

Évaluation de la qualité de l'air autour du centre de traitement des déchets andorrans

Rapport annuel 2022

ETU-2023-098 - Edition Mai 2023

www.atmo-occitanie.org

contact@atmo-occitanie.org

09 69 36 89 53 (Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)



CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent de la Fédération Atmo France.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Atmo Occitanie met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site :

www.atmo-occitanie.org

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à **Atmo Occitanie**.

Les données ne sont pas systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

Par ailleurs, **Atmo Occitanie** n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec **Atmo Occitanie** par mail :

contact@atmo-occitanie.org

SOMMAIRE

RESUME.....	3
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
1.1. CONTEXTE.....	4
1.2. OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE.....	4
2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR AUTOUR DU CTR EN 2022	5
2.1. SITES DE MESURE	5
2.2. POLLUANTS MESURES	5
2.3. PRELEVEMENT DE FOURRAGE	6
2.4. FONCTIONNEMENT DU CTR	7
2.5. TRAVAUX A PROXIMITE	7
3. PARTICULES ET METAUX EN AIR AMBIANT.....	8
3.1. PARTICULES EN SUSPENSION PM ₁₀	8
3.2. METAUX CONTENUS DANS LES PARTICULES EN SUSPENSION PM ₁₀	10
4. RETOMBES ATMOSPHERIQUES TOTALES.....	13
4.1. METAUX CONTENUS DANS LES RETOMBES ATMOSPHERIQUES	13
4.2. DIOXINES CONTENUES DANS LES RETOMBES ATMOSPHERIQUES.....	18
5. DIOXINES ET METAUX DANS LES FOURRAGES.....	22
5.1. CONTEXTE	22
5.2. RESULTATS DES DIOXINES.....	22
5.3. RESULTATS DES METAUX.....	23
6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	23
BIBLIOGRAPHIE.....	24
TABLE DES ANNEXES.....	24

RESUME

Atmo Occitanie assiste le gouvernement andorran dans la mise en œuvre de la surveillance de la qualité de l'air sur la Principauté, et notamment dans le suivi de la qualité de l'air autour de l'usine d'incinération des déchets (appelée CTR), en fonctionnement depuis le printemps 2007.

Respect des valeurs réglementaires et de référence

Les **concentrations des polluants mesurées en 2022** dans l'air ambiant (PM₁₀, métaux), dans les retombées atmosphériques (métaux, dioxines) et dans les fourrages (dioxines et métaux) sont **inférieures aux valeurs réglementaires ou valeurs de référence**. C'était également le cas les années précédentes à l'exception de valeurs atypiques de dioxines dans les retombées au second semestre 2021.

Influence de l'incinérateur limitée aux abords immédiats

L'influence de son activité est visible au plus proche de l'incinérateur, **à côté du hangar de stockage des mâchefers**, avec :

- des **retombées de métaux légèrement plus élevées** que sur les autres sites étudiés ;
- des **concentrations en particules en suspension PM₁₀ plus élevées qu'au niveau des premières habitations**, mais qui restent **plus faibles qu'en fond urbain**.

Ces résultats sont proches de ceux observés entre 2016 et 2018, avant les travaux de construction du réseau de chaleur à proximité. Ces derniers avaient impacté les résultats entre 2019 et 2021.

Sur l'ensemble des autres sites et paramètres suivis, aucune influence du CTR n'a été mise en évidence.

Présence d'autres sources de pollution

Des **retombées de dioxines légèrement plus importantes** ont été mesurées sur plusieurs sites autour de l'incinérateur **lors de l'hiver 2022**, très probablement **en raison de l'incendie du centre de stockage des déchets**, principalement du papier et du carton, le 26 février. Cet impact n'est pas visible sur les retombées de dioxines au plus près de l'incinérateur, ou sur les autres polluants suivis.

Enfin, **des travaux pour plusieurs projets immobiliers** se déroulent en 2022 à **moins de 100 mètres de la station de mesure de fond urbain**, à Escaldes. Les travaux de démolition et de construction à proximité peuvent ainsi **expliquer en partie les valeurs plus élevées observées sur les concentrations de particules PM₁₀** ainsi que, dans une moindre mesure, les **retombées de nickel et de chrome**.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Contexte

1.1.1. Partenariat

Dans le cadre d'une convention cadre de partenariat, Atmo Occitanie 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.

C'est dans ce cadre qu'Atmo Occitanie dresse ici le bilan du suivi de la qualité de l'air réalisé autour du centre de traitement des résidus (CTR) de la Principauté andorrane au cours de l'année 2022 sur la base des résultats transmis par le gouvernement Andorran.

1.1.2. Historique de la surveillance de la qualité de l'air autour de l'incinérateur

Depuis sa mise en service en 2007, la surveillance de la qualité de l'air autour du CTR fait l'objet de bilans annuels [2], disponibles sur www.atmo-occitanie.org.

Des mesures ont également été effectuées avant sa mise en service, du printemps 2005 au printemps 2006 pour l'état initial [1], et de l'été 2006 au printemps 2007 pour des mesures pendant la période d'essai du CTR.

1.2. Objectifs de la surveillance

- Comparer les résultats des mesures avec les valeurs réglementaires actuelles et les teneurs habituellement rencontrées.
- Etudier l'évolution, depuis la mise en service du CTR, des niveaux de :
 - particules en suspension PM₁₀ et métaux dans l'air ambiant,
 - dioxines et métaux dans les dépôts atmosphériques.
- Déterminer la concentration de dioxines et de métaux dans les fourrages proches du CTR, sous le vent dominant.
- Evaluer l'impact du CTR sur ces paramètres.
- Proposer éventuellement une optimisation du dispositif de surveillance.

2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR AUTOUR DU CTR EN 2022

2.1. Sites de mesure

Les différents sites de mesures en 2022 sont présentés dans le tableau ci-dessous et le plan page suivante :

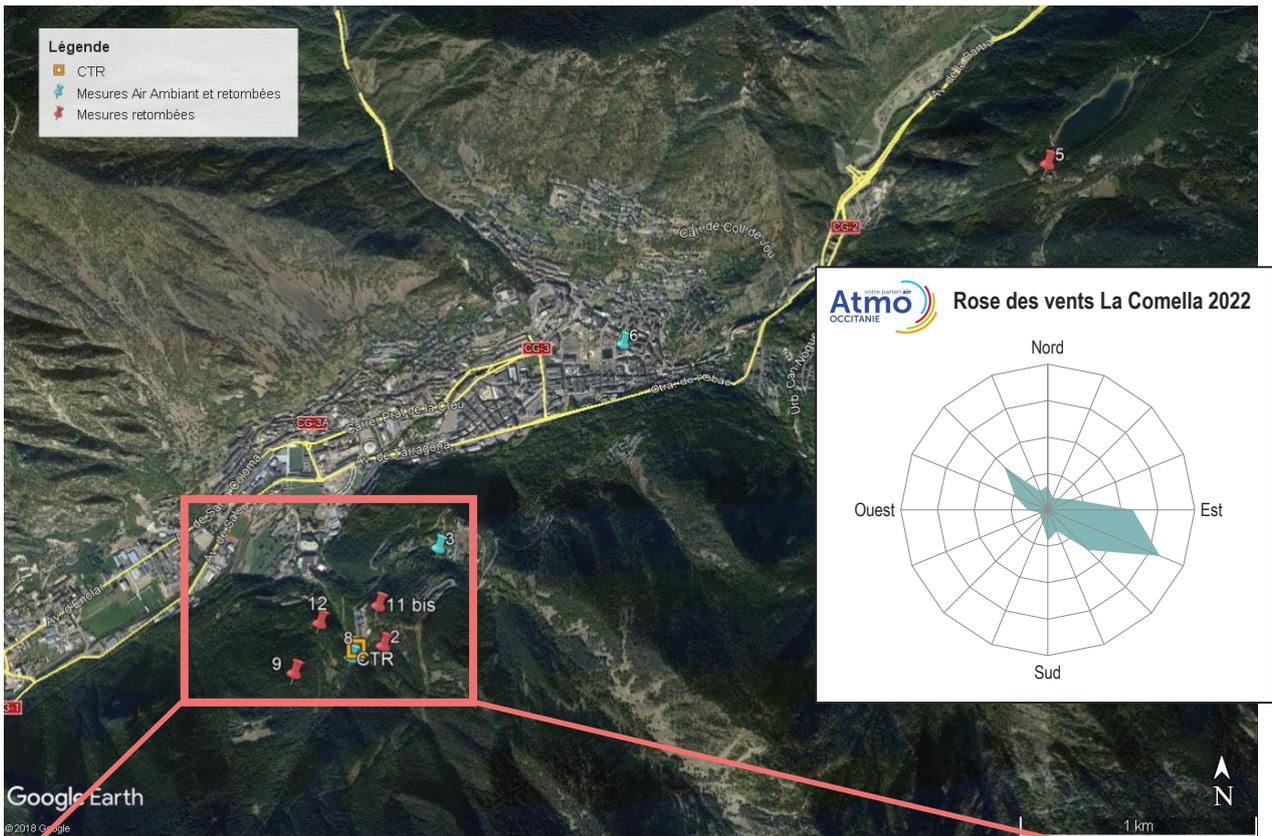
N°	Nom	Environnement du site et distance par rapport au CTR	Mesures en 2022	
			Dépôts	Air ambiant
2	CTR	Proximité CTR (150 mètres à l'Est)	X	
3	British College La Comella	Lotissement (600 m au Nord-Est)	X	X
5	Engolasters	Référence en zone rurale	X	
6	Les Escaldes	Référence en zone urbaine	X	X
8	Torrent del Cuc	Proximité immédiate CTR (à côté du hangar des mâchefers)	X	X
9	Cal Rosselló	Zone rurale (330 m à l'Ouest)	X	
11 bis	Per sota del Coll de la Trapella	Proximité CTR (200 m au Nord-Est) Emplacement modifié en 2012	X	
12	Bosc Bartra	200 m au Nord-Ouest CTR Site ajouté en 2012	X	

2.2. Polluants mesurés

	Polluants étudiés en 2022	Résolution temporelle de la mesure	Période de mesure
Particules en suspension	PM ₁₀	1 jour	site n°6 : toute l'année
		14 jours	site n°3 : 1 ^{er} semestre site n°8 : 2 nd semestre
	Métaux dans les PM ₁₀ : As, Cd, Hg, Ni, Pb, Cr	14 jours	site n°6 : 2 semaines par saison site n°3 : 2 semaines en hiver et au printemps site n°8 : 2 semaines en été et en automne
Retombées atmosphériques totales (dépôts)	Dioxines dans les retombées	3 mois (saison)	toute l'année (4 mesures)
	Métaux dans les retombées : As, Cd, Ni, Pb, Cr		
Fourrages	Dioxines et métaux	1 prélèvement par an	-

Ces polluants sont susceptibles d'être émis par le CTR mais d'autres activités émettent ces polluants dans l'air ambiant. Les origines et effets de ces différents polluants sont disponibles en annexe 1.

Le calendrier des mesures est détaillé en annexe 5.



2.3. Prélèvement de fourrage

Un prélèvement des fourrages pour analyses des teneurs en métaux et dioxines est réalisé chaque année, sous les vents dominants par rapport à l'incinérateur à une centaine de mètres environ. En 2022, l'analyse des dioxines et des métaux contenus dans les fourrages a été réalisée sur un prélèvement effectué le 20 mai.

2.4. Fonctionnement du CTR

En 2022, le fonctionnement du CTR a connu un arrêt programmé pour maintenance du 16 septembre au 11 octobre.

Il y a également 3 arrêts imprévus de quelques jours fin mai, début juin et en novembre, en raison de diverses pannes.

Enfin, 15 arrêts de sécurité sont survenus en 2022, pour des durées n'excédant jamais une heure.

2.5. Travaux à proximité

Des travaux de démolitions et de constructions de bâtiments se déroulent depuis 2021 à proximité de la station urbaine à Escaldes, pouvant influencer les mesures de fond servant de comparaison.

En revanche, les travaux d'envergure à proximité de l'incinérateur, qui ont impacté le suivi réalisé entre 2019 et 2021, sont désormais terminés. Il s'agissait d'une part de la construction d'une centrale de cogénération et d'un réseau de chaleur, et d'autre part de l'agrandissement du British Collège au niveau des habitations les plus proches du CTR.

Des éléments détaillés sont disponibles en annexe 4.

3. PARTICULES ET METAUX EN AIR AMBIANT

- **Respect des valeurs de référence**
- **Influence de l'incinérateur limitée aux abords immédiats de son enceinte**
- **Diminution des niveaux en 2022 par rapport à une année 2021 marquée par des épisodes de poussières désertiques et des travaux réalisés à proximité**



3.1. Particules en suspension PM₁₀

3.1.1. Résultats 2022 des mesures

Site n°6 (Escaldes) : depuis 2009, les mesures de PM₁₀ sont réalisées en continu toute l'année.

Sites n°3 et n°8 : les concentrations n'étant mesurées que la moitié de l'année (hiver et printemps pour le site 3, été et automne pour le site 8), une estimation de la moyenne annuelle est réalisée. Les mesures du site 6, étudié toute l'année, permettent de comparer les moyennes sur 6 mois et la moyenne annuelle, et d'appliquer cette correction¹ pour les moyennes 6 mois des sites n°3 et n°8.

PM ₁₀	Concentrations moyennes 2022 de particules PM ₁₀			Réglementation
	Site n°6 (Escaldes – zone urbaine)	Site n°3 (lotissement proche du CTR, 600 m au N-E)	Site n°8 (Sud du CTR, à côté du hangar des mâchefers)	
Moyenne en µg/m ³	21	9	13	Valeur limite pour la protection de la santé : 40 µg/m ³

Sur les 3 sites, les concentrations moyennes de PM₁₀ respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

Les **niveaux de particules à proximité immédiate de l'incinérateur** (Torrent del Cuc, site n°8) sont **légèrement supérieurs à ceux mesurés au niveau des habitations les plus proches** (La Comella, site n°3). Les concentrations restent **nettement plus faibles qu'en fond urbain** dans la vallée, à Andorre-la-Vieille.

3.1.2. Évolution par rapport aux années antérieures

L'historique des concentrations sur les sites n°3 et n°8 a été modifié à posteriori suite à la mise en conformité du calcul réalisé. Plus spécifiquement, l'expression du volume d'air échantillonné n'avait pas suivi l'évolution des normes d'usage. Ce re-calcul, détaillé en annexe 7, conduit à une diminution des niveaux de près de 30%.

