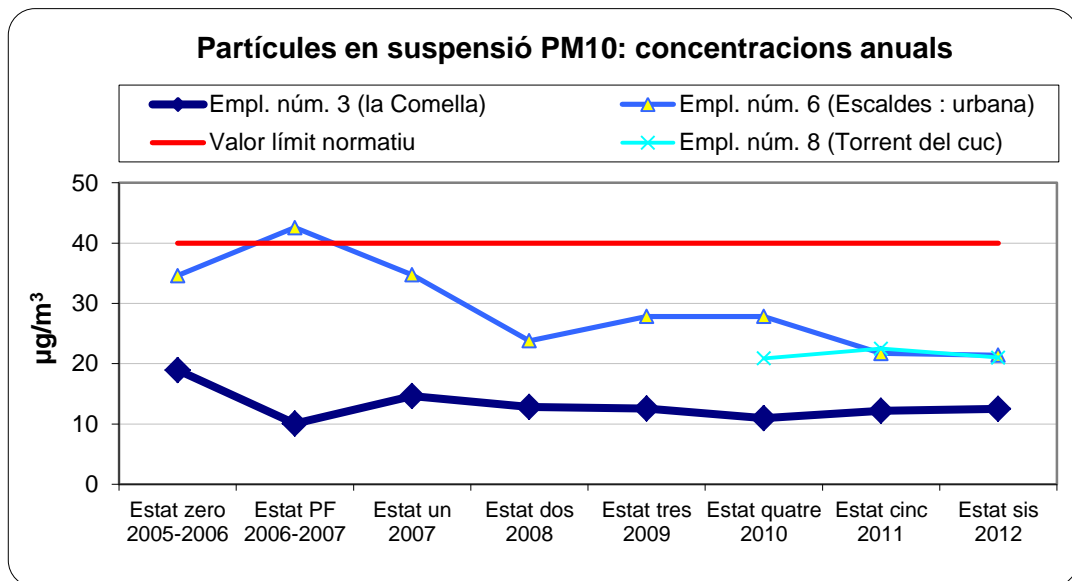
### 4.1 – RESULTATS 2012

	PM 10 – ANNEE 2012			REGLEMENTATION	
	Site étudié toute l'année	Sites étudiés pendant 6 mois		Type de norme	Valeur
	Site n°6 (Escaldes – zone urbaine)	Site n°3 (lotissement proche du CTR)	Site n°8 (près du CTR)		
Moyenne annuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	13	21	Valeur limite annuelle	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les concentrations de PM10 à la Comella (site n°3), à environ 700 mètres du CTR, sont nettement inférieures à celles mesurées en milieu urbain en Vallée Centrale ; elles respectent largement la valeur limite.

En proximité du CTR (site n°8), les concentrations de PM10 respectent également largement la valeur limite annuelle et sont du même ordre que sur le site urbain.

## 4.2 – EVOLUTION PAR RAPPORT AUX ANNEES PRECEDENTES



- Sur le site n°3 (Comella) – site habité le plus proche du CTR –, les concentrations de PM10 sont légèrement plus élevées qu'en 2010 et 2011 mais équivalentes à celles constatées en 2008 et 2009.
- En milieu urbain (site n°6), les concentrations de PM 10 sont équivalentes à 2011 et nettement plus faibles que celles relevées entre 2005 et 2010.
- Près du CTR (site n°8), les concentrations en PM10 restent du même ordre de grandeur depuis le début des mesures en 2010.

La comparaison entre l'état "zéro" et les états ultérieurs montre que **la mise en service et le fonctionnement du CTR ne semblent donc pas avoir d'impact significatif sur les concentrations des PM10 dans l'air ambiant.**

## V – METAUX

### 5.1 – METAUX DANS LES PM10

#### 5.1.1 – Résultats 2012

**Remarque** : il n'y a pas, en raison d'un problème technique lors la campagne de l'automne 2012, de résultats de mesures de métaux sur les sites 3 et 8. Les moyennes annuelles pour ces 2 sites sont donc calculées à partir des résultats de 3 campagnes de mesures (hiver, printemps et été).

ng/m <sup>3</sup>	Seuil annuel		Moyenne annuelle 2012 en ng/m <sup>3</sup>		
			Site n°3 (urbanització de la Comella)	Site n°8 (proximité CTR : Sobre Torrent del Cuc)	Site n°6 (zone urbaine, emplacement de référence)
Arsenic	Valeur limite andorrane	6	0,24	0,58	0,22
Cadmium		5	<0,06	0,40	0,08
Nickel		20	0,78	3,27	2,62
Plomb		500	1,66	4,23	3,56
Manganèse	Valeur guide	150	4,63	10,3	8,09
Mercure	OMS <sup>7</sup>	1000	<0,06	<0,06	<0,06
Chrome total	VTR US EPA <sup>8</sup>	100	2,96	5,91	3,46

Comme les années précédentes, les concentrations moyennes annuelles des métaux étudiés en 2012 :

- sont très largement inférieures aux seuils réglementaires et valeurs guides existants.
- n'apparaissent pas significativement différentes des teneurs habituellement rencontrées dans l'air ambiant.

#### 5.1.2 – Evolution par rapport aux années précédentes

Entre l'état "zéro" et l'état "six" correspondant à l'année 2012, on ne constate **aucune augmentation significative** pour les PM 10 et les métaux recherchés. La faible hausse constatée en 2012 pour certains métaux sur le site 8, localisé à proximité du CTR, est due à des valeurs hivernales plus élevées que celles habituellement enregistrées qui n'ont pas été confirmées au cours des saisons suivantes.

### 5.2 – METAUX DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES

#### 5.2.1 – Résultats 2012

	Année 2012 - Retombées de métaux en µg/m <sup>2</sup> /jour								Valeur limite allemande
	Référence rurale	Référence urbaine	Autour du CTR						
	5	6	2	3	8	9	11 bis	12	
As	0,3	0,6	0,3	0,5	3,0	0,3	0,5	0,3	4
Cd	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,7	<0,2	<0,2	<0,2	2
Ni	1,1	1,7	0,9	1,2	11	0,7	1,1	1,1	15
Pb	1,7	8,9	1,3	1,6	17	1,0	2,0	1,3	100
Mn	22	22	34	23	70	237	18	118	-
Cr	2,5	3,2	1,6	2,5	12	1,2	2,1	1,7	-

As : Arsenic ; Cd = Cadmium ; Ni = Nickel ; Pb = Plomb ; Mn = Manganèse ; Chrome  
**rouge : concentration la plus élevée ; bleu : concentration la plus faible**

<sup>7</sup> Organisation mondiale de la santé.

<sup>8</sup> VTR : valeur toxique de référence ; US EPA : Ministère de l'environnement des Etats-Unis.

### 5.2.2 – Comparaison aux valeurs de référence allemandes<sup>9</sup>

En 2012, comme les années précédentes, les concentrations d'Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb sont inférieures à la valeur limite allemande.

### 5.2.3 - Commentaires 2012

Malgré sa position sous le vent dominant, **le site 12 ajouté en 2012** n'apparaît pas spécifiquement influencé par les émissions de métaux du CTR.

Dans **l'environnement très proche** de l'incinérateur, on relève l'influence d'émetteurs ponctuels de métaux :

- **site n°8** en bordure immédiate de l'usine, près du hangar de stockage des mâchefers :
  - pour 5 des 6 métaux étudiés (**Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb et Chrome**), les concentrations sont, comme les années précédentes, nettement supérieures à celles de tous les autres sites,
  - les niveaux de ces 5 éléments sont en augmentation par rapport aux années précédentes,
  - les niveaux d'Arsenic, de Cadmium et de Plomb restent de l'ordre de grandeur des références rurales de l'INERIS alors que ceux de Nickel et de Chrome leur sont légèrement supérieurs

Comme les années précédentes, les envols de la zone de stockage des mâchefers du CTR sont certainement à l'origine d'une partie de ces dépôts de métaux. Cette influence est plus marquée qu'en 2011.

Les mesures mises en œuvre par le gestionnaire depuis 2011 pour limiter les émissions de poussières (fermeture permanente du hangar, nettoyage régulier de la zone...) ne se sont pas traduites par une diminution des retombées de métaux sur le site 8.

Cela amène 2 hypothèses :

- les mesures mises en œuvre par le gestionnaire manquent d'efficacité,
  - d'autres sources de poussières non identifiées sont présentes sur la zone.
- 2 sites sont influencés en 2012 par un émetteur de Manganèse :
    - **site 9** (Cal Rosselló) situé à 350 mètres au Sud-Ouest du CTR : comme les années précédentes, les concentrations sont nettement supérieures aux autres sites (2 à 13 fois en 2012),
    - **site 12** (Bosc de la Bartra) mis en place en 2012 à environ 250 mètres au Nord-Ouest du CTR (sous les vents dominants).