Comme l'illustre le graphique page suivante, les niveaux diminuent en 2022 aux alentours de l'incinérateur les par rapport à ceux de 2021. Ils restent cependant supérieurs à ceux mesurés entre 2015 et 2018. **Différentes influences** permettent d'expliquer en partie les variations observées depuis 2019 :

● **Episodes de pollution liés aux poussières désertiques début 2021**

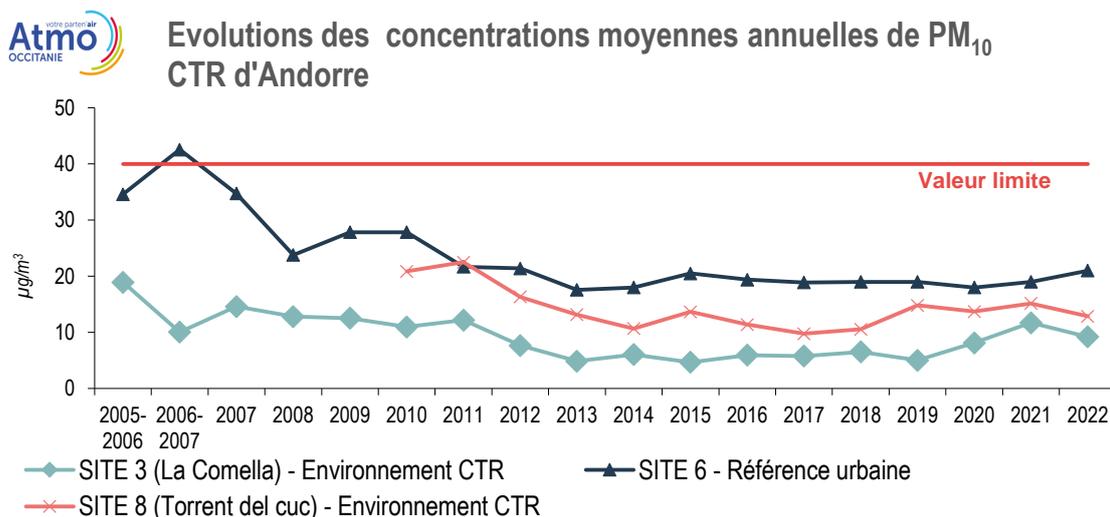
Les niveaux en 2021 sont particulièrement élevés sur les 3 sites, en raison notamment d'épisodes importants de pollution aux poussières désertiques en provenance du Sahara (aussi appelés Calima).

¹ Sur le site n°6, la moyenne hiver-printemps est égale à la moyenne annuelle et la moyenne été-automne sous-estime la moyenne annuelle de 3%.

Travaux à proximité des sites

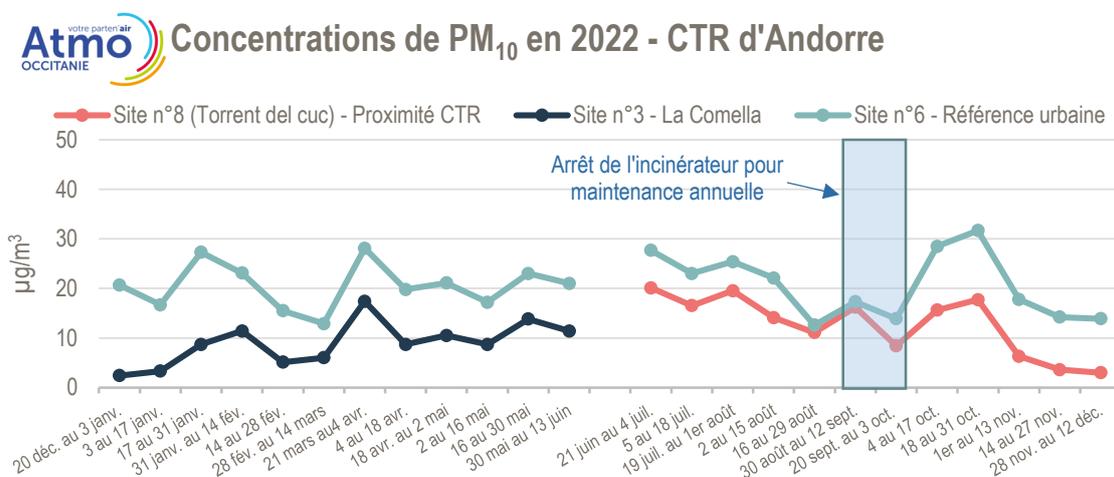
Les travaux réalisés à proximité, détaillés en annexe 4, permettent d'expliquer les hausses des concentrations de particules PM₁₀ :

- en 2019 et 2020 à proximité de l'incinérateur (site n°8), en lien avec la construction du réseau de chaleur et de la centrale au gaz
- en 2020-2021 à la Comella en raison des travaux à proximité pour l'agrandissement du British College.
- depuis 2021 à proximité de la station de fond urbain à Escaldes, avec la construction ou la démolition d'immeuble proches (cf. annexe 4).



3.1.3. Influence du CTR sur les concentrations en PM₁₀

Les niveaux à proximité de l'incinérateur, mesurés uniquement sur le second semestre, sont relativement proches du fond urbain sur la période estivale, de juin à août, avec environ 1 à 8 µg/m³ d'écart (voir graphique ci-dessous). Après la maintenance annuelle, en septembre-octobre, les écarts ont augmentés avec fond urbain, de 10 à 14 µg/m³. Ces résultats illustrent **l'influence de l'incinérateur sur les concentrations de PM₁₀ à proximité immédiate**, ainsi que la baisse de son impact avec la maintenance réalisée. Cette influence reste plus faible que celle observée en fond urbain, dues aux activités humaines environnantes (circulation routière, chauffage,...).



Sur le premier semestre, les concentrations sont toujours plus faibles à La Comella qu'en fond urbain, et aucun impact du CTR sur les niveaux de particules n'y est mis en évidence.

3.1.4. Comparaison à d'autres sites de mesure

En Occitanie (France), les concentrations annuelles de PM₁₀ varient, en 2022, de 12 à 28 µg/m³ selon les sites, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Classification des stations		PM ₁₀ en Occitanie – Année 2022
Environnement d'implantation	Type d'influence	Moyenne annuelle en µg/m ³
Urbain	Fond	11 - 17
Urbain	Trafic routier	20 - 27
Urbain	Industriel	15 - 20

Les concentrations observées en fond urbain à Andorre-la-Vieille en 2022 sont relativement élevées par rapports à celles mesurées en Occitanie, pour des stations équivalentes. Ce résultat peut en partie s'expliquer par des travaux dans les environs (cf. annexe 4).

A proximité immédiate de l'incinérateur, la moyenne 2022 (13 µg/m³) est plus faible que les niveaux mesurés aux alentours d'industries en Occitanie. La différence avec les concentrations à La Comella (9 µg/m³) confirme cependant la proximité d'une source de particules PM₁₀.

3.2. Métaux contenus dans les particules en suspension PM₁₀

3.2.1. Résultats 2022

MTx	Seuil annuel en ng/m ³	Moyenne 2022 en ng/m ³		
		Site n°3 (La Comella) Environnement CTR	Site n°6 (Référence urbaine)	Site n°8 (Torrent del Cuc) Environnement CTR
Arsenic	6	0,1	0,2	0,2
Cadmium	Valeur limite Andorrane	< 0,03	0,03	0,03
Nickel	20	0,4	1,1	0,7
Plomb	500	0,7	1,2	1,6
Chrome	VTR US EPA ²	0,9	3,7	1,4
Mercur	Valeur guide OMS ³	< 0,03	< 0,03	< 0,03

Comme les années précédentes, les concentrations moyennes annuelles 2022 des métaux étudiés sont très largement inférieures aux seuils réglementaires et valeurs guides existants.

² VTR : Valeur Toxicologique de Référence ; US EPA : Ministère de l'environnement des Etats-Unis.

³ Organisation Mondiale de la Santé

3.2.2. Evolution par rapport aux années antérieures

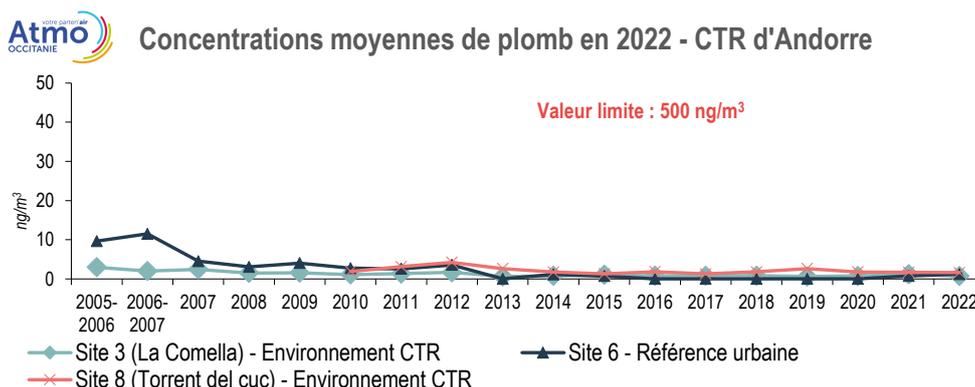
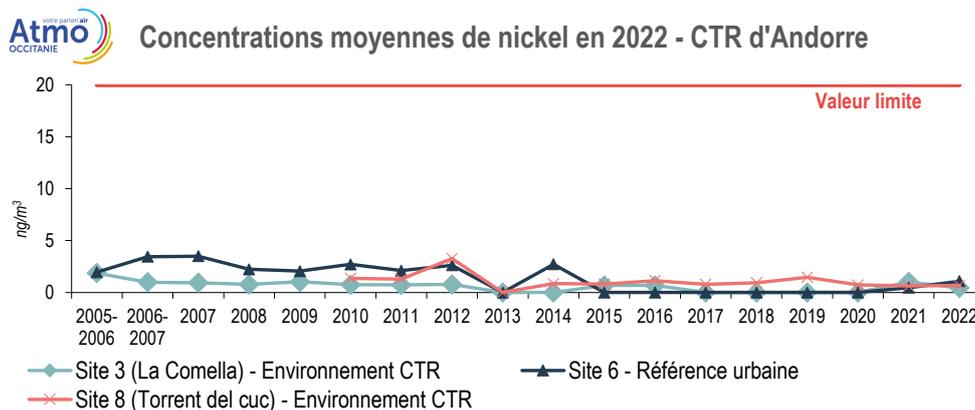
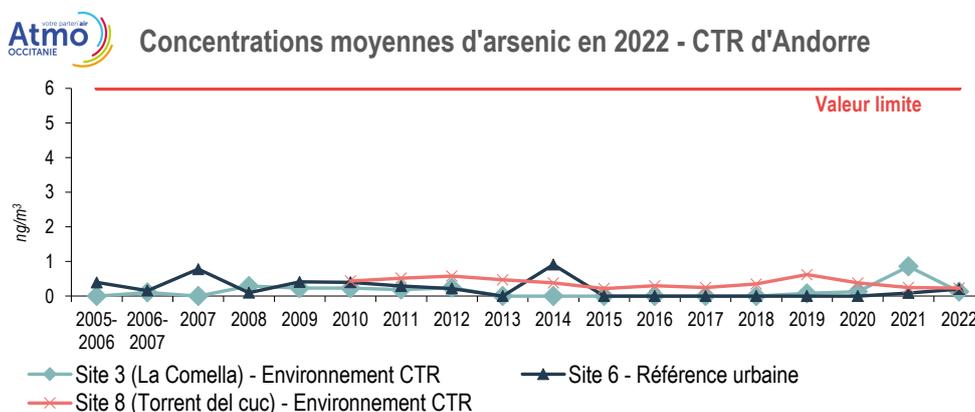
Les concentrations des métaux suivis sont :

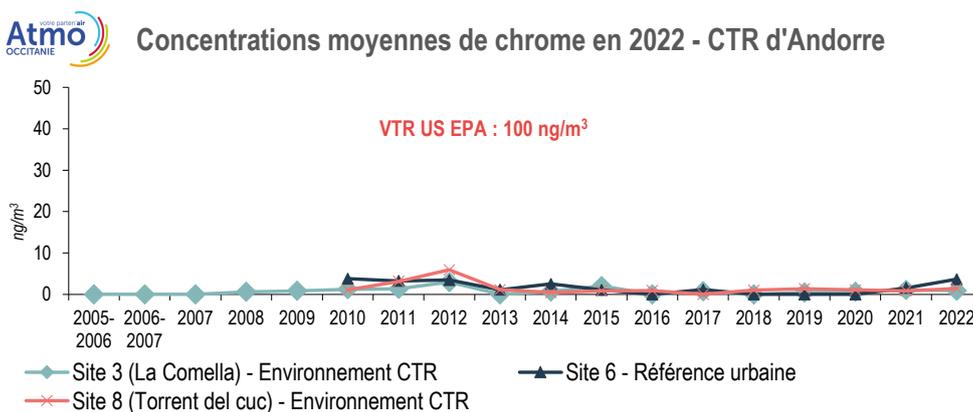
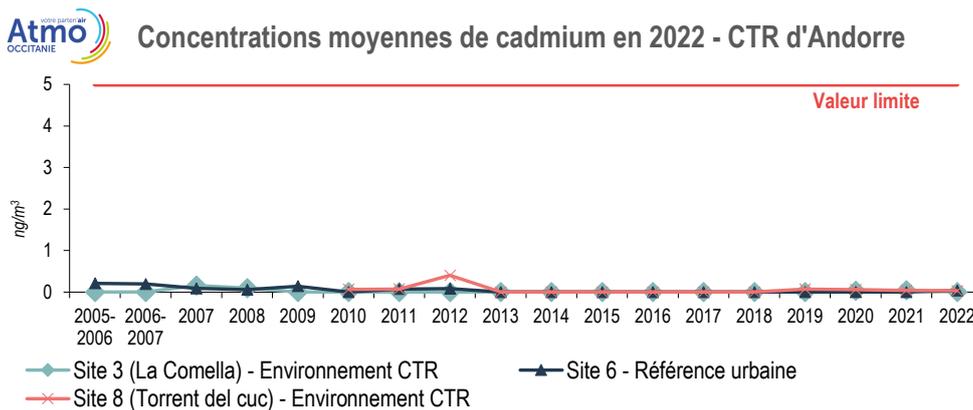
- chaque année, nettement inférieures à la valeur limite ;
- relativement stables entre 2015 et 2020.

Les concentrations en 2022 sont en **légère hausse sur le site de fond urbain** par rapport aux années précédentes. Les valeurs sont en effet plus élevées pour l'ensemble des métaux lors des campagnes hivernale (du 20 décembre 2021 au 3 janvier 2022) et estivale (du 20 juin au 4 juillet 2022). Cette variation pourrait provenir des **travaux d'envergure se déroulant à moins de 100 mètres** de la station de mesure :

- construction d'un complexe de plusieurs tours (Terrasses Clot d'Emprivat) à l'Ouest ;
- démolition puis construction d'un hôtel au Sud-Ouest ;
- démolition puis construction du centre de Santé à l'Est.

Après l'augmentation observée au printemps 2021 à La Comella (site n°3), les concentrations sont revenues au niveau observé les années précédentes, ce qui confirme le caractère ponctuel de cette hausse.





3.2.3. Comparaison à d'autres sites de mesure en Occitanie

		Période	Concentrations de métaux dans l'air ambiant en ng/m ³				
			As	Cd	Cr	Ni	Pb
Andorre	Proximité incinérateur*	2022	0,1 à 0,2	<0,03 à 0,03	0,9 à 1,4	0,4 à 0,7	0,7 à 1,6
Toulouse (31)	Fond urbain	2022	0,3	<0,08	-	0,6	2,3
Peyrusse Vieille (32)	Fond rural	2021	0,2	0,04	-	0,3	1,4
Bessières (31), Calce (66) Lunel (34), Toulouse (31)	Proximité incinérateur	2021	0,2 à 0,4	0,05 à 0,07	0,6 à 1,3	0,4 à 1,1	1,4 à 1,8

* donc sans tenir compte du site de référence urbain n°6

Les résultats andorrans à proximité du CTR sont proches des niveaux de fond occitans et dans la gamme des concentrations mesurées à proximité d'incinérateurs en Occitanie.

4. Retombées atmosphériques totales

4.1. Métaux contenus dans les retombées atmosphériques

- Respect des valeurs de référence
- Influence de l'incinérateur limité aux abords immédiats de son enceinte
- Diminution des niveaux en 2022 par rapport à une année 2021 marquée par des épisodes de poussières désertiques et des travaux réalisés à proximité

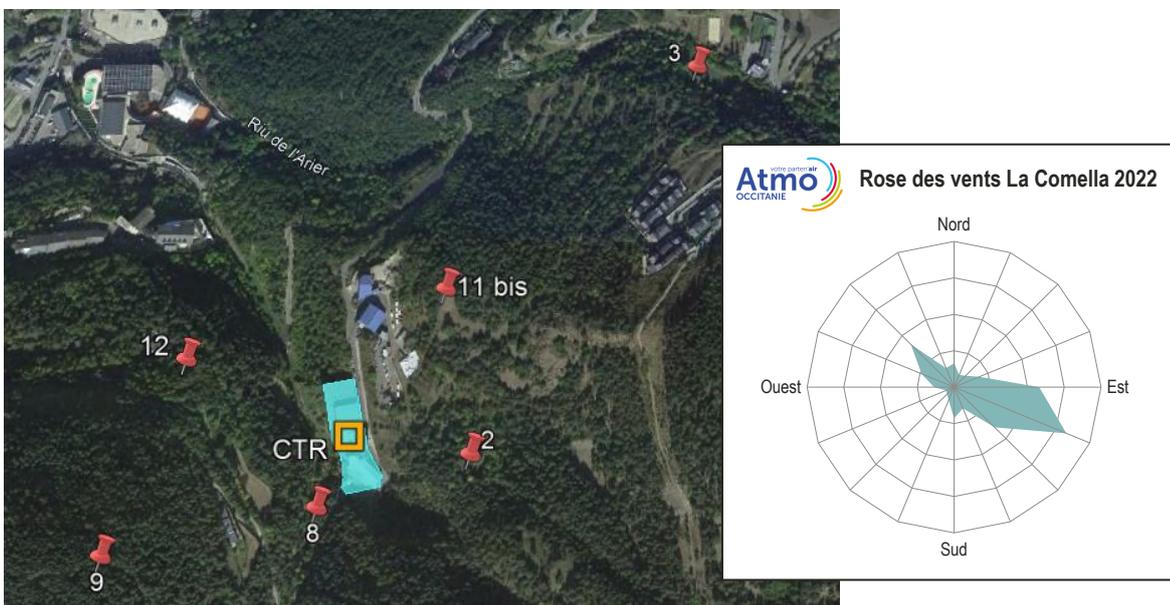
4.1.1. Résultats 2022

Il n'existe pas de directive européenne fixant des valeurs réglementaires pour les métaux contenus dans les retombées atmosphériques. En revanche, certains pays comme l'Allemagne ou la Suisse donnent des valeurs de référence.

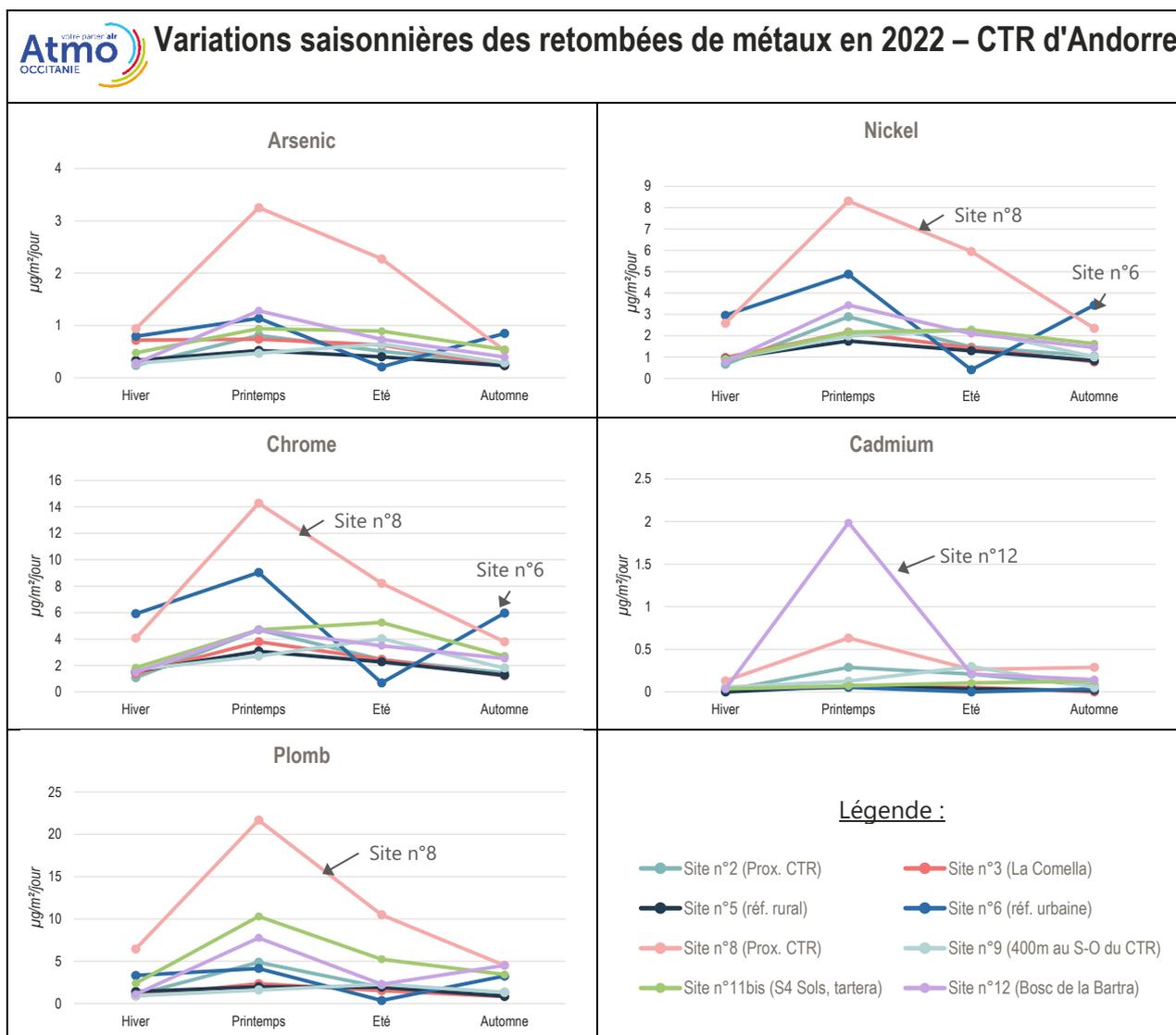
Le tableau suivant présente les concentrations moyennes en 2022 avec en **rouge** et en **bleu** la concentration moyenne annuelle la plus **élevée** et la plus **faible** sur les 8 sites étudiés.

	Retombées de métaux en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ – Année 2022				
	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Chrome
Site n°2 (Prox. CTR)	0.5	0.15	1.5	2.3	2.4
Site n°3 (La Comella)	0.6	0.03	1.3	1.4	2.2
Site n°5 (réf. rural)	0.4	0.03	1.2	1.6	2.0
Site n°6 (réf. urbaine)	0.7	0.03	2.9	2.8	5.4
Site n°8 (Prox. CTR)	1.8	0.33	4.8	10.8	7.6
Site n°9 (Cal Rosselló)	0.4	0.14	1.5	1.5	2.6
Site n°11bis (S4 Sols, tartera)	0.7	0.09	1.8	5.4	3.6
Site n°12 (Bosc de la Bartra)	0.7	0.59	1.9	3.9	3.1
Valeur de référence annuelle	4	2	15	100	-

Les valeurs de référence sont respectées sur l'ensemble des sites.



4.1.2. Saisonnalité



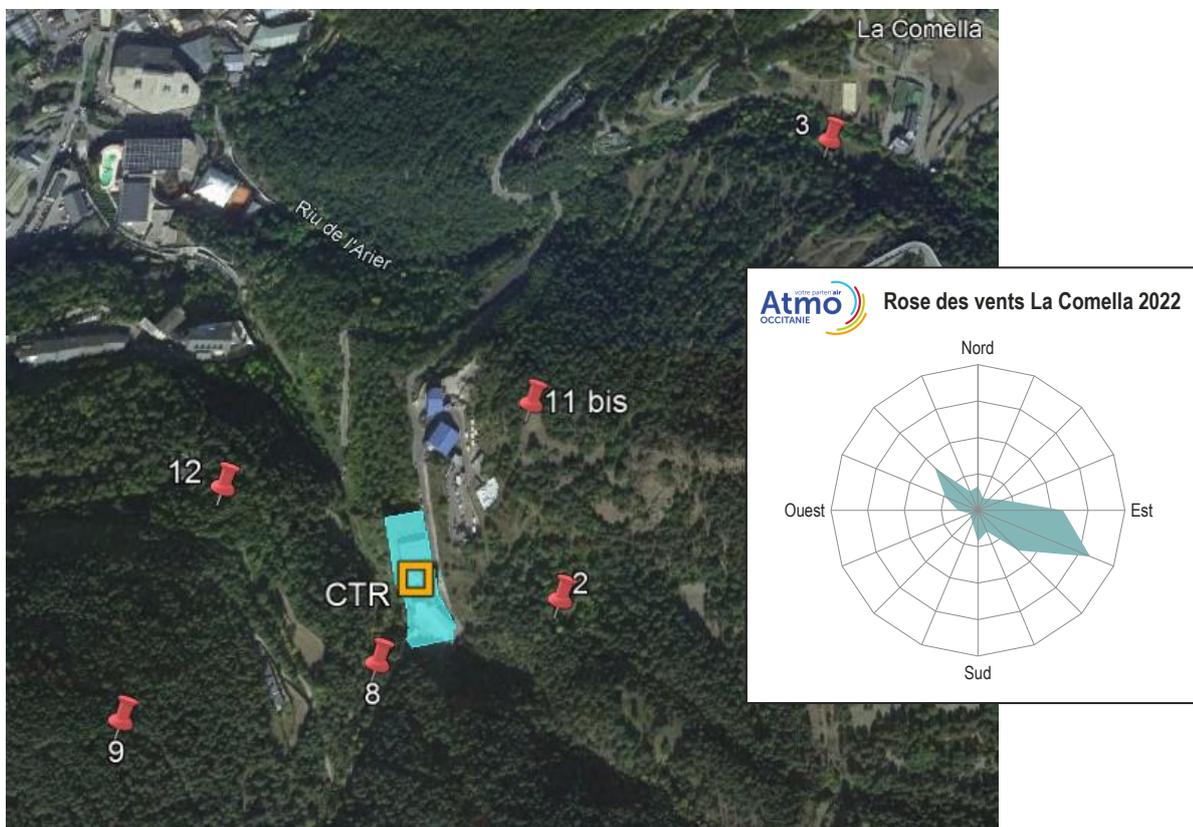
A proximité du hangar des mâchefers (site n°8), les retombées de métaux sont généralement plus élevées que sur les autres sites, en particulier au printemps et en été. Ce résultat illustre, comme les années précédentes, la **légère influence de l'incinérateur sur les retombées métalliques dans ses environs immédiats**.

Sur les autres sites autour de l'incinérateur (sites n°2, 3, 9, 11bis et 12), les retombées sont faibles et globalement homogènes, proches du fond rural (site n°5) et inférieures au fond urbain (site n°6). **L'influence de l'incinérateur sur les retombées métalliques est limitée aux abords du hangar des mâchefers**. Seule exception, les retombées de cadmium au printemps sur le site n°12, à environ 250 mètres au Nord-Ouest du CTR, qui sont près de 4 fois plus élevées que sur les autres sites ou au cours des autres périodes de mesures. Des valeurs ponctuellement plus élevées ont déjà été observées les années précédentes à cet endroit et indiquent la présence d'une source d'émission ou de remise en suspension de cadmium à proximité de ce point de mesure.

Le **fond urbain** présente des variations saisonnières différentes des autres sites et des **retombées de nickel et de chrome plus élevées qu'autour de l'incinérateur**. Le site de mesure a subi **l'influence en 2022 de plusieurs projets immobiliers dans les environs**, pouvant expliquer ces particularités.

4.1.3. Etude en fonction du vent

Comme les années précédentes, le vent majoritaire provient de la direction Est/Sud-Est. Durant le printemps et l'été, les températures plus élevées favorisent la mise en place d'une brise de montagne ascendante le long de la montagne le jour, descendante la nuit.