L'INERIS suggère que les concentrations en Manganèse étant naturellement très fortes dans les sols, les réenvols de poussières consécutifs au passage (fréquent) de véhicules sur les pistes en terre proches des sites de mesure occasionnent des apports de manganèse "artificiels", surtout en saison sèche.

En revanche, les niveaux de Manganèse ont fortement diminué sur le site 11 suite à son déplacement vers un endroit plus dégagé (site 11 bis) ce qui montre le caractère très localisé de la pollution au Manganèse.

---

<sup>9</sup> Il n'existe pas en Andorre, en France ou en Espagne de valeur réglementaire ni de valeur de référence pour les métaux contenus dans les retombées atmosphériques. En revanche, il existe des valeurs limites en Allemagne.



## 5.3 – METAUX DANS LES SOLS

### 5.3.1 – Résultats 2012

#### Concentrations de métaux dans les sols en mg/kg de matière sèche

	Andorre / mai – juin 2012 (minimum - maximum)		Réglementation andorrane	
	Sites de référence S5 et 8Madriu	Autres sites S2, S4, S6 et S7	Niveau guide d'alerte usage sensible	Niveau à partir duquel les concentrations relevées présentent une anomalie possible par rapport au fond géochimique
As	8 - 31	5 – 252 <i>Anomalie par rapport au fond géochimique possible pour S2 et S4</i>	30	73
Cd	<1	< 1 – 11	5	-
Cr	10 – 20	14 – 44	100	63
Mn	305 – 1385	506 – 2041	-	-
Ni	6 – 27	19 – 66 <i>Anomalie par rapport au fond géochimique possible pour S2</i>	45	64
Pb	17– 49	39 – 183 <i>Anomalie par rapport au fond géochimique possible pour S2, S6 et S7</i>	60	79

As : Arsenic ; Cd = Cadmium ; Ni = Nickel ; Pb = Plomb ; Mn = Manganèse ; Cr = Chrome

### 5.3.2 – Comparaison à la réglementation andorrane

Les niveaux guide d'alerte calculés à partir du fond géochimique ou issus du Règlement andorran sur les sols ne sont pas respectés pour l'Arsenic, le Plomb, le Nickel et le Cadmium sur des sites proches du CTR.

### 5.3.3 – Comparaison à d'autres sites de mesures

Concentrations de métaux dans les sols en mg/kg de matière sèche	Nb de mesures	Arsenic	Cadmium	Chrome	Nickel	Plomb
Andorre, Evaluation des sols boisés	36	0,8 à 331	0,074 à 3,9	-	4,6 à 133	16,1 à 187
Environnement CTR	2011	3	11 à 236	<1 à 6	24 à 50	25 à 66
	2012	4	5 à 252	<1 à 11	14 à 44	19 à 66

Source : *Avaluació de l'estat de salut dels boscos d'Andorra, Andorra 2005*

En 2011 et 2012,

- les valeurs en Cadmium sur le site S2, à 915 mètres au Sud-Ouest du CTR, sont supérieures aux valeurs retrouvées dans les références bibliographiques andorranes,
- pour les autres métaux, les valeurs sont comparables à celles obtenues lors de campagnes précédentes.

### 5.3.4 – Commentaires 2012

Pour les 6 métaux recherchés :

- comme les années précédentes, les concentrations les plus faibles ont, sans surprise, été trouvées sur l'un des deux sites ruraux de référence (S5 ou 8Madriu), à l'exception de l'Arsenic dans l'horizon organique (voir ci-après).
- les concentrations sont généralement significativement plus élevées sur les sites voisins du CTR que sur les sites de référence.

### **Cas de l'Arsenic**

- Compte tenu de l'influence du substrat géologique andorran, les concentrations d'Arsenic sont, comme les années précédentes, nettement plus élevées sur l'ensemble des sites andorrans que dans la littérature. En 2012, elles sont restées stables - voire en légère diminution - par rapport aux années précédentes.
- En tenant compte du fond géochimique déterminé en 2010, les concentrations mesurées sur les sites S2 et S4 (dans les horizons minéral et organique) – tous deux dans l'environnement du CTR – présentent une anomalie possible par rapport au fond géochimique. Les concentrations sur la station S2, assez stables d'une année à l'autre, pourraient être associées à la présence d'un filon hydrothermal.