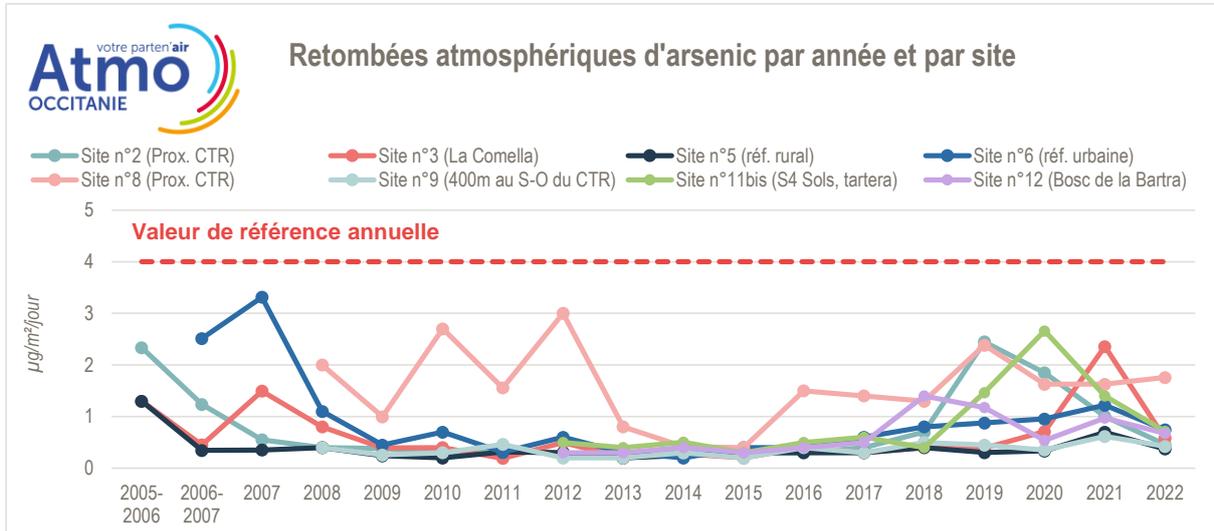


De tous les sites étudiés, le site n°12, mis en place en 2012 à environ 250 mètres au Nord-Ouest du CTR, est le plus fréquemment sous le vent de l'installation (voir annexe 2), particulièrement lors des mois froids.

Comme vu au paragraphe précédent, les retombées d'arsenic, plomb, nickel et chrome sur ce site ne se distinguent pas de celles des autres sites. Pour le cadmium en revanche, elles sont plus importantes au printemps, période de l'année avec les vents de Sud-Est les moins fréquents. Les variations saisonnières du régime de vent semblent donc indiquer qu'une autre source que l'incinérateur serait responsable de cette mesure des retombées de cadmium plus élevée.

4.1.4. Évolution par rapport aux années antérieures

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des moyennes annuelles des retombées d'arsenic depuis le début de la surveillance. Les mêmes éléments sont disponibles en annexe 6 pour les autres métaux (cadmium, nickel, plomb et chrome).



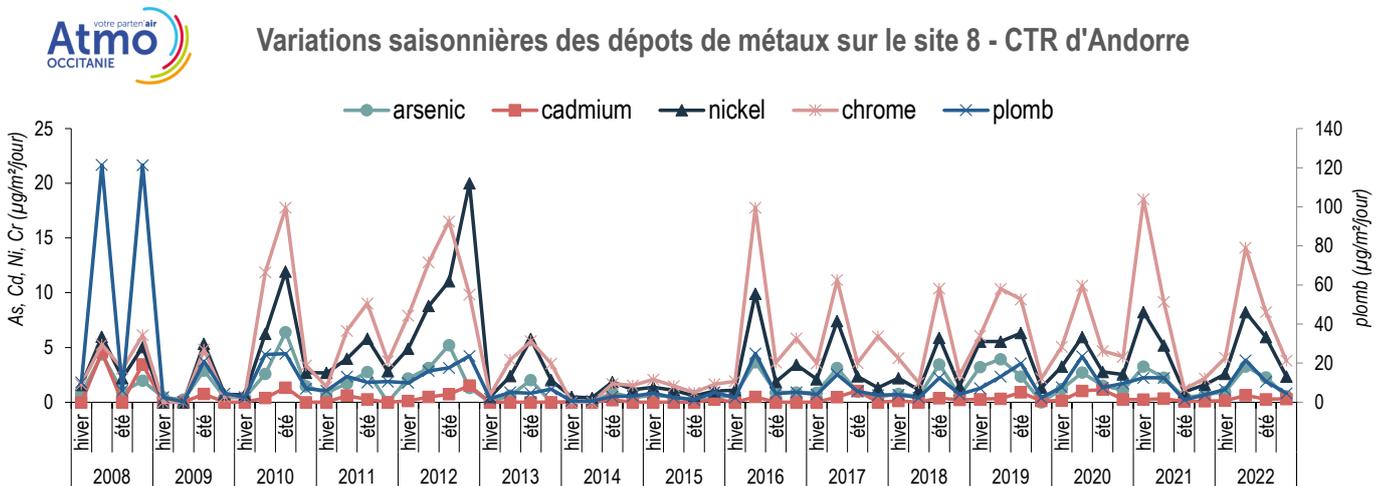
Les principales conclusions des années précédentes restent vérifiées en 2022, à savoir :

- Sur tous les sites étudiés, les retombées **sont inférieures aux valeurs de référence.**
- Le **site n°8 présente des retombées d'arsenic, nickel, plomb et chrome légèrement supérieures** aux niveaux relativement homogènes des autres sites autour de l'incinérateur.

Les **retombées d'arsenic, de chrome et de nickel diminuent en 2022** sur la quasi-totalité des sites, après la hausse observée en 2021 en raison des arrivées de poussières désertiques. Les variations de plomb et de cadmium sont moins homogènes entre les sites, mais les retombées restent globalement similaires aux années précédentes.

Le cas particulier du site n°8, le plus proche de l'incinérateur, est détaillé dans le paragraphe suivant.

4.1.5. Particularités du site n°8



A l'exception de 2013, 2014 et 2015, **le site n°8 présente des valeurs parmi les plus élevées de la zone d'étude, associées à de fortes variations saisonnières.**

Le site n°8 est implanté à proximité du hangar de stockage des mâchefers (voir photographie ci-contre datant de 2011). Les plus fortes valeurs pourraient être dues aux envols de poussières en provenance de ce hangar (si celui-ci reste ouvert par moments) ou depuis la cour jouxtant ce même hangar.

Entre 2013 et 2015, cette influence avait nettement diminué, en lien avec différentes mesures mises en œuvre par le gestionnaire depuis 2011 pour limiter les émissions de poussières.



Depuis 2016, sans éléments d'explication en possession d'Atmo Occitanie, **les retombées de métaux semblent de nouveau influencées par les envols de la zone de stockage des mâchefers.**

Le CTR a donc une influence significative sur les dépôts de métaux mesurés sur le site 8. Les niveaux restent cependant nettement inférieurs aux valeurs de référence annuelles.

4.1.6. Comparaison à d'autres sites de mesures

Dépôts ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)	Types de site	As	Cd	Ni	Pb	Cr
Sites andorrans (année 2022)	Proximité du CTR (<i>sites n°2, 3, 8, 9, 11bis et 12</i>)	0,4 à 1,8	0,03 à 0,59	1,3 à 4,8	1,4 à 10,8	2,2 à 7,6
	Urbain (<i>site n° 6</i>)	0,7	0,03	2,9	2,8	5,4
	Rural (<i>site n° 5</i>)	0,4	0,03	1,2	1,6	2,0
Proximité Fonderie Haute-Garonne	2017 à 2020	0,4 à 2,4	<0,1 à 0,3	1,8 à 48,9	1,5 à 8,5	-
Proximité incinérateur Hérault	2 mois été 2021	0,3 à 1,2	<0,2 à 0,35	<2,0 à 5,2	0,9 à 19,8	0,7 à 5,9
Références INERIS	Urbain	6,7	0,4	5	10	3,6
	Fond rural	0,4 à 6	<0,06 à 0,3	1,8-5	2-20	1,6 à 5,4

Pour les métaux mesurés (arsenic, cadmium, plomb, nickel et chrome), les résultats 2022 andorrans sont de l'ordre de grandeur de ceux mesurés en Occitanie et sont proches des références rurales établies par l'INERIS.

4.2. Dioxines contenues dans les retombées atmosphériques

- **Respect des valeurs de référence**
- **Valeurs légèrement plus élevées pendant l'hiver 2022, pouvant être liées à l'incendie du centre de stockage des déchets**
- **Retombées de dioxines faibles et homogènes sinon, sans mise en évidence d'un impact de l'incinérateur**

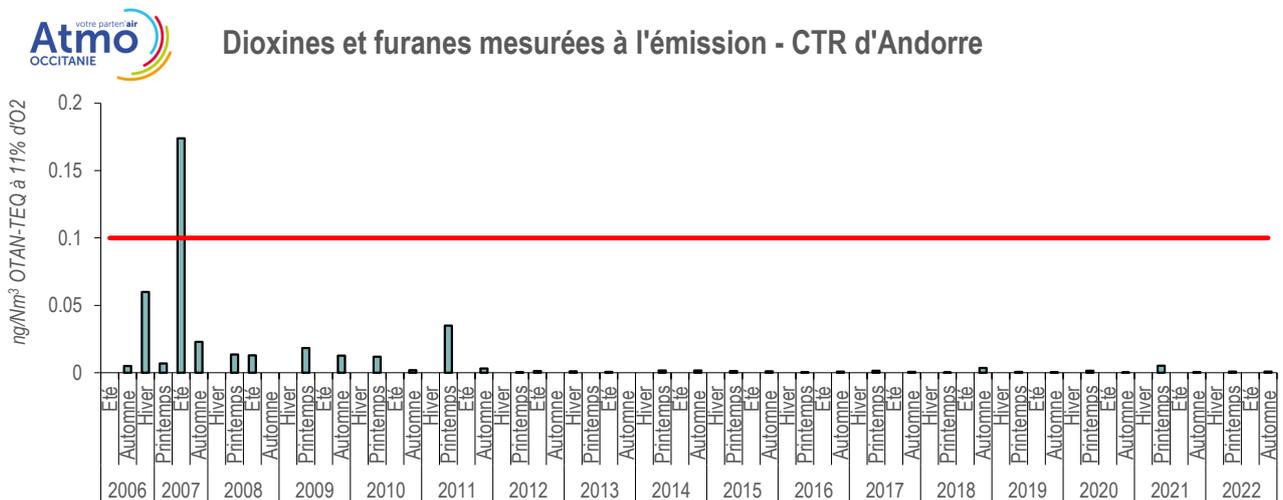
4.2.1. Origine

Les dioxines et furanes sont essentiellement émis lors de processus de combustion naturels et industriels de produits contenant du chlore. Les dioxines dans l'air peuvent, également, provenir de brûlages de bois ou de matériaux.

Pour plus de détails, se reporter à l'annexe 1.

4.2.2. Emissions du CTR

L'incinération des déchets produit des dioxines ; durant la première année de fonctionnement, les dioxines et furanes ont été mesurées par un organisme indépendant chaque trimestre à l'émission dans la cheminée du CTR andorran. Depuis, les mesures sont semestrielles.



Depuis 2008, lors des campagnes de mesures, les émissions de dioxines du CTR sont faibles et nettement inférieures à la norme (0,1 ng/Nm³).

Des mesures mensuelles à l'émission sont également réalisées par l'exploitant de l'incinérateur.

4.2.3. Résultats 2022 dans les retombées atmosphériques

4.2.3.1. Résultats en I-TEQ

	Retombées de métaux en pg I-TEQ/m ² /jour – Année 2022				
	Hiver	Printemps	Eté	Automne	2022
Site n°2 (Prox. CTR)	6.5	2.9	2.8	3.0	3.8
Site n°3 (La Comella)	4.4	2.9	2.8	2.9	3.2
Site n°5 (réf. rural)	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9
Site n°6 (réf. urbaine)	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9
Site n°8 (Prox. CTR)	3.1	3.1	3.7	2.9	3.2
Site n°9 (Prox. CTR)	3.9	2.9	3.1	3.1	3.2
Site n°11bis (S4 Sols, tartera)	4.5	3.0	3.1	3.0	3.4
Site n°12 (Bosc de la Bartra)	4.0	3.9	3.3	3.1	3.6

Pour la majorité des mesures en 2022, les **retombées de dioxines sont globalement faibles et homogènes** (proches de 2,8 pg I-TEQ /m²/jour, valeur minimale quand aucun congénère n'est détecté).

Des **valeurs légèrement plus élevées sont observées lors de la campagne hivernale** (22 décembre 2021 - 21 mars 2022), sur 4 des sites autour de l'incinérateur. Ces valeurs pourraient s'expliquer par **l'incendie ayant eu lieu le 26 février au niveau dans le centre de stockage de déchets à proximité**, détaillé plus loin.

4.2.3.2. Comparaison à des valeurs de référence

Il n'existe pas en Andorre ou en France de valeurs réglementaires concernant les retombées totales de dioxines et furanes. Néanmoins, des analyses bibliographiques d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes [3] et de l'Ineris [4] ont recensé les résultats de différentes études pour proposer des valeurs de références, qui représentent des seuils au-delà desquels les niveaux sont susceptibles d'avoir été influencés directement par un événement (augmentation générale des niveaux de dioxines associée à un pic de particules) ou une source (brûlage de câbles, etc.)

Valeurs de référence Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- 40 pg I-TEQ/m²/jour pour une exposition moyenne sur 2 mois
- 10 pg I-TEQ/m²/jour pour une exposition moyenne annuelle.

Valeurs de référence de l'INERIS

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en PCDD/F (pg I-TEQ/m ² /jour)
Bruit de fond urbain et industriel	0 – 5
Environnement impacté par des activités anthropiques	5 – 16
Proximité d'une source	16

Commentaires

- Les **retombées de dioxines et furanes plus élevées pendant l'hiver traduisent une influence d'activités anthropiques, probablement l'incendie du centre de stockage des déchets proche.**
- Les autres valeurs correspondent à un bruit de fond et aucune influence n'est mise en évidence.

4.2.3.3. Zoom sur la campagne hivernale

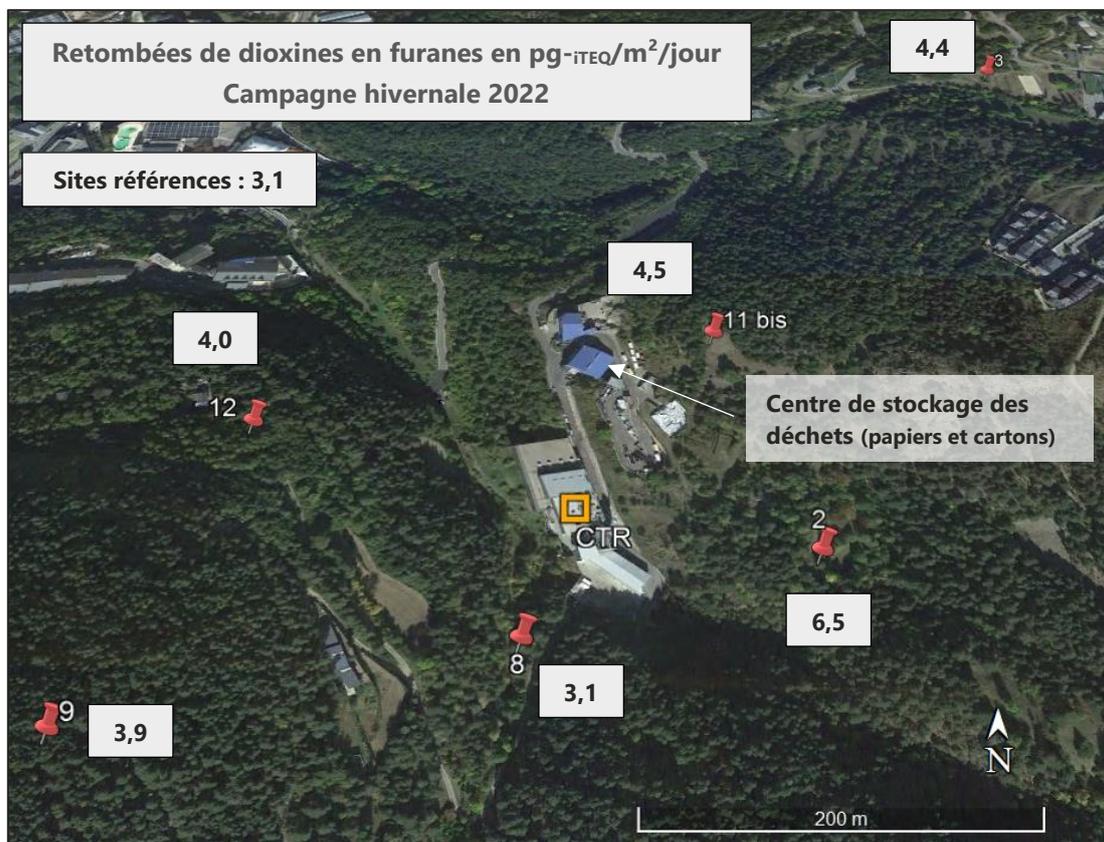
Les retombées de dioxines pendant l'hiver 2022 (22 décembre 2021 - 21 mars 2022) sont légèrement plus élevées sur les sites autour de l'incinérateur, à l'exception du site n°8, le plus proche de l'incinérateur.

Au cours de cette période, un incendie s'est déclaré vers 7 heures du matin le 26 février 2022 au centre de stockage des déchets au Nord du CTR. Il a provoqué une importante colonne de fumée, avant d'être éteint en fin d'après-midi.



Incendie au centre de stockage des déchets de la Comella - /ANA

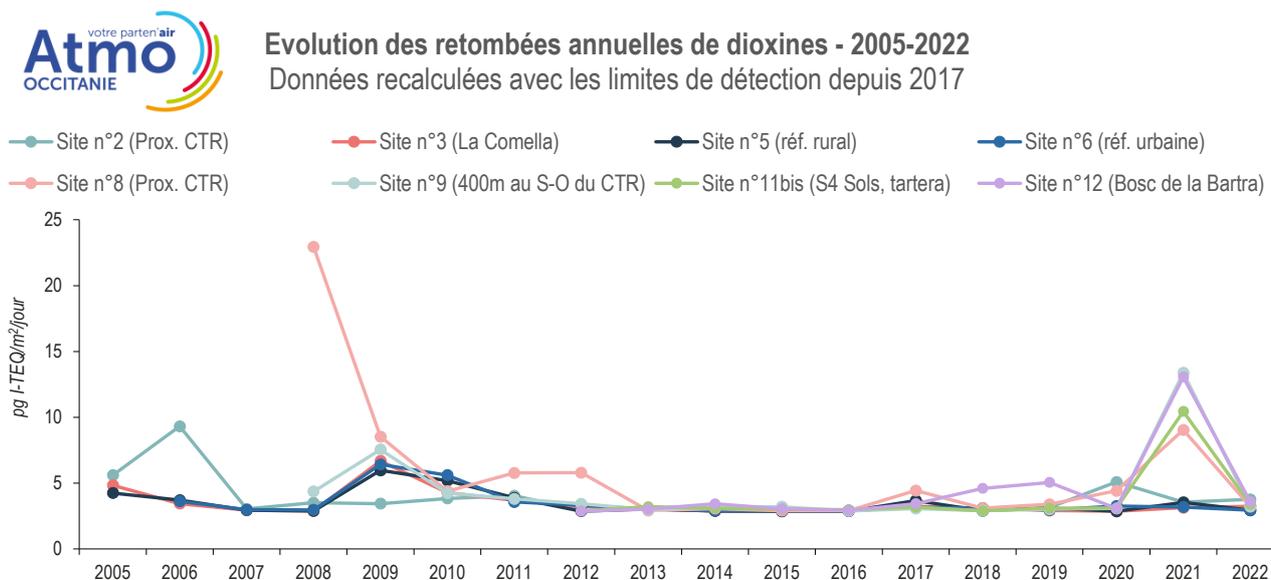
Pendant l'incident, le vent était très faible le matin, puis a soufflé vers l'Est et le Nord-Est. Ces conditions de vent ont ainsi **davantage exposé les sites n° 2, 3 et 11 bis à l'Est de l'incendie** (voir carte page suivante). Ce sont effectivement sur ces sites que les retombées de dioxines sont les plus importantes, indiquant que l'incendie en est probablement la cause. Les concentrations relevées en moyenne sur 3 mois restent cependant relativement faibles par rapport aux valeurs de référence existantes (voir paragraphe suivant).



4.2.4. Évolution par rapport aux années antérieures

Comme détaillé en annexe 3, les limites de quantification des dioxines dans les retombées atmosphériques, fournies par le laboratoire d'analyse, ont évolué : à partir de l'automne 2016, dans l'hypothèse où aucun congénère n'est détecté, la valeur minimale attribuée aux retombées de dioxines est de 2,8 pg I-TEQ/m²/jour.

Afin de s'affranchir d'une hausse liée aux capacités des laboratoires à quantifier les dioxines dans les retombées, les valeurs des années précédentes ont été représentées ci-dessous en appliquant les limites de détection utilisées depuis 2017.



En 2021, des valeurs élevées atypiques ont été mesurées pour 4 des 5 sites autour du CTR pendant l'été 2021, sans dysfonctionnement identifié au niveau de l'incinérateur.

En 2022, les retombées de dioxines ont retrouvé un niveau similaire aux années précédentes sur l'ensemble des sites, entre 3 et 4 pg I-TEQ/m²/jour. **Les valeurs 2022 sont ainsi similaires au niveau de fond observé sur les sites références.**

5. Dioxines et métaux dans les fourrages

- Dioxines et furanes non détectées dans l'échantillon 2022
- Teneurs inférieures aux valeurs réglementaires chaque année



5.1. Contexte

Si le sol ne paraît pas être un bon indicateur de l'impact potentiel du fonctionnement de l'actuel CTR (voir le bilan de l'année 2013 [2]), en revanche, le prélèvement de fourrages pourrait l'être.

Conformément à la recommandation de l'INERIS (voir [6]), lors de la récolte, un prélèvement de fourrages présents au Nord-Ouest du CTR (sous les vents dominants) est réalisé depuis 2012 pour vérifier le respect de la réglementation concernant la teneur en dioxines et en métaux des fourrages (directive 2002/32/CE du parlement Européen et du Conseil du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux).

En 2021, ce prélèvement n'avait pu être réalisé car les fourrages avaient déjà été coupés lors du passage.

5.2. Résultats des dioxines

Aucun congénère n'a été détecté dans l'échantillon de fourrage prélevé en 2022.

Teneurs en dioxines en ng I-TEQ (OMS 1998) / kg de matière pour une teneur en humidité de 12%														
Dioxines dans fourrages													Directive 2002/32/CE	
	2012	2013	2014	Juin 2015*	Août 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Teneur maximale	Seuil intervention
Seuil bas**	0,04	0,20	0,062	0,148	0,015	0,011	0,031	0,008	0,012	0,011	-	0	0,75	0,5
Seuil haut**	0,44	0,23	0,094	0,202	0,178	0,033	0,052	0,033	0,046	0,041	-	0,132		

* En juin le prélèvement a été réalisé sur un site proche du site de prélèvement habituel.

** L'indice "seuil bas" signifie que la contribution au TEQ de chaque congénère non détecté est égale à zéro. L'indice "seuil haut" signifie que la contribution au TEQ de chaque congénère non détecté est égale à la limite de détection

Les résultats des prélèvements sont, **chaque année, inférieurs à la teneur maximale et au seuil d'intervention de la Directive 2002/32/CE** en matière de substances indésirables dans les aliments pour animaux.

Par rapport aux années précédentes, aucune tendance globale des évolutions de teneurs en dioxines et furanes dans les fourrages n'est visible.

5.3. Résultats des métaux

	Teneurs en métaux en mg / kg de matière brute pour une teneur en humidité de 12%							Directive 2002/32/CE
	Métaux							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021*	2022	Teneur maximale
Arsenic	0,025	0,034	0,032	0,014	0,028	-	0,014	2
Cadmium	0,023	0,045	0,019	<0,010	0,032	-	0,024	1
Plomb	0,039	0,087	0,077	0,014	0,025	-	0,017	30
Chrome	<0,047	0,219	0,412	0,149	0,132	-	0,122	-
Nickel	0,056	0,12	0,462	0,163	0,127	-	0,197	-

*prélèvement non réalisé

En 2022, les résultats des prélèvements restent largement inférieurs aux teneurs maximales de la Directive 2002/32/CE en matière de substances indésirables dans les aliments pour animaux.

Par rapport aux années précédentes, aucune tendance globale des évolutions de teneurs en métaux n'est visible.

6. Conclusions et perspectives

En 2022, les concentrations des polluants mesurées autour de l'incinérateur des déchets d'Andorre sont inférieures aux valeurs réglementaires ou valeurs de référence, aussi bien en air ambiant que dans les retombées atmosphériques ou dans les fourrages. L'influence de l'incinérateur reste limitée, comme les années précédentes, aux environs immédiats ; à côté du hangar de stockage des mâchefers. En supplément de la pollution diffuse, d'autres sources de pollution sont mises en évidence, notamment l'incendie du centre de stockage des déchets papiers et cartons en février, ou encore les travaux de construction et/ou démolition à proximité de la station de référence urbaine à Escaldes.

Ces résultats seront présentés comme chaque année à la commission d'information et de suivi (CIV), qui regroupe les pouvoirs publics (ministères et paroisses), l'exploitant et les riverains et associations. La surveillance de la qualité de l'air aux alentours du CTR se poursuivra en 2023 selon les mêmes modalités qu'en 2022.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Seguiment ambiental al voltant del Centre de tractament tèrmic de residus de la Comella ; Document technique ; Gouvernement andorran ; 2007
- [2] Bilans de la surveillance de la qualité de l'air autour du CTR andorran – Années 2007 à 2021 ; Atmo Occitanie
- [3] Air Rhône-Alpes (2012) « Surveillance des dioxines et des métaux lourds – Synthèse des mesures effectuées en 2010 et 2011 »
- [4] Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM ; INERIS ; Décembre 2001
- [5] Expertise sur le plan de surveillance environnementale de l'U.I.O.M d'Andorra-la-Vella, Rapport d'Etude, INERIS, n°DRC-11-122244-11024-A du 23 mars 2012

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Présentation des dioxines et furanes

ANNEXE 2 : Conditions météorologiques

ANNEXE 3 : Limites de quantification

ANNEXE 4 : Travaux à proximité des sites de mesures depuis 2019

ANNEXE 5 : Calendrier des mesures

ANNEXE 6 : Historique des retombées atmosphériques de métaux

ANNEXE 7 : Modification de l'historique des concentrations de particules

ANNEXE 1 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS

MESURES

1. PARTICULES EN SUSPENSION PM₁₀

1.1. Origine

Les particules en suspension ont de nombreuses origines, tant naturelles qu'humaines. Elles proviennent principalement de la combustion incomplète des combustibles fossiles, du transport routier (gaz d'échappement, usure, frottements) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, cimenterie, incinération...). Les particules en suspension ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions.

Les particules mesurées par les analyseurs automatiques utilisés dans les AASQA ont un diamètre inférieur à 10 µm (elles sont appelées PM₁₀) ou 2,5 µm (PM_{2,5}). Elles sont souvent associées à d'autres polluants (SO₂, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques...).

1.2. Effets

Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

2. METAUX TOXIQUES

2.1. Origine

Les métaux toxiques proviennent de la combustion de charbon, de pétrole, des ordures ménagères et de certains procédés industriels particuliers. Dans l'air, ils se retrouvent généralement sous forme de particules (sauf le mercure qui est principalement gazeux).

2.2. Effets

Effets sur la santé

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires ou autres.

- **L'arsenic (As)** : les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures. L'arsenic et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.
- **Le cadmium (Cd)** : une exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Sur la base de données expérimentales, le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.
- **Le chrome (Cr)** : par inhalation, les principaux effets sont une irritation des muqueuses et des voies aériennes supérieures et parfois inférieures. Certains composés doivent être considérés comme des cancérigènes, en particulier pulmonaires, par inhalation, même si les données montrent une association avec d'autres métaux.
- **Le mercure (Hg)** : en cas d'exposition chronique aux vapeurs de mercure, le système nerveux central est l'organe cible (tremblements, troubles de la personnalité et des performances psychomotrices, encéphalopathie) ainsi que le système nerveux périphérique. Le rein est l'organe critique d'exposition au mercure.
- **Le plomb (Pb)** : à fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.