### **Cas du Plomb**

- Les teneurs en Plomb dans les sols près du CTR sont dans la frange haute des valeurs retrouvées dans la littérature. Le niveau guide d'alerte calculé à partir du fond géochimique est ainsi régulièrement dépassé, en particulier dans l'horizon organique.
- Les concentrations 2012 sont dans la gamme des valeurs enregistrées lors des campagnes précédentes.
- Les teneurs en Plomb ne sont probablement pas d'origine géochimique compte tenu des fortes variations interannuelles.
- Les concentrations obtenues en 2011 et 2012 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées lors d'une étude réalisée en 2004. Les teneurs en métaux relevées peuvent donc avoir pour origine l'ancien incinérateur.

### **Autres métaux**

Les concentrations ne diffèrent pas de celles habituellement mesurées dans la littérature à l'exception du Cadmium et du Nickel sur le site S2 pour lesquels les niveaux sont supérieurs à ceux retrouvés dans la bibliographie.

### **Conclusion**

L'INERIS précise que les sols échantillonnés sont essentiellement des sols forestiers (pinède). Or, ceux-ci, avec la chute d'aiguilles potentiellement contaminées en métaux sont des lieux particulièrement impactés par la pollution ; en effet la dégradation des feuillages/aiguilles sur lesquels se sont déposés les contaminants même en faible concentration, va entraîner une accumulation de ceux-ci au niveau des sols.

De plus, la profondeur d'échantillonnage des prélèvements de sols pouvant varier d'une année sur l'autre, il est difficile d'interpréter les différentes augmentations observées. Avec ces éléments, il est difficile pour AIR LR de confirmer ou d'infirmer l'impact du CTR actuel sur les teneurs en métaux relevées dans les sols.

La réalisation de prélèvements de sols selon le protocole établi en 2012 devrait permettre dans le futur de meilleures interprétations des résultats.

## VI – DIOXINES ET FURANES

### 6.1 – DIOXINES ET FURANES DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES

Les résultats sont exprimés dans le système d'équivalent toxique international (I-TEQ), avec le référentiel OTAN. Pour le calcul de l'I-TEQ, la contribution de chaque congénère non détecté est égale à la limite de détection.

#### 6.1.1 – Résultats 2012

Année 2012 - Retombées de dioxines en pg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>2</sup> /j							
Référence rurale	Référence urbaine	Autour du CTR					
Site 5	Site 6	Site 2	Site 3	Site 8	Site 9	Site 11 bis	Site 12
0,9	1,7	1,3	1,5	4,7	2,7	1,9	1,8

#### Commentaires :

- logiquement, le niveau le plus faible est observé sur le site rural (site 5),
- la valeur la plus élevée est enregistrée sur le site 8, le plus proche du CTR ; elle est plus de 5 fois supérieure à celle constatée sur le site 5. C'est aussi sur le site 8 que les valeurs les plus élevées de 5 des 6 métaux étudiés ont été constatées.
- le site 12, le plus fréquemment sous le vent du CTR, présente des concentrations de dioxines du même ordre de grandeur que sur la référence urbaine ; ce site n'apparaît donc pas spécifiquement influencé par les émissions du CTR malgré sa position sous le vent dominant

#### 6.1.2 – Comparaison à des valeurs de référence

Il n'existe pas en France ou en Andorre de valeurs réglementaires concernant les retombées totales de dioxines et furannes.

Néanmoins,

- l'INERIS a proposé en 2001 une classification du site de mesure en fonction des valeurs obtenues ;
- Atmo Poitou-Charentes a réalisé une synthèse des mesures de dioxines dans les retombées atmosphériques effectuées en France entre 2006 et 2010 par les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).
- AIR Rhône Alpes, à partir de l'analyse statistique des résultats de ses mesures effectuées entre 2006 et 2009, a établi pour les dioxines des valeurs de référence.

#### **Valeurs de référence de l'INERIS**

Zone	PCDD/F en pg I-TEQ/m <sup>2</sup> /jour
Rurale	5-20
Urbaine	10-85
Proche d'une source	Jusqu'à 1000

L'ensemble des valeurs andorranes mesurées en 2012 correspond, comme les années précédentes, à des niveaux considérés comme représentatifs de zones rurales.

Remarque : la classification proposée par l'INERIS en 2001 est antérieure à la mise aux normes des UIOM. Depuis plusieurs années, les émissions de dioxines ont fortement diminué si bien que les valeurs proposées par l'INERIS ne reflètent plus la situation actuelle.