Effets sur l'environnement

Les métaux toxiques **contaminent les sols et les aliments**. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.

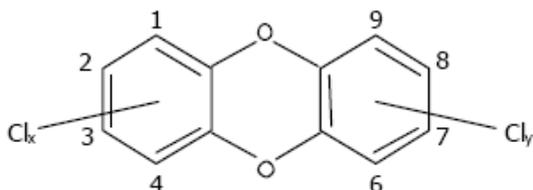
Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de « bio-indicateurs ».

3. DIOXINES ET FURANES

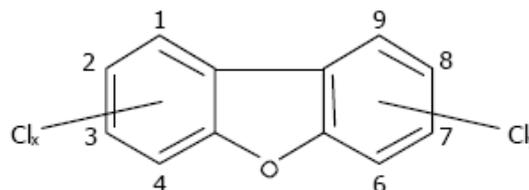
Le terme « dioxines » désigne 2 grandes familles de composés :

- les polychlorodibenzodioxines (PCDD) ;
- les polychlorodibenzofuranes (PCDF)

Leur structure moléculaire est très proche (voir schéma ci-dessous)



Structure générale des PCDD



Structure générale des PCDF

Les positions numérotées peuvent être occupées par des atomes d'hydrogène ou de chlore. Il existe donc un grand nombre de combinaisons liées au nombre d'atomes de chlore et de la position qu'ils occupent. On dénombre ainsi 75 congénères de PCDD et 135 de PCDF.

3.1. Propriétés physiques et chimiques

Les PCDD et les PCDF ont en commun d'être stables jusqu'à des températures élevées, d'être fortement lipophiles (solubles dans les solvants et les graisses) et peu biodégradables, d'où une bioaccumulation dans la chaîne alimentaire et donc, en final, chez l'homme (tissus adipeux, foie, laits maternels...).

Les dioxines font partie des 12 Polluants Organiques Persistants (POP) recensés par la communauté internationale. Les POP sont des composés organiques, d'origine anthropique essentiellement, particulièrement résistants à la dégradation, dont les caractéristiques entraînent une longue persistance dans l'environnement et un transport sur de longues distances. Ils sont présents dans tous les compartiments de l'écosystème et, du fait de leurs caractéristiques toxiques, peuvent représenter une menace pour l'homme et l'environnement.

3.2. Sources

Les PCDD et PCDF ne sont pas produits intentionnellement, contrairement à d'autres POP, comme les PCB (PolyChloroBiphényles). Ce sont des sous-produits non intentionnels formés lors de certains processus chimiques industriels comme la synthèse chimique des dérivés aromatiques chlorés. Ils apparaissent également lors du blanchiment des pâtes à papier, ainsi que lors de la production et du recyclage des métaux.

Enfin, ils sont formés au cours de la plupart des processus de combustion naturels et industriels, en particulier des procédés faisant intervenir des hautes températures (300-600°C). Pour que les dioxines se forment, il faut qu'il y ait combustion de matière organique en présence de chlore. Il existe plusieurs voies de formation des PCDD/F, mais il semble qu'ils soient majoritairement produits sur les cendres lors du refroidissement des fumées.

3.3. Voies de contamination

Voie respiratoire

Du fait des faibles concentrations de dioxines généralement observées dans l'air inhalé, la voie d'exposition respiratoire est mineure (environ 5%) comparativement à l'exposition alimentaire pour la population générale.

Voie digestive

On peut distinguer deux voies potentielles d'exposition par ingestion :

- l'exposition par ingestion directe de poussières inhalées ou de sols contenant des PCDD/PCDF,
- l'ingestion indirecte par le transfert des contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Il est admis que l'exposition via l'eau potable est négligeable, du fait du caractère hydrophobe des dioxines et des furanes.

Pour la population générale, c'est la voie alimentaire qui constitue la principale voie de contamination en raison de l'accumulation de ces composés dans la chaîne alimentaire. Les PCDD/PCDF émis dans l'atmosphère se déposent au sol, en particulier sur les végétaux. Ces derniers entrent dans l'alimentation animale, les PCDD et PCDF se fixant alors dans les graisses. Les capacités d'élimination étant faibles, elles se concentrent le long de la chaîne alimentaire. **Il est admis que l'exposition moyenne s'effectue à 95% par cette voie, en particulier par l'ingestion de graisses animales (lait et produits laitiers, viandes, poissons, œufs).**

3.4. Effets sur la santé

Des incertitudes demeurent dans l'évaluation du risque associé aux dioxines, qu'il s'agisse de l'appréciation de la nocivité intrinsèque des dioxines, des risques ramenés à un niveau d'exposition ou de dose, voire du niveau d'exposition des populations.

Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) a classé la 2,3,7,8 TCDD (dite dioxine de Seveso) dans les substances cancérigènes pour l'homme. En revanche, l'EPA (agence américaine de l'environnement) a évalué le 2,3,7,8 TCDD comme cancérigène probable pour l'homme. Les autres formes de dioxines sont considérées comme des substances non classifiables en ce qui concerne leur cancérogénicité.

Globalement, on peut observer plusieurs effets sur la santé : cancérigène, chloracné, hépatotoxicité, immunosuppresseur, perturbateur endocrinien, défaut de développement et reproduction, diabète...

3.5. Évaluation de la toxicité d'un mélange (facteur équivalent toxique)

Les dioxines et furanes présentent des toxicités très variables, en fonction du nombre et du positionnement des atomes de chlore. Parmi les 210 composés existants, 17 ont été identifiés comme particulièrement toxiques pour les êtres vivants. Ils comportent au minimum 4 atomes de chlore occupant les positions 2, 3, 7 et 8.

Les résultats des analyses d'un mélange de PCDD et PCDF sont généralement exprimés en utilisant le calcul d'une quantité toxique équivalente (I-TEQ pour International-Toxic Equivalent Quantity). La toxicité potentielle des 17 congénères est exprimée par rapport au composé le plus toxique (2,3,7,8 TCDD), en assignant à chaque congénère un coefficient de pondération appelé I-TEF (International-Toxic Equivalent Factor). Ainsi, la molécule de référence (2,3,7,8 TCDD) se voit attribuer un I-TEF égal à 1.

La quantité toxique équivalente I-TAQ est obtenue par la somme des concentrations de chaque congénère pondérées par leur TEF soit :

$$I - TEQ = \sum (C_i \times TEF_i)$$

où C_i et TEF_i sont la concentration et le TEF du congénère i contenu dans le mélange.

Il existe 3 systèmes d'équivalents toxiques : 1 défini par l'OTAN en 1989 et 2 définis par l'OMS en 1997 et 2005 (voir tableau ci-dessous).

Congénère	Facteur international d'équivalent toxique pour les 17 congénères		
	I-TEF OTAN (1989)	I-TEF OMS (1997)	I-TEF OMS (2005)
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenodioxine	0,01	0,01	0,01
Octachlorodibenzodioxine	0,001	0,0001	0,0003
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,03
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,3
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01
Octachlorodibenzofurane	0,001	0,0001	0,0003

ANNEXE 2 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES 2022

STATION LA COMELLA

Conditions de vent

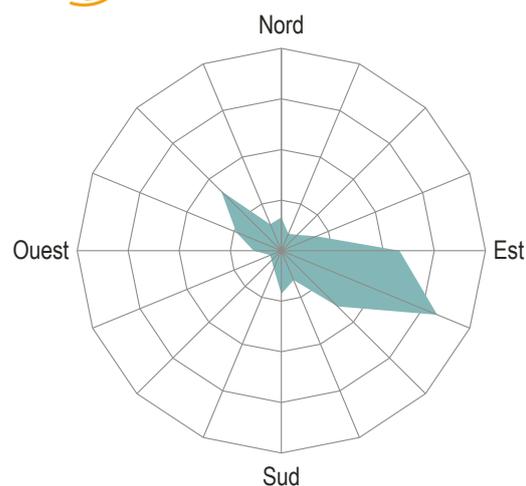


Rose des vents La Comella 2022

La rose des vents ci-contre présente les régimes de vent observés en 2022.

Comme les années précédentes, le vent dominant provient du Sud-Est.

Lors des mois chauds, un régime de brise de montagne se met en place avec un vent ascendant de secteur Nord-Ouest en journée, et un vent descendant de secteur Sud-Est la nuit.



Une estimation des pourcentages de temps pendant lesquels les sites de mesures « air » sont sous les vents du CTR est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Pourcentage de temps sous les vents par site			
	Site n°2 prox. CTR	Sites n°3 (La Comella) et n°11 (prox. CTR)	Sites n°8 et 9 prox. CTR	Site n°12 Bosc de la Bartra
Année 2012	12%	6%	9%	40%
Année 2013 (janvier à octobre)	12%	7%	9%	41%
Année 2014	11%	6%	9%	40%
Année 2015	12%	6%	9%	41%
Année 2016	12%	7%	9%	36%
Année 2017 (20 juil. au 31 déc.)	16%	7%	7%	36%
Année 2018 (21 fév. au 20 déc.)	16%	6%	9%	35%
Année 2019	15%	7%	9%	34%
Année 2020	13%	7%	9%	36%
Année 2021	13%	7%	10%	35%
Année 2022	11%	6%	10%	35%

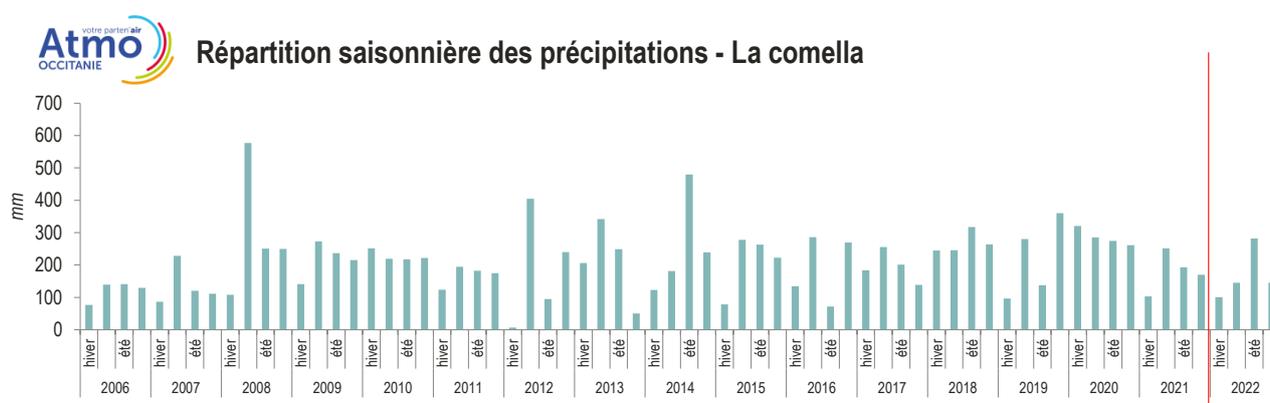
Le site 12, ajouté en 2012 suite aux recommandations de l'INERIS [6], est celui qui est le plus fréquemment sous le vent du CTR (entre 34% et 40% du temps).

Les autres sites sont nettement moins fréquemment sous le vent du CTR (entre 6 et 16 % du temps).

Pluviométrie

Pluviométrie en mm																	
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Moyenne
594	546	1184	864	910	675	745	847	1022	841	762	779	1071	874	1140	716	673	836

* la Station météo de la Comella était en panne du 17 octobre 2013 au 14 janvier 2014. Sur la période manquante, les données sont issues de de la station "Roc de Sant Pere" située au milieu de la vallée centrale.



En 2022 :

- le cumul annuel des précipitations est proche de la moyenne sur ces 15 dernières années,
- le cumul par saison est relativement homogène.

ANNEXE 3 : LIMITES DE QUANTIFICATION

Les limites de quantification, valeurs à partir desquelles il est possible de quantifier la masse d'un composé dans un échantillon, sont fournies par le laboratoire effectuant les analyses.

Métaux dans les particules en suspension

	Limite de quantification en µg/filtre	Limite de quantification pour une exposition de 2 semaines à un débit d'air de 1 m ³ /h
Arsenic	0,025	0,08 ng/m ³
Cadmium et mercure	0,010	0,03 ng/m ³
Nickel, plomb et chrome	0,100	0,3 ng/m ³

Pour les mesures de métaux dans les particules en suspension, l'incertitude de l'analyse est de l'ordre de 15 %.

Métaux dans les dépôts

	Limite de quantification en µg/jauge	Limite de quantification pour une exposition de 3 mois
Nickel	0,05	0,1 µg/m ² /jour
Arsenic et cadmium	0,01	0,02 µg/m ² /jour
Plomb et chrome	0,10	0,2 µg/m ² /jour

Dioxines dans les dépôts

En 2016, la méthode de calcul des limites de détection des dioxines par le laboratoire d'analyse a évolué. A partir de la fin d'année 2016, les limites de détection de chaque congénère augmentent et sont les mêmes pour tous les échantillons. Pour rappel, les retombées de dioxines sont exprimées dans le système d'équivalent toxique international (I-TEQ), avec le référentiel OTAN. Cet I-TEQ (exprimé en pg ITEQ par échantillon est un indice "seuil haut", c'est-à-dire qu'il a été calculé, comme depuis 2008 :

- en considérant que la contribution au TEQ de chaque congénère non détecté est égale à la limite de détection ;
- en soustrayant le "blanc minimum", c'est-à-dire que, pour les analyses du "blanc", la contribution au TEQ d'un congénère non détecté a été prise égale à zéro.

Ce mode de calcul maximise l'I-TEQ.