## Synthèse des mesures de dioxines effectuées en France entre 2006 et 2010

pg I-TEQ/m <sup>2</sup> /jour	Retombées de dioxines		
	Synthèse des mesures réalisées par les AASQA* en France entre 2006 et 2010		
Type de sites	Moyenne	Min / Max	
Proximité incinérateur (111 mesures)	2,2	0,05 / 13,1	
Proximité sidérurgie (33 mesures)	2,9	0,6 / 7,9	
Proximité industrie (type d'industrie non précisé) (40 mesures)	4,3	1,2 / 16,1	
Urbain / périurbain (42 mesures)	1,9	0,2 / 10,4	
Rural (49 mesures)	1,6	0,1 / 6,5	
Andorre 2012	Proximité CTR (sites 2, 3, 8, 9, 11bis, 12)	2,3	1,3 / 4,7
	Site urbain (site 6)	1,7	-
	Site rural (site 5)	0,9	-

\* Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

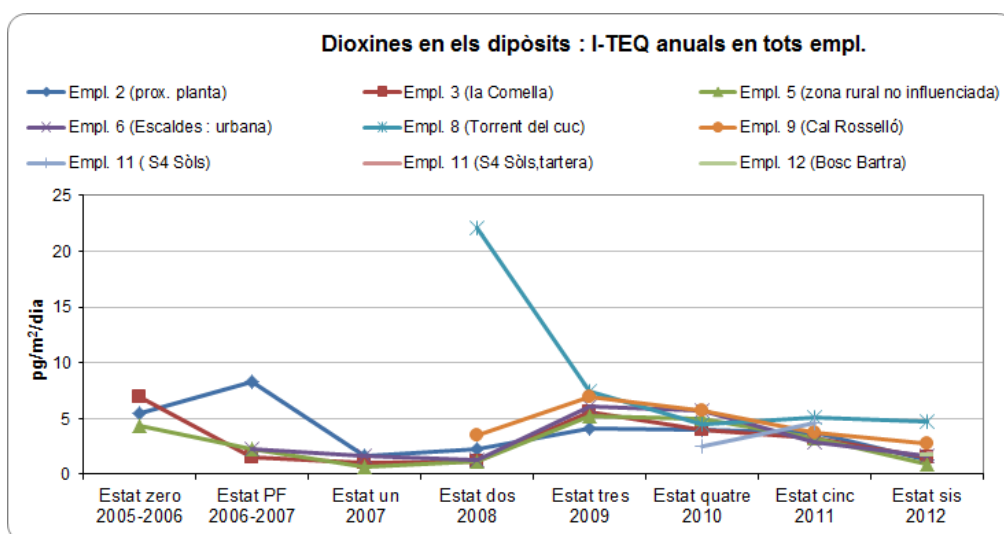
**Commentaires :** les valeurs observées sont faibles et dans la moyenne des valeurs constatées ces dernières années en France.

### Valeur de référence définie par AIR Rhône Alpes

AIR Rhône Alpes propose **10 pg I-TEQ (OMS 97)/m<sup>2</sup>/jour** comme valeur de référence annuelle.

Les résultats des mesures effectuées autour du CTR sont nettement inférieurs à la valeur de référence d'AIR Rhône Alpes<sup>10</sup>.

### 6.1.3 – Evolution par rapport aux années précédentes



En 2012, les niveaux de dioxines, en diminution sur l'ensemble des sites étudiés, sont parmi les plus faibles depuis le début des mesures

<sup>10</sup> Les référentiels I-TEQ de présentation des résultats sont différents : échelle OTAN pour les mesures andorranes et échelle OMS 1997 pour la valeur de référence d'AIR Rhône Alpes. Néanmoins, cela ne change pas les conclusions de cette comparaison car les écarts dans le calcul des résultats finaux entre les 2 échelles sont faibles.

## 6.2 – DIOXINES ET FURANES DANS LES SOLS

Les résultats sont exprimés dans le système équivalent toxique international (I-TEQ), avec le référentiel OTAN. Pour le calcul de l'I-TEQ, la contribution de chaque congénère non détecté est égale à zéro.

### 6.2.1 – Résultats 2012

	Année 2012					
	Concentrations de dioxines dans les sols en pg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /g de matière sèche					
	Sites de référence			Proximité CTR		
	S8	S5	S2	S4	S6	S7
<b>Horizon organique<sup>11</sup></b>	<b>1,3</b>	7,2	197	102	<b>821</b>	292
<b>Horizon minéral<sup>12)</sup></b>	<b>0,17</b>	2,6	0,6	9,1	4,7	<b>11</b>

**rouge : concentration la plus élevée ; bleu : concentration la plus faible**

Les teneurs en dioxines dans l'horizon organique sont nettement plus élevées que dans l'horizon minéral (ainsi, sur le site 6, la valeur enregistrée dans l'horizon organique est 175 fois plus élevée que dans l'horizon minéral).

**Horizon organique** : les niveaux les plus élevés sont enregistrés sur le site S6, les plus faibles sur le site S8. En 2012, l'écart entre le minimum et le maximum est très important (ratio de 630).

**Horizon minéral**: les niveaux les plus élevés sont enregistrés sur le site S7 ajouté en 2012, les plus faibles sur le site S8. En 2012, l'écart entre le minimum et le maximum est très important (ratio de 60).

### 6.2.2 – Comparaison aux niveaux guides d'alerte (NGA) andorrans

Règlement Andorran adopté le 17 février 2010		
Concentrations de dioxines dans les sols en pg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /g de matière sèche		
NGA <sub>usage agricole</sub>	NGA <sub>usages sensibles sauf agricoles</sub>	NGA <sub>autres usages</sub>
40	100	1000

NGA = Niveau Guide d'Alerte

Les NGA "usages agricoles"<sup>13</sup> et "usages sensibles autres qu'agricoles" ne sont pas respectés autour du CTR dans l'horizon organique.

### 6.2.3 – Comparaison à d'autres mesures effectuées en Andorre

Contexte	Nombre d'analyses	PCDD/F en ng I-TEQ par kg de matière sèche (OMS 1997)
Concentrations mesurées dans les sols autour de l'ancienne usine *	8	15,7 à 550,9
Concentrations mesurées dans les sols boisés en Andorre **	36	0,13 à 355,7
<b>Environnement CTR 2012</b>	<b>4</b>	<b>Horizon organique : 102 à 820</b> <b>Horizon minéral : 0,17 à 10,6</b>

\* *Entorn antiga instal·lació d'incineració Andorra 2002, Estudi de les concentracions de dioxines al sòl al voltant de l'antiga instal·lació d'incineració*

\*\* *Avaluació de l'estat de salut dels boscos d'Andorra , 2005*

Les teneurs maximales de dioxines relevées en 2012 dans l'environnement du CTR sont légèrement supérieures à celles décrites dans la littérature andorrane, avant la mise en service du CTR.

<sup>11</sup> Correspondant à la couche supérieure du sol prélevé.

<sup>12</sup> Correspondant à la couche inférieure du sol prélevé.

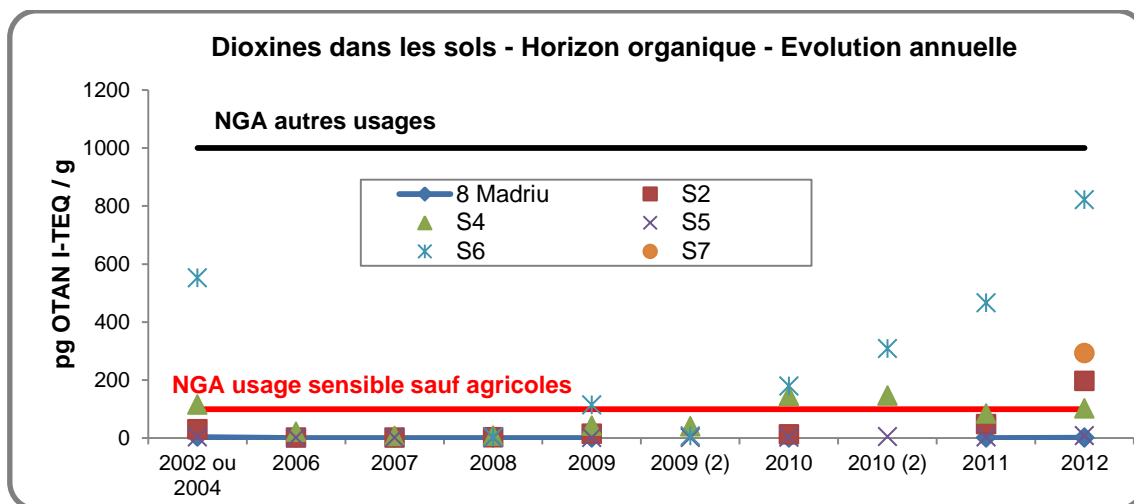
<sup>13</sup> Par définition du règlement andorran : "habitat individuel avec jardin potager ; terrains agricoles, granges et jardins potagers".