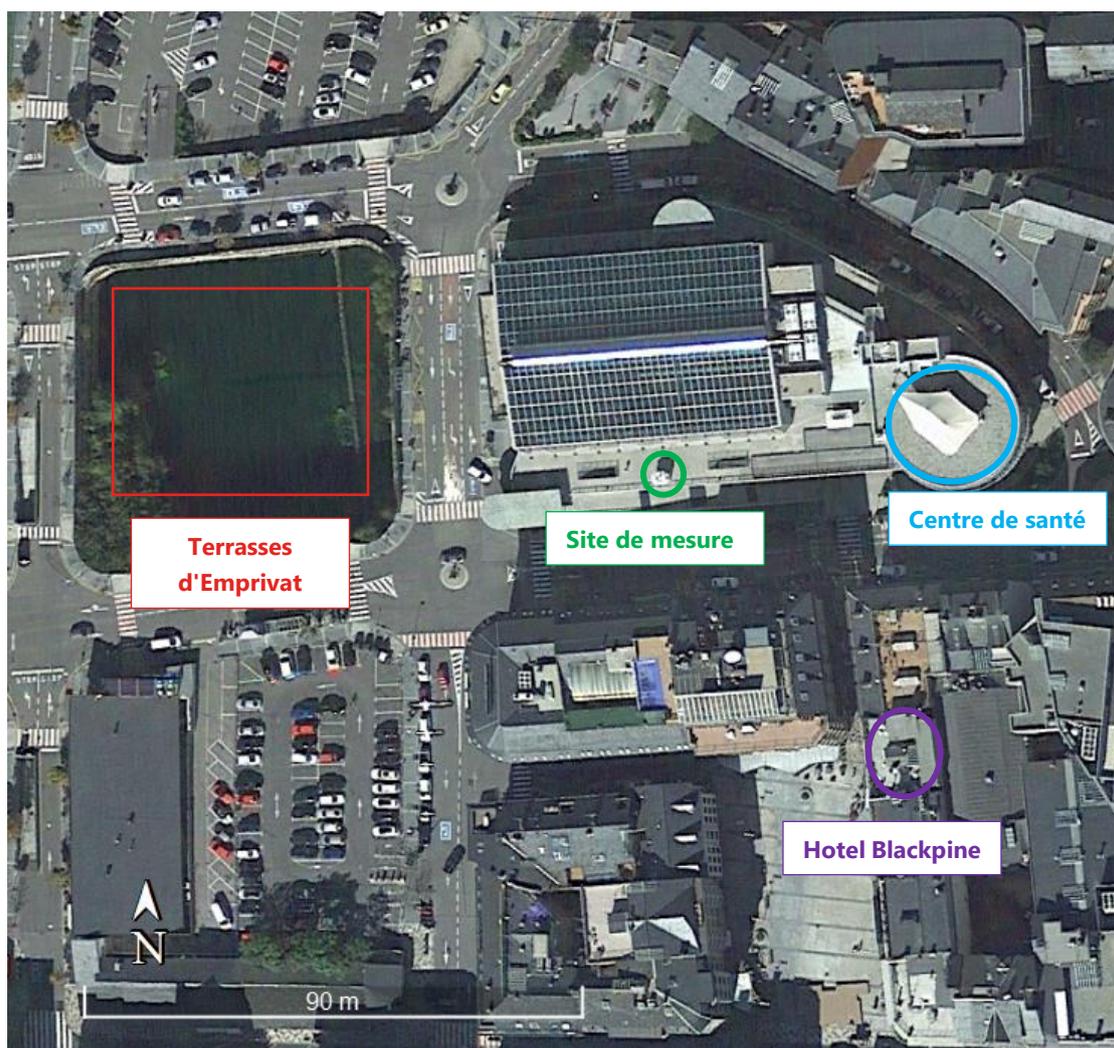
A partir d'automne 2016, dans l'hypothèse où aucun congénère n'est détecté, la limite de quantification est de 1,5 pg ITEQ/jauge soit 2,9 pg ITEQ/m²/jour pour une exposition de 3 mois des jauges.

	Limite de quantification en pg ITEQ/jauge	Limite de quantification pour une exposition de 3 mois
Dioxines et furanes	1,5	2,9 pg ITEQ/m ² /jour

ANNEXE 4 : TRAVAUX A PROXIMITE DES SITES DE MESURES DEPUIS 2019

Entre 2019 et 2022, des travaux d'envergure se sont déroulés à proximité des points de mesures. Les activités réalisées sont sources de pollution avec l'émission de particules et de poussières, ainsi que la remise en suspension des poussières.

Projets immobiliers à Escaldes



Les trois projets immobiliers et les principales phases des travaux sont indiqués page suivante.

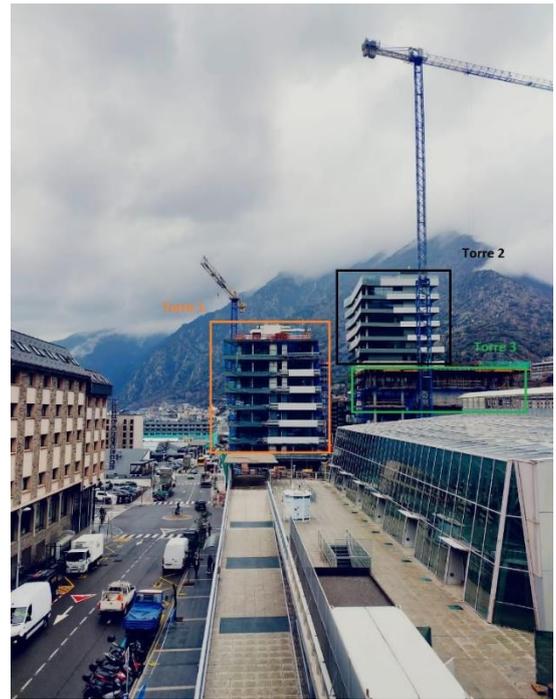
Terrasses d'Emprivat :

Construction d'un complexe immobilier de 3 tours, de 10, 15 et 20 étages à 50 mètres environ à l'ouest du site de mesure.

Tour 1 (10 étages) : Gros œuvre entre août 2021 et mars 2022.
Second œuvre jusqu'en décembre 2022.

Tour 2 (15 étages) : Gros œuvre en 2021. Second œuvre jusqu'en mars 2022.

Tour 3 (20 étages) : Gros œuvre débuté en février 2021 et toujours en cours.



Démolition du centre de santé :

Démolition de l'ancien bâtiment en octobre et novembre 2022.

Gros œuvre prévu entre décembre 2022 et juillet 2023.

Second œuvre entre juillet et août 2023.



Construction Hotel Blackpine :

Démolition du bâtiment précédent entre avril 2022 et janvier 2023

Construction du nouveau bâtiment à partir de février 2023.



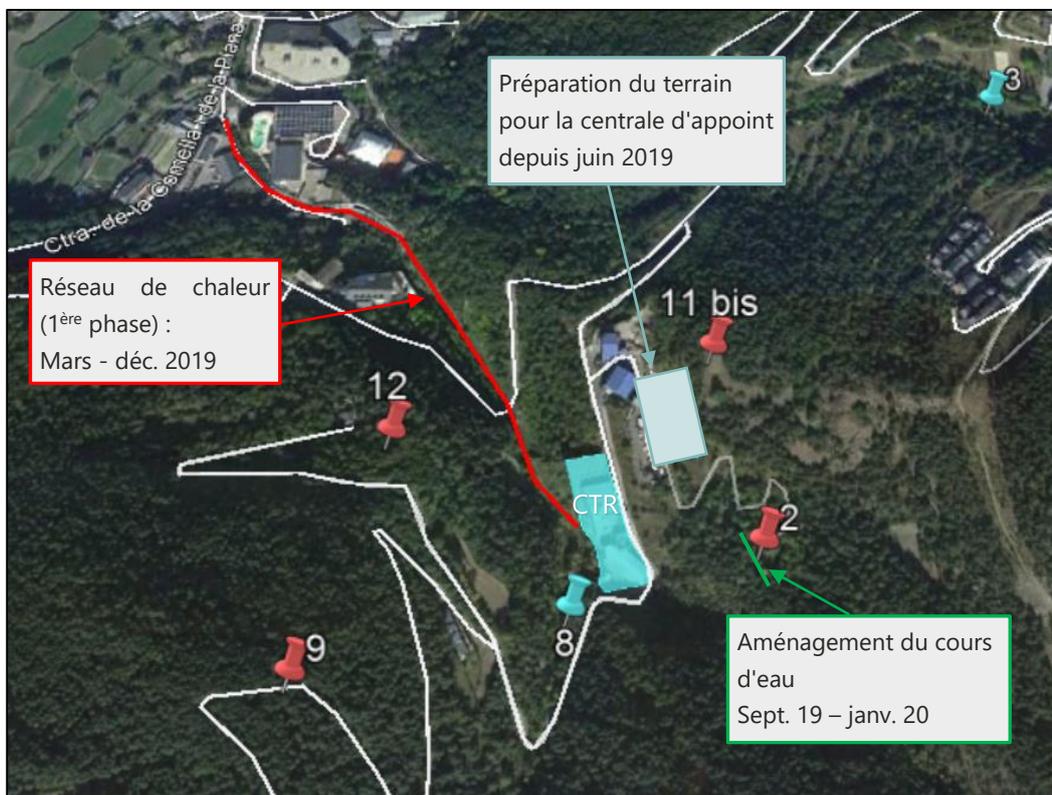
Travaux pour la construction du réseau de chaleur

Afin de valoriser au mieux l'énergie produite par l'incinérateur, la construction d'un réseau de distribution de chaleur au quartier en contrebas a commencé en 2019, pour au moins 4 ans. Les différents chantiers comprennent :

- les équipements pour la cogénération dans le CTR (2019)
- une centrale support au Gaz naturel à côté de l'incinérateur pour suppléer la production de chaleur ponctuellement (2019-2021)
- un réseau alimentant le quartier en chaleur (2019-2022 en plusieurs phases).

Ces travaux sont susceptibles d'impacter le suivi des polluants autour du CTR, par l'émission directe de polluants ou la remise en suspension de polluants contenus dans les sols des environs.

La carte ci-dessous présente plus précisément les travaux menés depuis 2019 vis-à-vis du dispositif de mesure.



En 2022, aucune activité n'a eu lieu à proximité du CTR concernant ces travaux.

Agrandissement du British College

Le point n°3 est situé au lotissement la Comella, à environ 650 mètres au Nord-Est de l'incinérateur, à proximité du British College. Depuis l'été 2019, des travaux sont réalisés à proximité qui ont pu impacter les mesures de retombées atmosphériques et les particules en air ambiant.

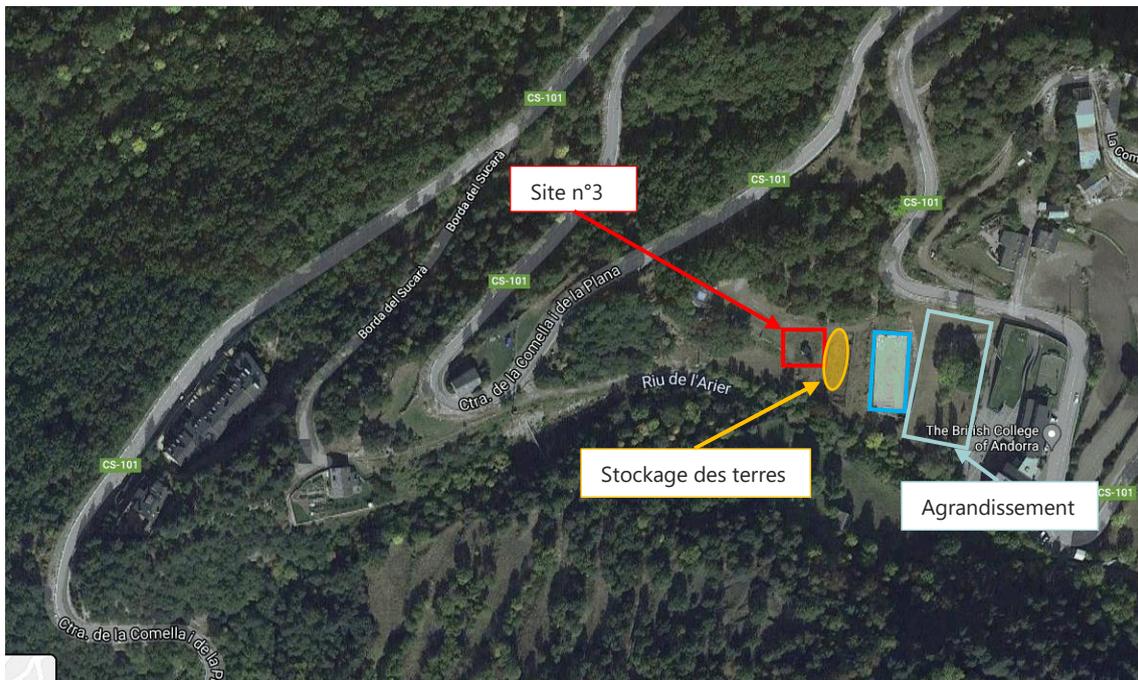
Phase 2 (Été 2019 à septembre 2020)

Construction d'un centre sportif à environ 20 mètres du site de mesure.



Phase 3 (mi-février 2020 à septembre 2021)

Agrandissement de l'école. De la terre a été stockée juste à côté des sites de mesures (cf. plan et photographie ci-dessous).



En 2022, aucune activité n'a eu lieu à proximité du CTR concernant ces travaux.

ANNEXE 5 : CALENDRIER DES MESURES

Le tableau ci-dessous présente, pour l'année 2022, les périodes de mesures (en bleu) des particules PM₁₀ et des métaux dans les particules en suspension sur les 3 sites étudiés, ainsi que les mesures dans les retombées atmosphériques.