## 6.2.4 – Evolution par rapport aux années précédentes

Les comparaisons des données 2012 sont à relativiser car :

- le mode d'échantillonnage a été modifié entre 2006 et 2012 (voir 3.2),
- les emplacements des points de prélèvements 2002 ou 2004 ne coïncident pas exactement avec ceux de 2012.

### Horizon organique

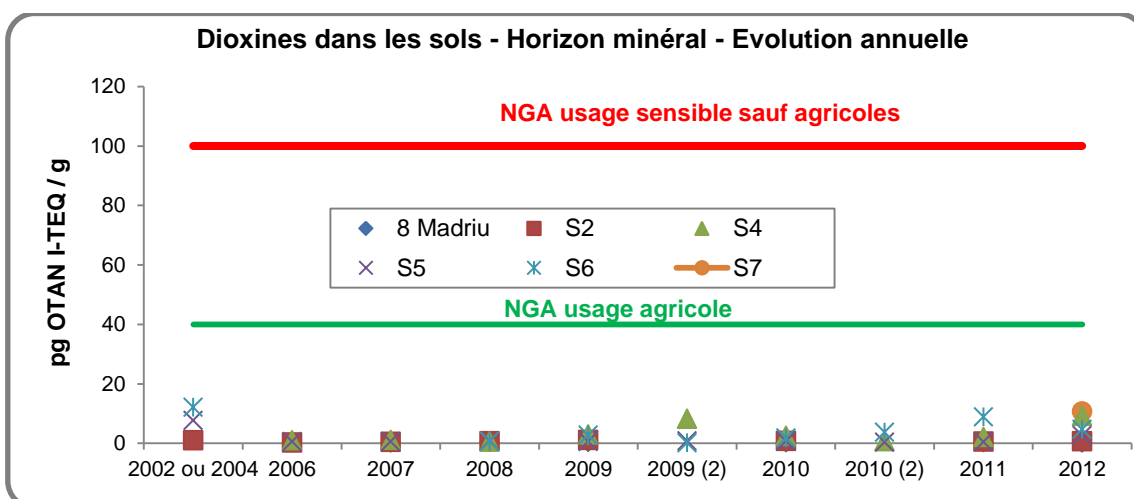


Sites 8 Madriu, S5, S4 : les valeurs 2012 sont équivalentes à celles constatées en 2002 ou 2004 sur des sites proches.

Sites S2 et S6 : les valeurs 2012 sont supérieures à celles enregistrées les années précédentes ainsi qu'en 2002 ou 2004 sur des sites proches. En particulier, la concentration mesurée en 2012 (820 pg I-TEQ OTAN/g de MS) sur le site S6 situé à 300 mètres au Sud-Ouest du CTR est la plus élevée depuis le début des mesures ; elle s'approche du NGA autres usages (1000 pg I-TEQ OTAN /g de MS).

Les valeurs plus faibles constatées entre 2006 et 2010 sur l'ensemble des sites de mesures sont probablement liées au protocole d'échantillonnage mis en œuvre (voir 3.2) qui ne prenait pas suffisamment en compte la couche de matière organique décomposée.

### Horizon minéral



Les valeurs mesurées en 2012 sont équivalentes voire inférieures à celles constatées en 2002 ou 2004 sur des sites proches.

Les concentrations de dioxines sont, chaque année, nettement inférieures aux niveaux guide d'alerte (NGA).

## **Commentaires**

Les concentrations de dioxines relativement les plus élevées sont mesurées dans l'horizon organique près du CTR, comme pour les métaux ; il ne s'agit pas de zones habitées, mais on trouve en revanche des terrains agricoles à proximité.

En 2012, les concentrations de dioxines dans l'horizon organique (le plus en surface) sont supérieures aux années précédentes. Sur le site S6, localisé à environ 300 mètres au Sud-Ouest du CTR, les valeurs mesurées sont très supérieures aux valeurs habituellement retrouvées dans les sols. Dans l'horizon minéral, les concentrations sont équivalentes (site S2) voire inférieures (site S6) aux années précédentes.

Les valeurs élevées de dioxines constatées dans l'horizon organique de plusieurs sites autour du CTR peuvent être dues à l'impact de l'ancien incinérateur. L'INERIS précise également que le fait que les sols dans lesquels sont effectués les prélèvements soient fortement boisés pourrait expliquer des teneurs en dioxines naturellement élevées<sup>14</sup>.

La poursuite pendant 2 ou 3 ans des échantillonnages en respectant le protocole rigoureux mis en place en 2012 permettra de mieux connaître les concentrations de dioxines.

---

<sup>14</sup> *Il ressort de la littérature que des teneurs en PCDD/F peuvent être élevées dans les sols des forêts et encore d'avantage pour des forêts de conifères sont plus fortes (source : INERIS).*

## VII – BILAN 2012

Préambule : les résultats de la surveillance dans les retombées et les sols ne sont pas forcément convergents, notamment car les méthodologies sont très différentes (surveillance en continu et "instantanée" pour l'air et les dépôts, par rapport à un prélèvement ponctuel dans un milieu intégrateur pour les sols).

### 7.1 – IMPACT DU CTR SUR L'AIR ET LES RETOMBÉES

Les concentrations de l'ensemble des polluants atmosphériques demeurent inférieures aux valeurs réglementaires en vigueur.

En 2012, le CTR andorran ne semble **pas avoir eu d'impact significatif** :

- sur les particules en suspension **PM10** et les **métaux contenus dans ces particules**,
- sur les **dioxines dans les dépôts**.

En particulier, malgré sa position sous le vent dominant, le site 12 ajouté en 2012 n'apparaît pas spécifiquement influencé par les émissions de métaux et dioxines du CTR.

En revanche, malgré les mesures mises en œuvre par le gestionnaire pour limiter les émissions de poussières (nettoyage régulier, fermeture des portes du hangar...), **les ré-envols de poussières de la zone de stockage des mâchefers du CTR** influencent nettement les niveaux d'Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb et Chrome dans les retombées atmosphériques mesurées à proximité. Cette influence est plus marquée que les années précédentes.

Les zones de forêt inhabitées à environ 300 mètres au Sud-Ouest et au Nord-Ouest de l'usine sont influencées par **un émetteur de Manganèse qui n'est pas le rejet canalisé du CTR**. Cette influence, très variable d'une saison à une autre, est plus forte que les années précédentes. Comme le suggère l'INERIS, le réenvol de poussières (naturellement riches en Manganèse) consécutif au passage de véhicules sur les pistes de terre pourrait occasionner des apports de Manganèse "artificiels", surtout en saison sèche.

Par contre, les niveaux de Manganèse ont fortement diminué au Nord-Ouest du CTR suite au déplacement du point de mesures vers un endroit plus dégagé (site 11 bis) ce qui montre le caractère très localisé et aléatoire de la pollution au Manganèse.

### 7.2 – IMPACT DU CTR SUR LES SOLS

Pour l'ensemble des éléments mesurés dans les sols, **les concentrations sont significativement plus élevées près du CTR**.

Les niveaux guide d'alerte calculés à partir du fond géochimique ou issus du Règlement andorran sur les sols ne sont pas respectés pour l'Arsenic, le Plomb, le Nickel, le Cadmium et les dioxines dans les stations plus proches du CTR.

En 2012, **les concentrations de dioxines dans l'horizon organique (le plus en surface) sont encore supérieures aux années précédentes**. Sur le site S6, situé à environ 300 mètres au Sud-Ouest du CTR, les valeurs mesurées sont très supérieures aux valeurs habituellement retrouvées dans les sols.

Il n'est cependant pas possible d'établir des conclusions concernant l'impact du CTR actuel permettant d'expliquer les niveaux de métaux et dioxines dans les sols.

Il peut en effet y avoir une **combinaison d'impacts** :

- des forêts de conifères, qui génèrent de fortes concentrations de métaux et PCDD/F,
- d'une pollution anthropique générée par l'ancien incinérateur
- ou/et d'une pollution anthropique générée par le nouvel incinérateur (compte tenu des valeurs mesurées dans les dépôts et dans les fourrages, cette hypothèse reste peu probable),
- un artefact dû à un protocole d'échantillonnage moins strict entre 2006 et 2008.

La poursuite pendant 2 ou 3 ans des échantillonnages en respectant le protocole rigoureux mis en place en 2012 permettra de mieux connaître les concentrations de dioxines.