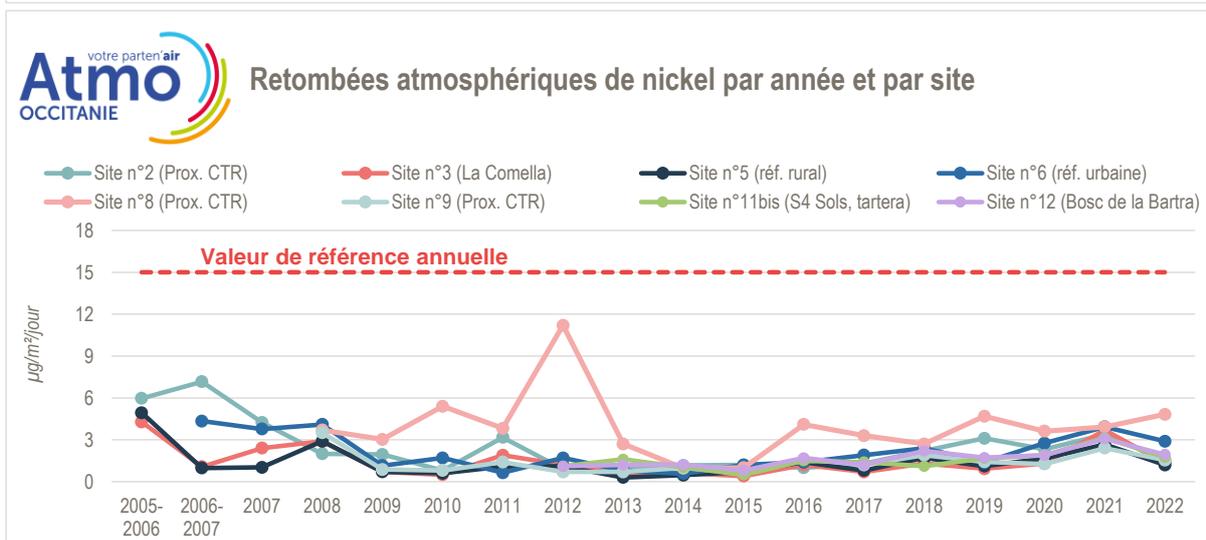
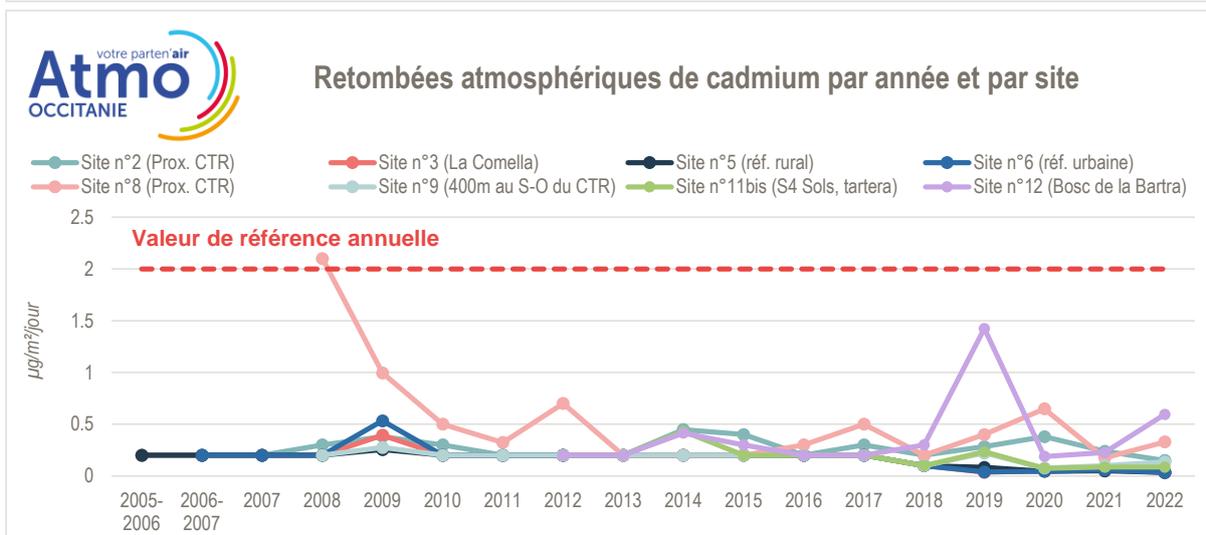
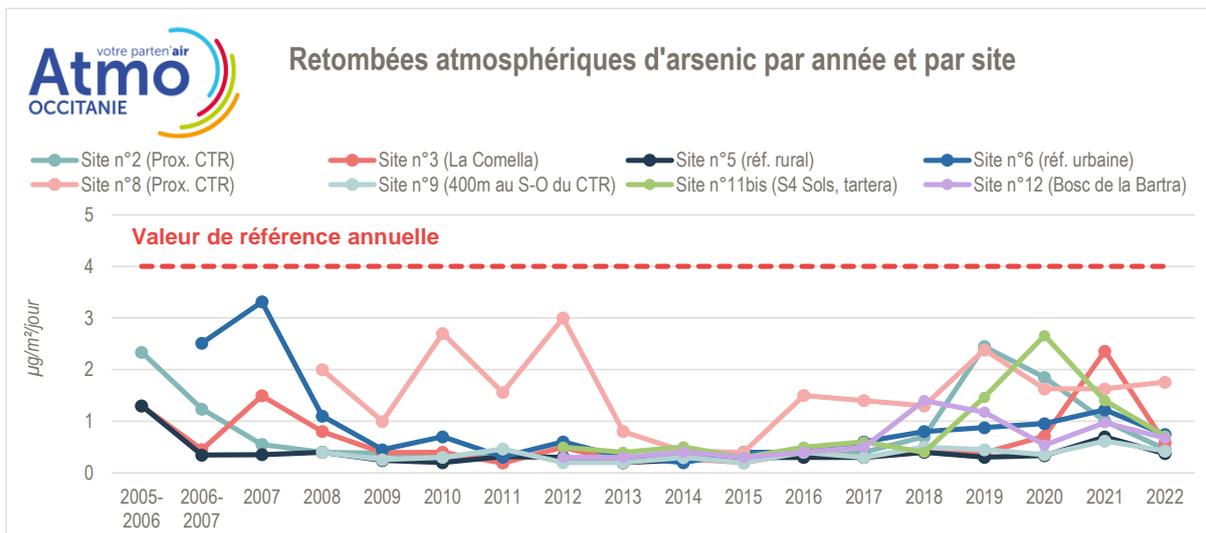
Saison	Semaine	Mesures dans l'air ambiant						Mesures dans les dépôts
		PM 10			Métaux			Métaux et dioxines
		site 3	site 6	site 8	site 3	site 6	site 8	Tous les sites (2,3,5,6,8,9,11bis,12)
Hiver	S1							
	S2							
	S3							
	S4							
	S5							
	S6							
	S7							
	S8							
	S9							
	S10							
	S11							
	S12							
	S13							
Printemps	S14							
	S15							
	S16							
	S17							
	S18							
	S19							
	S20							
	S21							
	S22							
	S23							
	S24							
	S25							
	S26							
	Eté	S27						
S28								
S29								
S30								
S31								
S32								
S33								
S34								
S35								
S36								
S37								
S38								
S39								
Automne		S40						
	S41							
	S42							
	S43							
	S44							
	S45							
	S46							
	S47							
	S48							
	S49							
	S50							
	S51							
	S52							

Les mesures en air ambiant sur les sites 3 et 8 ont eu lieu sur deux saisons différentes. Sur le site 6, les mesures ont été réalisées toute l'année.

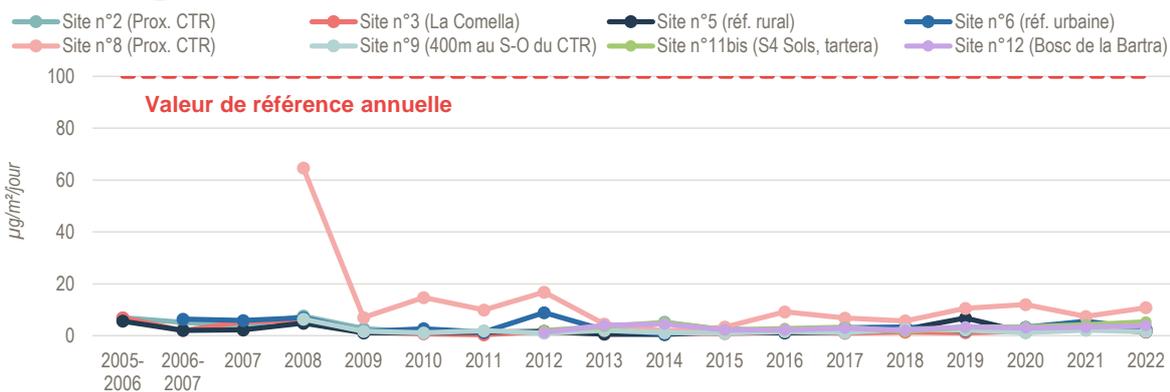
Les mesures des métaux et dioxines dans les retombées atmosphériques ont été effectuées sur les 8 sites suivis par périodes de 3 mois (chaque saison) sur toute l'année 2022.

ANNEXE 6 : HISTORIQUE DES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE METAUX

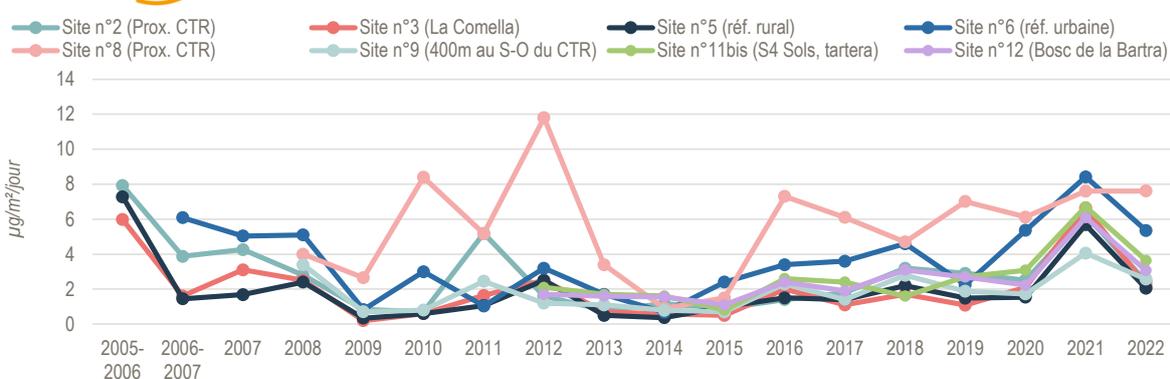
Le graphique ci-dessous présentent l'évolution des moyennes annuelles des retombées des différents métaux depuis le début de la surveillance.



Retombées atmosphériques de plomb par année et par site



Retombées atmosphériques de chrome par année et par site



ANNEXE 7 : MODIFICATION DE L'HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES

Contexte

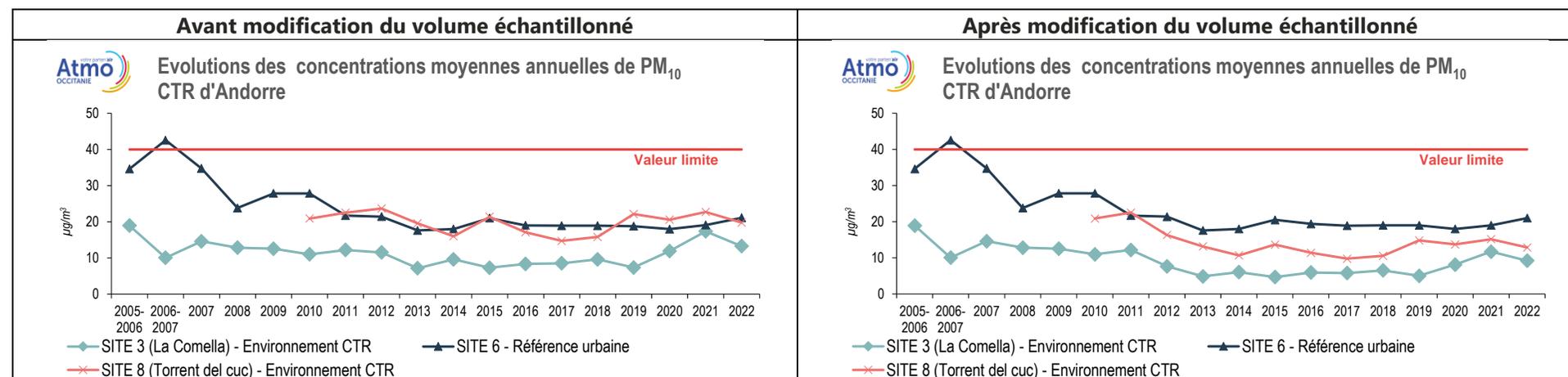
La surveillance des particules sur la principauté d'Andorre a commencé il y a près de 20 ans. Afin de moderniser et de sécuriser la mesure, certains des équipements montrant des signes de faiblesse, les dispositifs de suivi de ces polluants sont progressivement renouvelés depuis 2021.

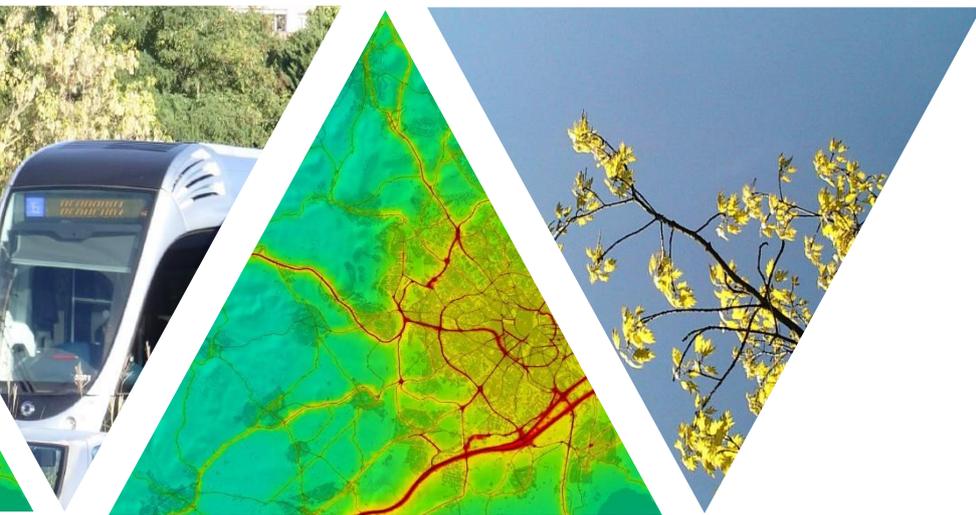
Ces opérations ont permis de mettre en lumière un problème dans l'expression des concentrations obtenues sur les sites aux alentours du CTR. En effet, la concentration moyenne est obtenue en divisant la masse de particules par le volume échantillonné. C'est la valeur de ce dernier, qui n'était pas calculé selon les bonnes conditions météorologiques ambiantes extérieures, conformément aux dernières évolutions des normes et usages européen.

Influence de la modification sur l'historique de mesure

La **correction du volume échantillonné conduit à une diminution d'environ 30% des concentrations** calculées sur les sites n°3 (La Comella) et n°8 (proximité CTR). Les années avant 2012 n'ont pu être recalculés, mais l'impact devrait être théoriquement du même ordre.

Les deux graphiques ci-dessous illustrent l'impact de cette correction.





L'information sur la qualité de l'air en Occitanie

www.atmo-occitanie.org



Agence de Montpellier
(Siège social)
10 rue Louis Lépine
Parc de la Méditerranée
34470 PEROLS

Agence de Toulouse
10bis chemin des Capelles
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie