

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

Rapport annuel 2020

ETU-2021-091 - Edition Mai 2021

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

SYNTHESE	1
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
1.1. CONTEXTE	2
1.2. OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE.....	2
2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR AUTOUR DU CTR EN 2020	3
2.1. POLLUANTS MESURES	3
2.2. MESURE DE PARTICULES EN SUSPENSION ET DEPOTS	3
2.3. PRELEVEMENT DES FOURRAGES.....	5
2.4. FONCTIONNEMENT DU CTR	5
2.5. TRAVAUX POUR LA CONSTRUCTION D'UN RESEAU DE CHALEUR.....	6
3. PARTICULES ET METAUX EN AIR AMBIANT.....	7
3.1. PARTICULES EN SUSPENSION PM ₁₀	7
3.2. METAUX CONTENUS DANS LES PM ₁₀	9
3.3. BILAN SUR LES PM ₁₀ ET METAUX EN AIR AMBIANT.....	12
4. RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES TOTALES.....	12
4.1. METAUX CONTENUS DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES	12
4.2. DIOXINES CONTENUES DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES.....	20
5. DIOXINES ET METAUX DANS LES FOURRAGES.....	25
5.1. CONTEXTE	25
5.2. RESULTATS DES DIOXINES.....	26
5.3. REPARTITION DES CONGENERES.....	26
5.4. RESULTATS DES METAUX.....	27
5.5. BILAN DES MESURES DANS LES FOURRAGES	27
BIBLIOGRAPHIE.....	28
TABLE DES ANNEXES	28

SYNTHESE

Respect des valeurs de référence

Les concentrations des polluants mesurées dans l'air ambiant (PM₁₀, métaux), dans les retombées atmosphériques (métaux, dioxines) et dans les fourrages (dioxines et métaux) demeurent inférieures aux valeurs réglementaires ou valeurs de référence.

Influence probable des travaux pour la centrale de cogénération

Depuis le 2nd semestre 2019, les niveaux de particules en suspension ainsi que de métaux en air ambiant et dans les retombées atmosphériques sont légèrement plus élevés que les années précédentes. Ces augmentations sont vraisemblablement liées aux travaux de construction du réseau de chaleur à moins de 100m à l'Est du centre de traitement des résidus (CTR).

Influence limitée du CTR

Le site n°8 positionné à côté du hangar des mâchefers est **influencé par l'activité du CTR et enregistre des retombées de métaux généralement plus élevées que sur les autres sites étudiés**. La diminution constatée entre 2013 et 2015, probablement liée aux mesures mises en œuvre par le gestionnaire pour limiter les émissions de poussières, n'a pas été observée depuis.

Sur les sites n°2 et n°8, les plus proches du CTR, **les retombées de dioxines sont ponctuellement plus élevées en 2020**. Ces valeurs, qui restent faibles par rapport aux valeurs de référence, peuvent traduire une influence de l'incinérateur ainsi que des travaux pour la centrale de cogénération. En revanche, aucune influence n'est constatée en 2020 sous les vents de l'incinérateur, contrairement à 2018 et 2019.

Ailleurs, pas d'influence significative du CTR

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

D'autres sources ponctuelles sont probablement responsables de certaines augmentations limitées à un site pendant une campagne, sans qu'il ait été possible de les identifier.

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 2020.

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

- Evaluer l'évolution, depuis la mise en service du CTR, des niveaux de :
 - particules en suspension 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.
- Déceler un éventuel impact du CTR sur ces paramètres.
- Comparer les résultats des mesures avec les valeurs réglementaires actuelles et les teneurs habituellement rencontrées.
- Proposer éventuellement une optimisation du dispositif de surveillance.

2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR AUTOUR DU CTR EN 2020

2.1. Polluants mesurés

L'ensemble de ces polluants est susceptible d'être émis par le CTR.

	Polluants étudiés en 2020	Outil de mesure	Résolution temporelle de la mesure	Période de mesure
Particules en suspension	PM ₁₀	Préleveur bas volume	14 jours	site n°6 : toute l'année site n°3 : 1 ^{er} semestre site n°8 : 2 nd semestre
	Métaux dans les PM ₁₀ : As, Cd, Hg, Ni, Pb, Cr total			site n°3 : 2 semaines en hiver et au printemps site n°8 : 2 semaines en été et en automne
	Métaux dans les PM ₁₀ : As, Cd, Hg, Ni, Pb, Cr total	Préleveur haut volume	Fusion 14 filtres journaliers	site n°6 : 2 semaines par saison
Retombées atmosphériques totales (Dépôts)	Dioxines dans les retombées	Jauges Owen	3 mois (saison)	toute l'année (4 mesures)
	Métaux dans les retombées : As, Cd, Ni, Pb, Cr total			
Fourrages	Dioxines et métaux	-	1 prélèvement par an	mai (voir § 3.3)

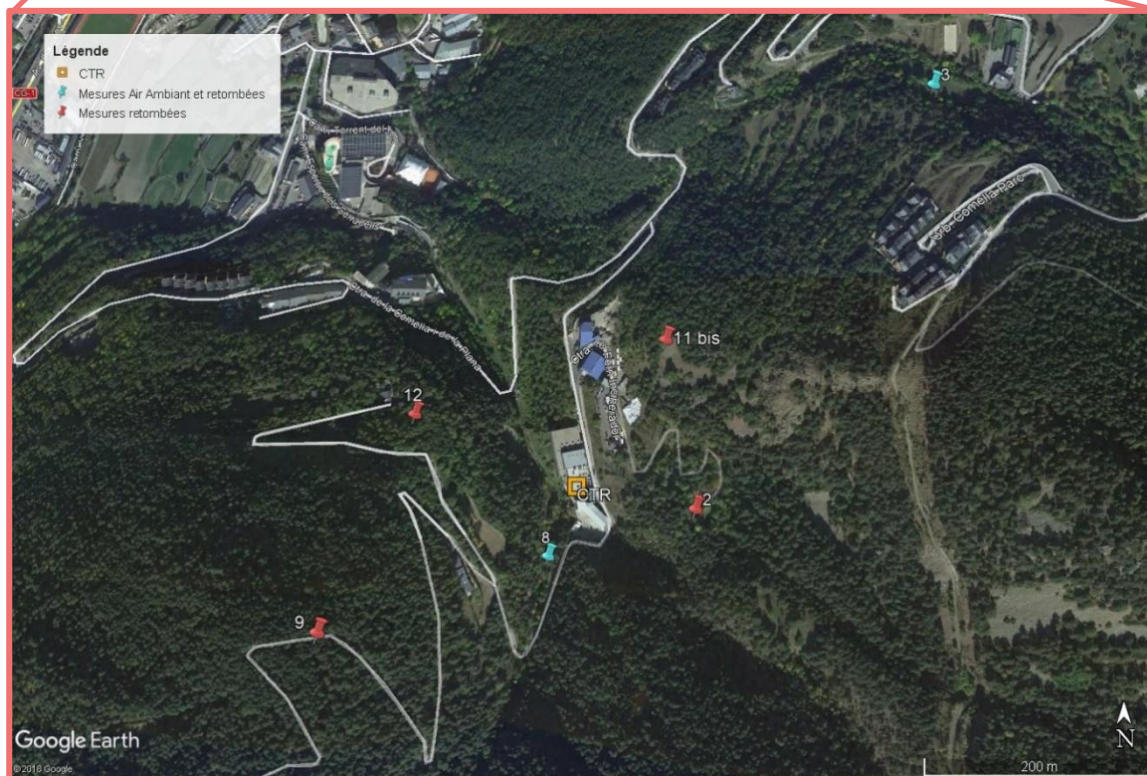
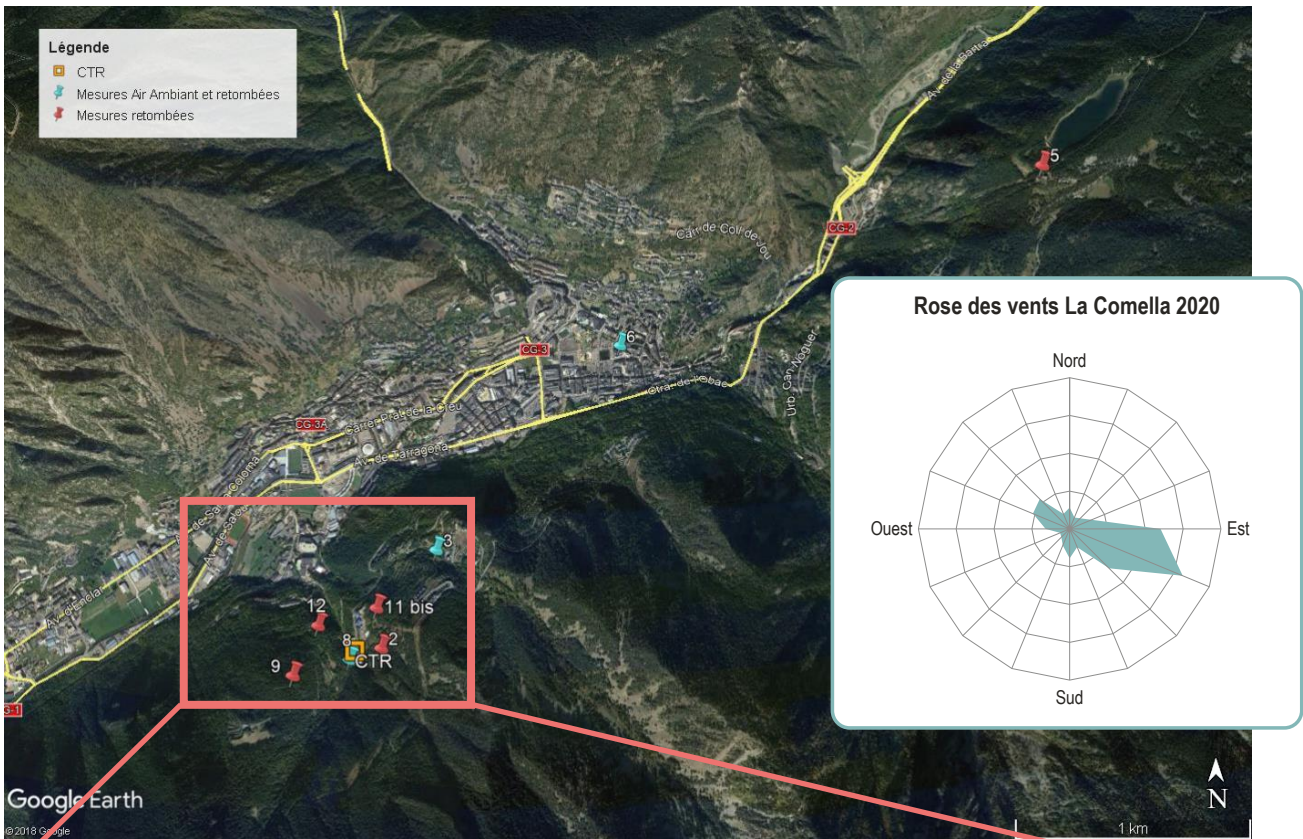
Les limites de quantification sont détaillées en annexe 3.

2.2. Mesure de particules en suspension et dépôts

Les différents sites de mesures en 2020 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 2020	
			Dépôts	Air ambiant
2	CTR	Proximité CTR (150 mètres à l'Est)	X	
3	Hostal La Comella	Lotissement (600 m au Nord-Est)	X	PM ₁₀ : 1 ^{er} semestre métaux : 2 semaines en hiver et au printemps
5	Engolasters	Référence en zone rurale	X	
6	Les Escaldes	Référence en zone urbaine	X	PM ₁₀ : toute l'année dans le cadre de la surveillance pérenne andorrane métaux : 2 semaines à chaque saison
8	Torrent del Cuc	Proximité immédiate CTR (à côté du hangar des mâchefers)	X	PM ₁₀ : 2 nd semestre métaux : 2 semaines en été et en automne
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	

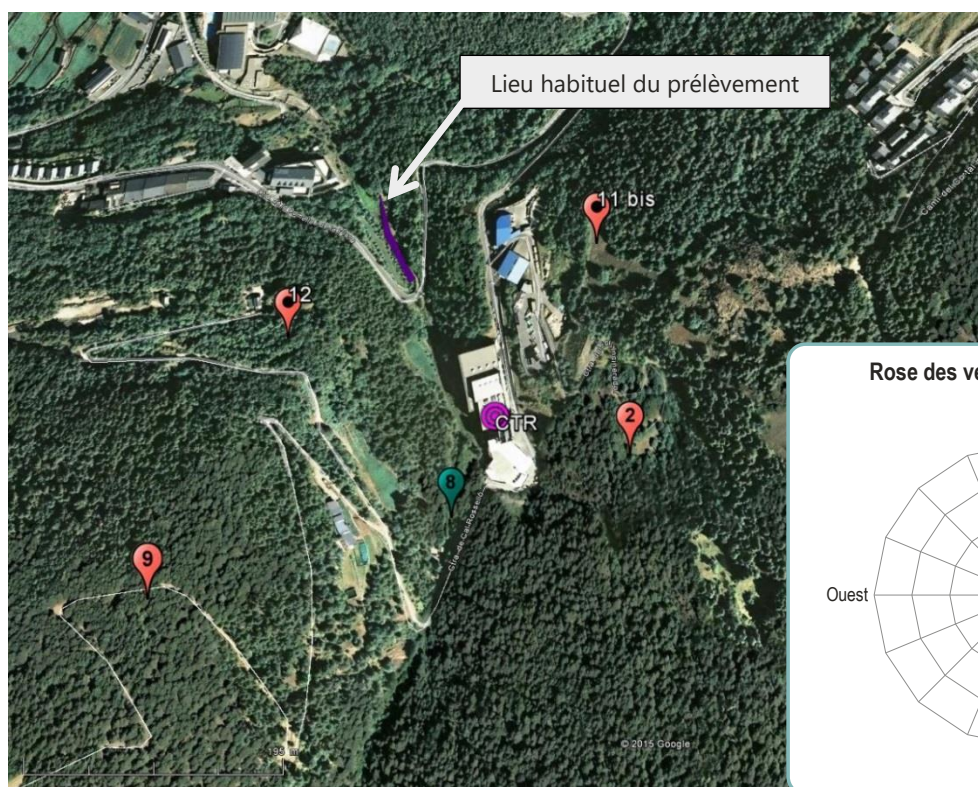
Le calendrier des mesures est détaillé en annexe 5.



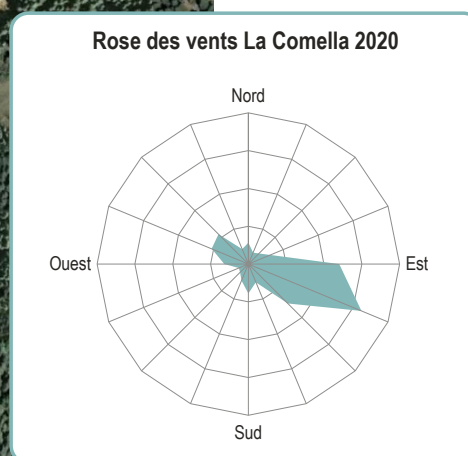
En 2012, conformément aux recommandations de l'INERIS [6] :

- le site 12 a été ajouté à environ 200 mètres au Nord-Ouest du CTR, sous le vent dominant du CTR,
- le site 11, implanté sous le couvert végétal, a été déplacé vers un endroit plus dégagé (site 11 bis).

2.3. Prélèvement des fourrages



Un prélèvement de fourrages présents au Nord-Ouest du CTR (sous les vents dominants) est réalisé depuis 2012.



L'analyse des dioxines et des métaux contenus dans les fourrages a été réalisée sur un prélèvement effectué en mai 2020.

2.4. Fonctionnement du CTR

En 2020, le fonctionnement du CTR a été interrompu à 3 reprises pour plusieurs jours :

- Arrêt programmé dans le cadre du projet de cogénération : du 23 au 25 janvier,
- Arrêt de sécurité en raison d'un problème sur le moteur d'extraction : du 12 au 15 mars et du 21 au 23 juillet
- Arrêt programmé pour maintenance : 11 septembre au 6 octobre.

5 pannes légères ont entraîné des arrêts du fonctionnement de moins d'une heure.

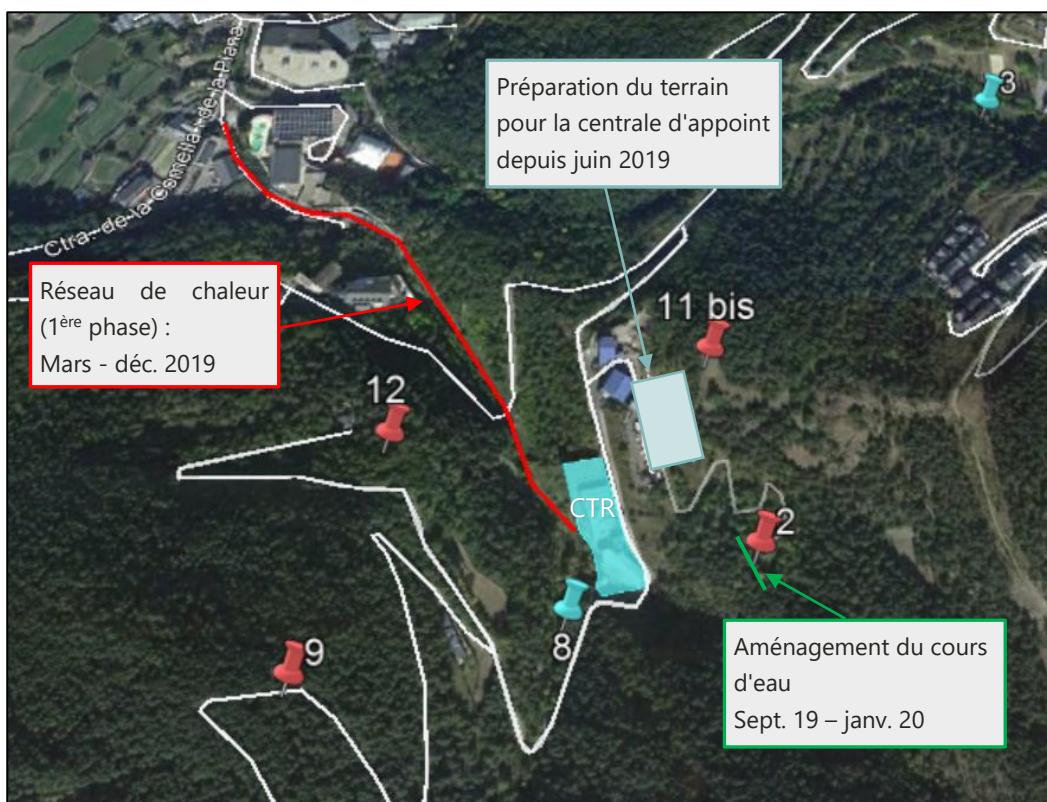
2.5. Travaux pour la construction d'un réseau de chaleur

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.



3. PARTICULES ET METAUX EN AIR AMBIANT

3.1. Particules en suspension PM₁₀

3.1.1. Origine des particules

Les particules en suspension ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions. Les particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm sont appelées PM₁₀. Elles ont plusieurs origines :


- les émissions directes dans l'atmosphère, provenant de sources anthropiques (industries, transport routier, chauffage...) ou naturelles (érosion, poussières sahariennes, embruns marins...);
- les transformations chimiques à partir de polluants gazeux (particules secondaires). Par exemple, dans certaines conditions, le dioxyde d'azote associé à l'ammoniac pourra se transformer en particules de nitrates et le dioxyde de soufre en sulfates;
- les remises en suspension des particules qui s'étaient déposées au sol sous l'action du vent ou par les véhicules le long des rues.

Parmi les particules, on trouve des aérosols, des cendres, des suies et des particules minérales. Leur composition est souvent très complexe et leur forme peut être aussi bien sphérique que fibreuse. Rarement composées d'une seule substance, les particules sont classées en fonction de leur taille dont dépend également leur capacité de pénétration dans l'appareil respiratoire et, le plus souvent, leur dangerosité.

3.1.2. Résultats 2020 des mesures de PM₁₀

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

Sites n°3 et n°8 : une estimation de la moyenne annuelle a été calculée à partir des valeurs relevées à chaque saison (hiver et printemps pour le site 3, été et automne pour le site 8) auxquelles une correction¹ a été appliquée à partir des mesures du site 6, étudié toute l'année.

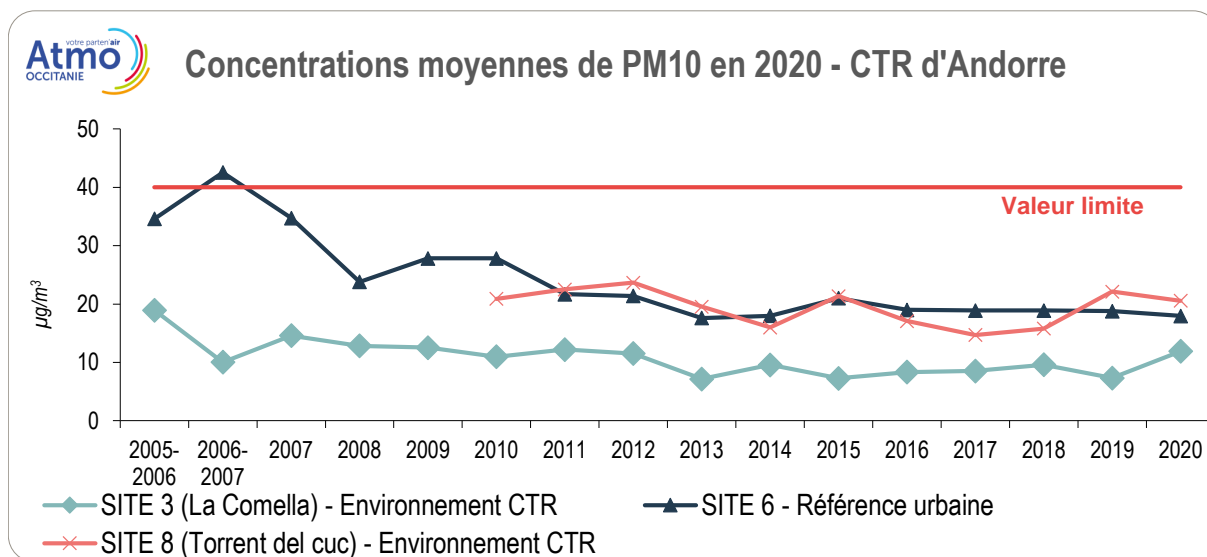
	Concentrations moyennes 2020 de particules PM ₁₀			Réglementation
	Site n°6 (Escaldes – zone urbaine)	Site n°3 (lotissement proche du CTR, 600 m au N-E)	Site n°8 (Sud du CTR, à côté du hangar des mâchefers)	
Moyenne en µg/m ³	18	11	22	Valeur limite : 40 µg/m ³ Objectif de qualité : 30 µg/m ³

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

¹ Sur le site n°6, la moyenne hiver-printemps sous-estime la moyenne annuelle de 8% et la moyenne été-automne surestime la moyenne annuelle de 7%

3.1.3. Évolution par rapport aux années antérieures

Le graphique ci-dessous présente l'historique des concentrations moyennes annuelles sur les 3 sites suivis.



Commentaires 2020 :

- En fond, urbain (site n°6 à Escaldes), la concentration de PM₁₀ est globalement stable ces dernières années, aux alentours de 20 µg/m³.
- Sur le site n°3 (Comella, à 600 mètres au Nord-Est de l'incinérateur), la concentration 2020, en augmentation, par rapport aux années précédentes reste cependant plus faible qu'en fond urbain. Cette hausse s'explique très probablement par des travaux qui se sont déroulés à proximité de ce site (cf. annexe 4).
- Sur le site n°8, la concentration moyenne est stable par rapport à 2019, légèrement supérieure au fond urbain, contrairement à la période 2014-2018. Les travaux menés depuis 2019 à proximité pour la construction de la centrale de cogénération, émetteurs de particules, sont vraisemblablement responsables de cette hausse des concentrations.

Ce résultat sera à confirmer dès la fin des travaux réalisés à proximité, afin de vérifier l'absence d'impact significatif du fonctionnement du CTR sur les concentrations des PM₁₀ dans l'air ambiant, constatée les années précédentes.

3.1.4. Comparaison à d'autres sites de mesure

En Occitanie (France), les concentrations annuelles de PM₁₀ varient, en 2020, de 12 à 28 µg/m³ selon les sites, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Classification des stations		PM ₁₀ en Occitanie – Année 2020
Environnement d'implantation	Type d'influence	Moyenne annuelle en µg/m ³
Urbain	Fond	11 - 16
Urbain	Trafic routier	16 - 25
Urbain	Industriel	13 - 15

- Site n°6 : comme les années précédentes, le fond urbain à Andorre-la-Vieille (18 µg/m³) est légèrement plus élevé que les valeurs obtenues en fond urbain en Occitanie.
- Site n°3 : la concentration moyenne obtenue sur le site 3 (11 µg/m³) est plus faible que les valeurs obtenues en fond urbain en Occitanie.
- Site n°8 : la moyenne 2020 (22 µg/m³) est plus élevée que des sites urbains de fond ou proches d'industries en Occitanie, mais semblable à des environnements influencés par le trafic routier, ce qui confirme la proximité d'une source de particules PM₁₀, très probablement les travaux de construction de la centrale de cogénération.

3.2. Métaux contenus dans les PM₁₀

3.2.1. 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).

3.2.2. Résultats 2020

MTx	Seuil annuel en ng/m ³		Moyenne 2020 en ng/m ³		
			Site n°3 (La Comella) Environnement CTR	Site n°6 (Référence urbaine)	Site n°8 (Torrent des Cuc) Environnement CTR
Arsenic	Valeur limite Andorrane	6	0,1	< 0,08	0,4
Cadmium		20	0,03	< 0,03	0,06
Nickel		5	< 0,3	< 0,3	0,7
Plomb		500	0,8	< 0,3	1,8
Chrome	VTR US EPA ²	100	0,6	< 0,3	1,1
Mercure	Valeur guide OMS ³	1000	< 0,03	< 0,03	< 0,03

Comme les années précédentes, les concentrations moyennes annuelles 2020 des métaux étudiés sont très largement inférieures aux seuils réglementaires et valeurs guides existants.

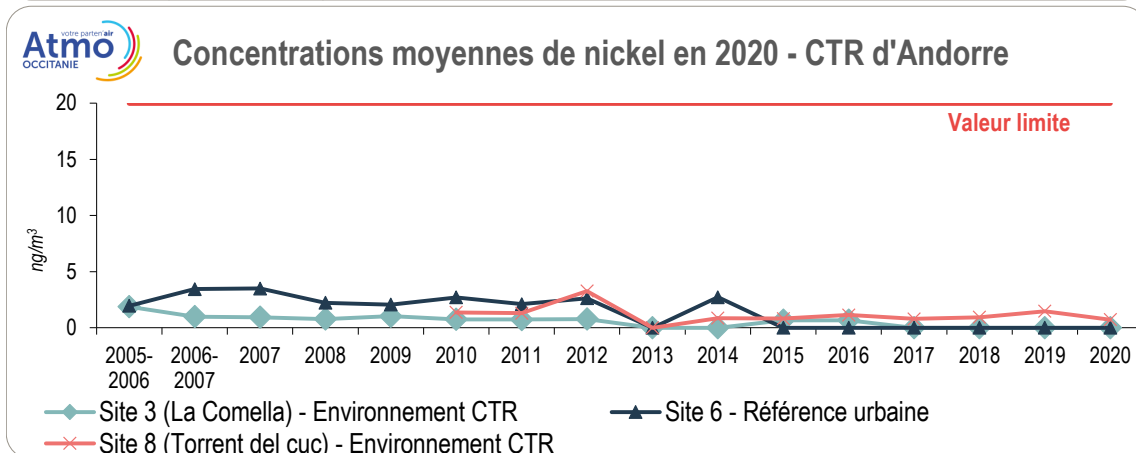
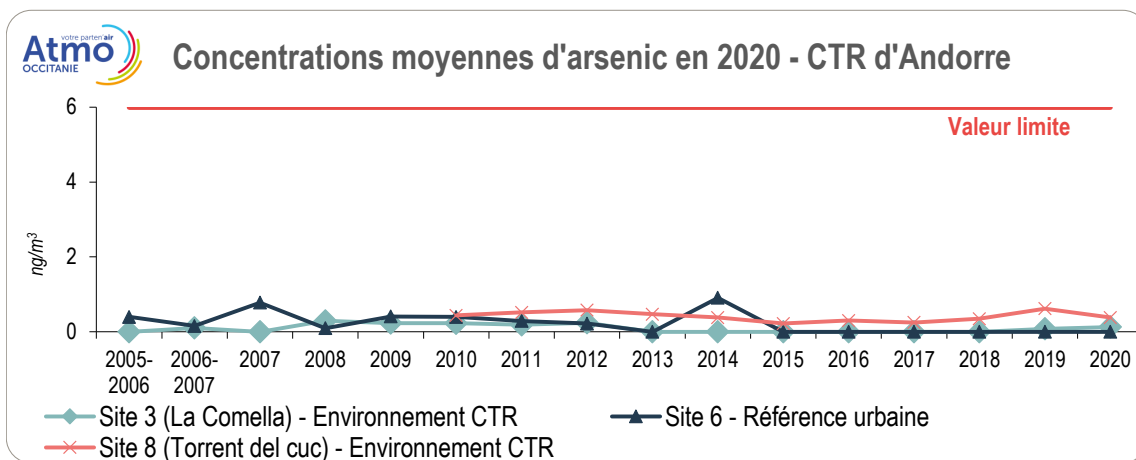
- Sur les sites n°3 et n°6, les concentrations moyennes en 2020 sont inférieures ou proches de la limite de quantification pour les 6 métaux suivis.
- Sur le site n°8, les concentrations sont plus élevées que sur les 2 autres sites (à l'exception du mercure, non détecté), mettant en évidence une influence locale. Comme pour les PM₁₀, les travaux de construction de la centrale de cogénération sont probablement en cause, par l'émission de particules métalliques ou la remise en suspension de métaux contenus dans les sols. Les concentrations restent néanmoins très faibles et la différence entre les sites est peu significative par rapport aux valeurs de référence.

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

³ Organisation Mondiale de la Santé

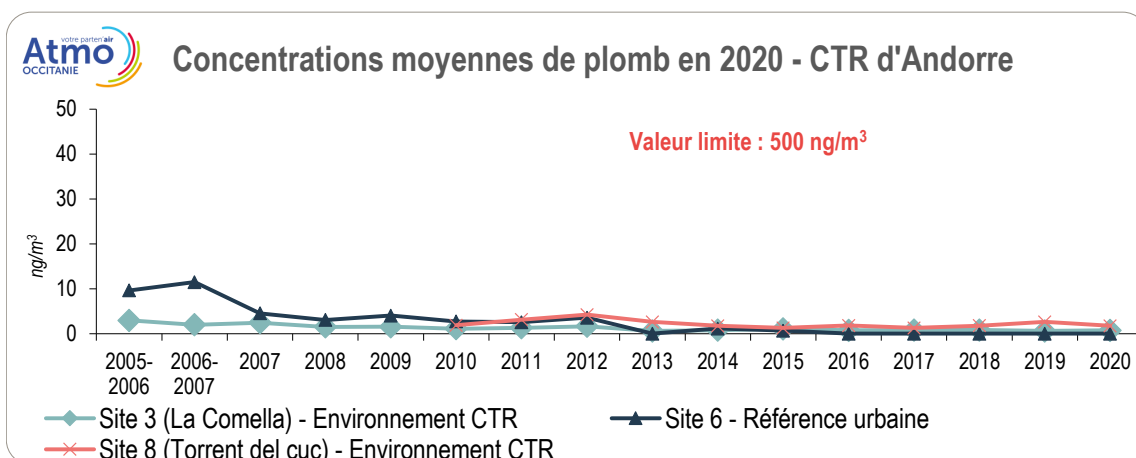
3.2.3. Evolution par rapport aux années antérieures

3.2.3.1. Arsenic et nickel



Les concentrations d'arsenic et de nickel sont relativement stables depuis 2015, avec des valeurs légèrement plus élevées à proximité du CTR.

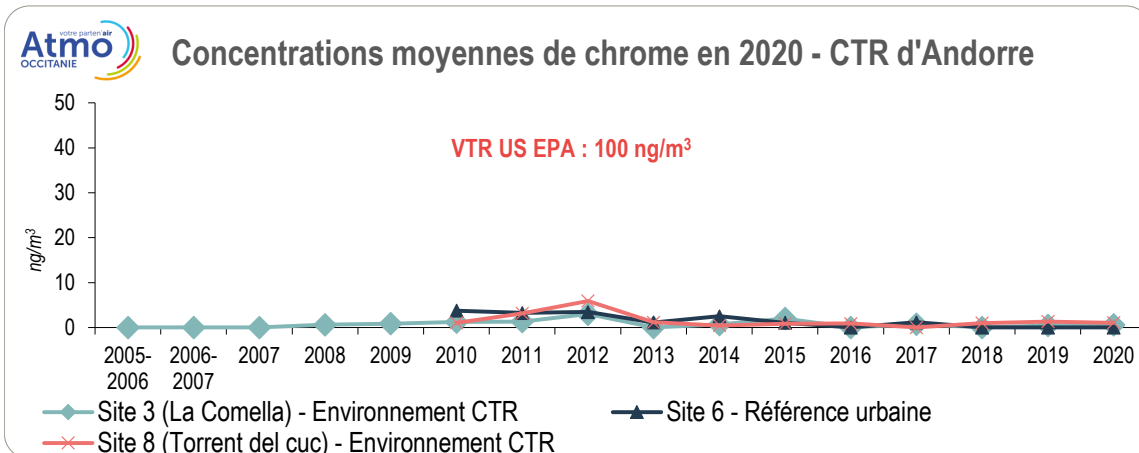
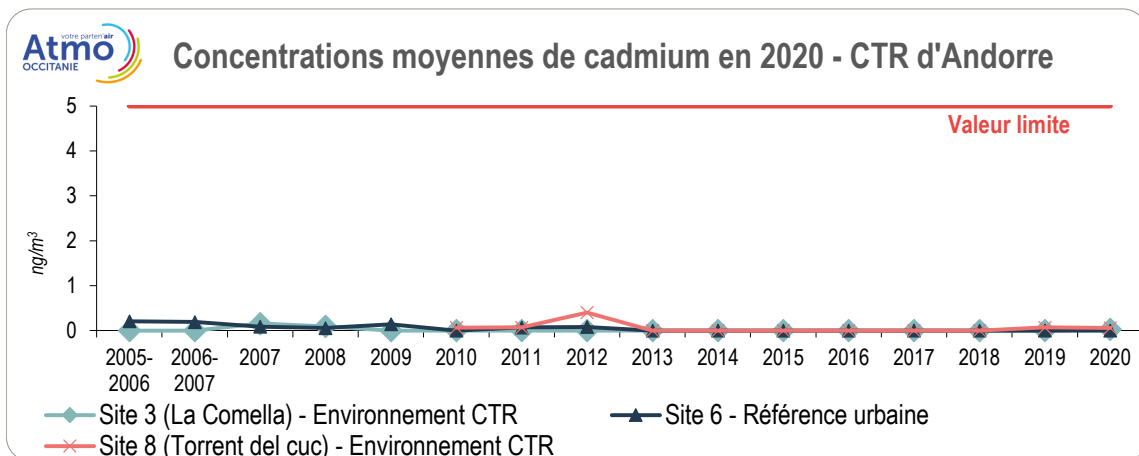
3.2.3.2. Plomb



Les concentrations de plomb sont :

- chaque année, nettement inférieures à la valeur limite ;
- depuis 2007, relativement stables.

3.2.3.3. Cadmium et chrome



Chaque année, les concentrations de cadmium et de chrome sont faibles et homogènes, excepté une légère augmentation en 2012.

3.2.3.4. Mercure

Sur tous les sites étudiés, les concentrations de mercure sont, pour l'année 2020 comme depuis le début des mesures, inférieures à la limite de détection.

3.2.4. 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**	2020	<0,08 à 0,4	<0,03 à 0,06	<0,3 à 0,6	<0,3 à 0,7	<0,3 à 1,8
Toulouse (31)	Fond urbain	2020	0,2	0,2	-	0,5	2,0
Peyrusse Vieille (32)	Fond rural	2019	0,2	0,05	-	0,5	1,5
Vergèze (30)	Proximité verrerie	2019	0,8	0,4	-	1,6	4,4
Bessières (31), Calce (66), Toulouse (31)	Proximité incinérateur	2020	0,1 à 0,2	0,05 à 0,07	0,6 à 0,9	0,4 à 0,6	1,2 à 1,5

** 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.

3.3. Bilan sur les PM₁₀ et métaux en air ambiant

- Les concentrations de PM₁₀ et de métaux sont, chaque année, nettement inférieures aux seuils de référence et ne se démarquent pas des valeurs mesurées sur d'autres sites en France.
- Les niveaux de polluants pour les habitations les plus proches du CTR (Comella) sont faibles et aucune influence du CTR n'est mise en évidence.
- Depuis 2019, les concentrations de particules et de métaux à proximité du CTR ont légèrement augmentés en lien avec les travaux de construction de la centrale de cogénération. Cet impact ne permet pas de confirmer l'absence d'influence du fonctionnement de l'incinérateur sur son environnement immédiat observé les années précédentes.

4. Retombées atmosphériques totales

4.1. Métaux contenus dans les retombées atmosphériques

4.1.1. Origine

Les métaux sont émis par un certain nombre d'industries, les usines d'incinération des déchets, la circulation routière, etc.

Il n'existe pas de directive européenne fixant des valeurs de référence (valeur limite ou valeur guide) pour les métaux contenus dans les retombées atmosphériques.

En revanche, certains pays comme l'Allemagne ont fixé des valeurs de référence.

4.1.2. Résultats 2020

Les sites de mesures sont présentés sur la carte ci-dessous.

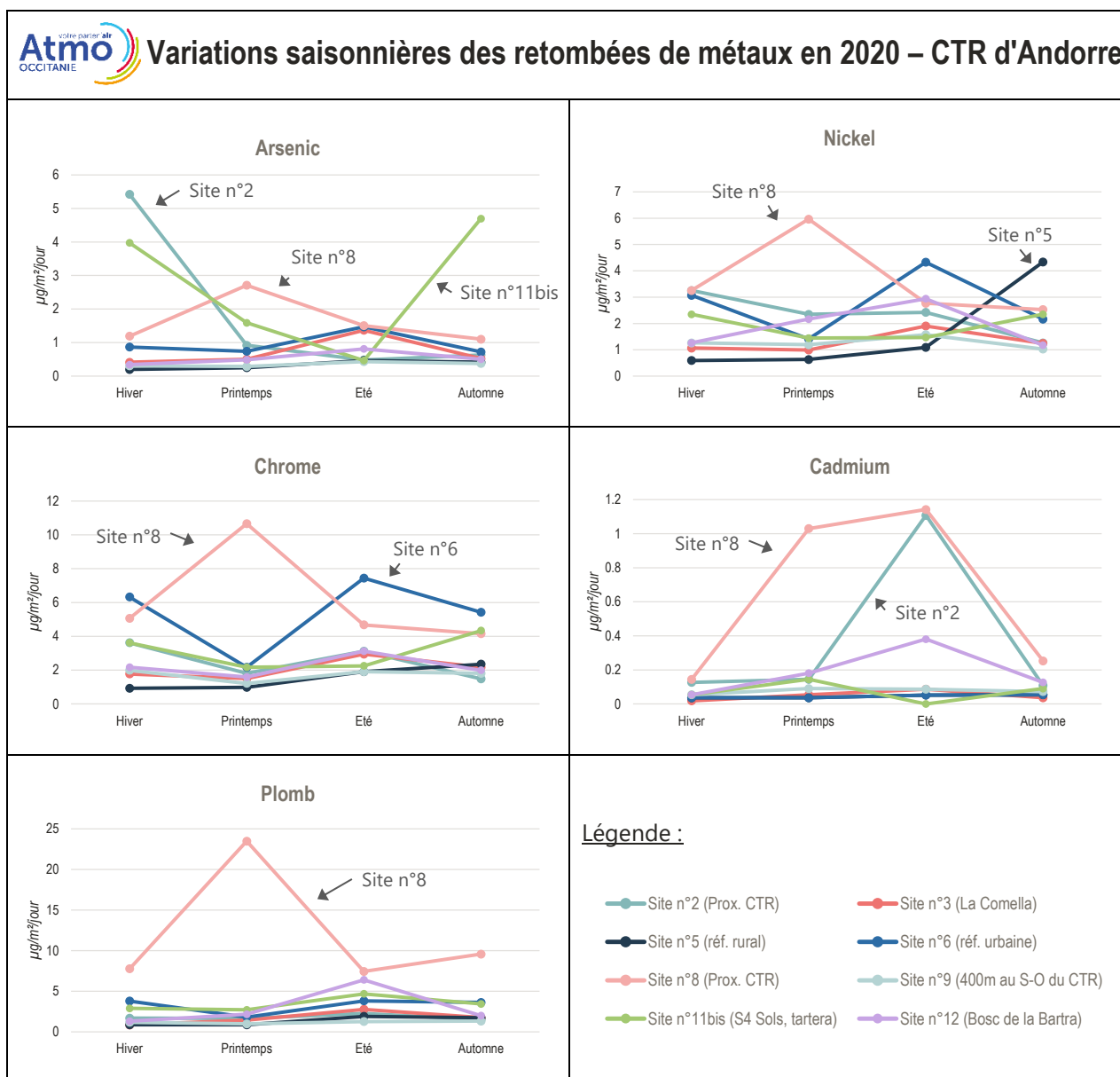


Dans le tableau ci-dessous, pour chaque élément métallique étudié, apparaissent en **rouge** et en **bleu** (respectivement) la concentration moyenne annuelle la plus **élevée** et la plus **faible**, sur les 8 sites étudiés.

	Retombées de métaux en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ – Année 2020				
	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Chrome
Site n°2 (Prox. CTR)	1.8	0.38	2.3	1.8	2.5
Site n°3 (La Comella)	0.7	0.05	1.3	1.7	2.1
Site n°5 (réf. rural)	0.3	0.04	1.7	1.3	1.5
Site n°6 (réf. urbaine)	1.0	0.04	2.8	3.3	5.4
Site n°8 (Prox. CTR)	1.6	0.65	3.6	12.0	6.1
Site n°9 (Prox. CTR)	0.4	0.08	1.3	1.2	1.7
Site n°11bis (S4 Sols, tartera)	2.7	0.07	1.9	3.4	3.1
Site n°12 (Bosc de la Bartra)	0.5	0.19	1.9	3.0	2.2
Valeur de référence allemande	4	2	15	100	-

- Les valeurs de référence allemandes sont respectées sur l'ensemble des sites.
- Le site n°8, à proximité de l'incinérateur, présente des retombées légèrement plus élevées que sur les autres sites pour les métaux suivis, excepté l'arsenic.
- Sur les autres sites, les retombées sont généralement similaires à l'exception des retombées :
 - en arsenic au Nord-Est du CTR (site n°11bis), dues à des valeurs plus élevées en hiver et à l'automne
 - en cadmium et arsenic sur le site n°2, à 200 m à l'Est du CTR, liées à des fortes valeurs respectivement l'hiver et l'été
- Les retombées de métaux sont faibles à hauteur des habitations les plus proches de l'incinérateur, (la Comella, site n°3).

4.1.3. Saisonnalité



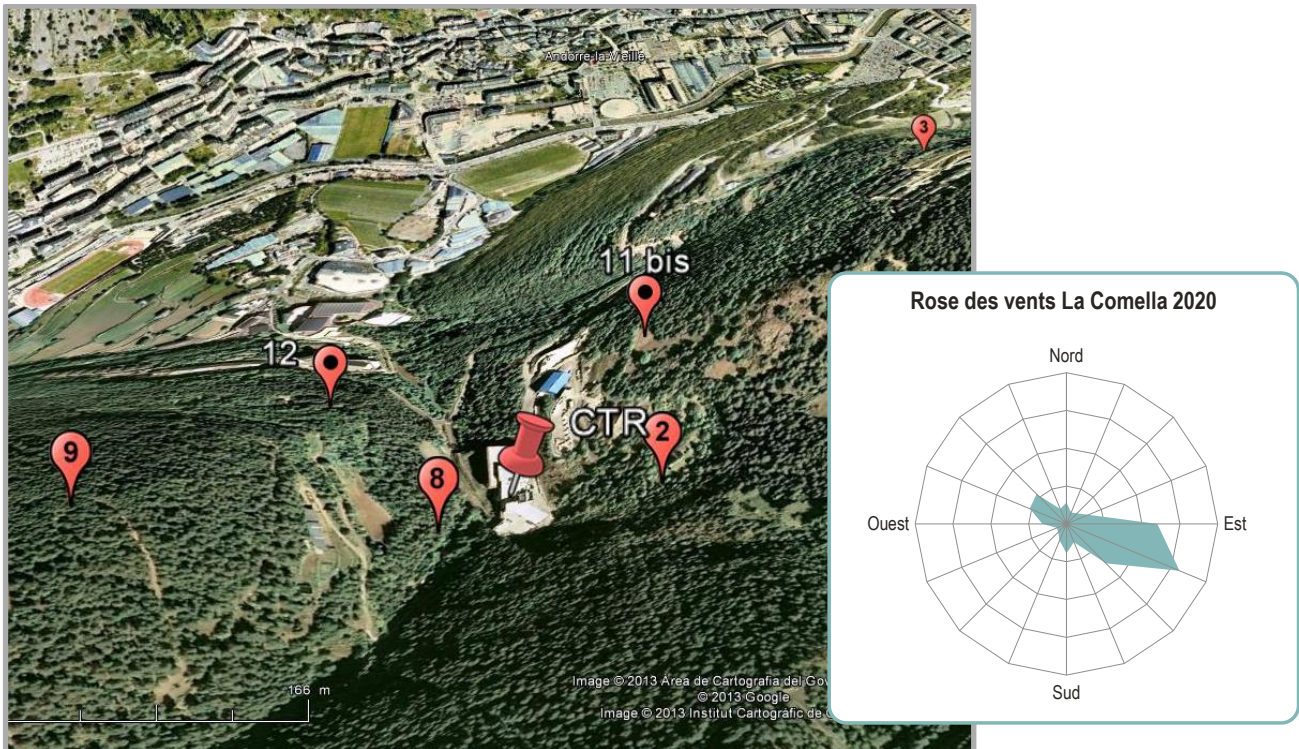
En 2020, les variations saisonnières diffèrent en fonction des sites comme l'année précédente :

- Le site n°8, en limite Sud de l'incinérateur, présente généralement des retombées plus élevées que sur les autres sites, avec des retombées plus importantes au printemps.
- Sur les sites n°2 et n°11bis, à l'Est de l'incinérateur, les variations sont plus faibles, avec des valeurs légèrement plus élevées que le fond rural, et à quelques reprises, des retombées saisonnières plus importantes (hiver et automne pour l'Arsenic sur le site n°11bis, été pour le cadmium sur le site n°2...)
- Sur les autres sites autour de l'incinérateur (n°3, n°9 et n°12), les retombées sont faibles et globalement homogènes, proches du fond rural et inférieures au fond urbain. En particulier, les retombées plus élevées au printemps 2019 sur le site n°12, sous les vents de l'incinérateur, n'ont pas été observées de nouveau.

L'impact des travaux menés pour la construction de la centrale de cogénération à proximité était visible en fin d'année 2019, notamment sur le site n°2, le plus proche des bâtiments en construction. L'impact en 2020 semble plus limité, à l'exception des mesures d'arsenic en hiver sur les sites n°2 et n°11bis.

4.1.4. 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.

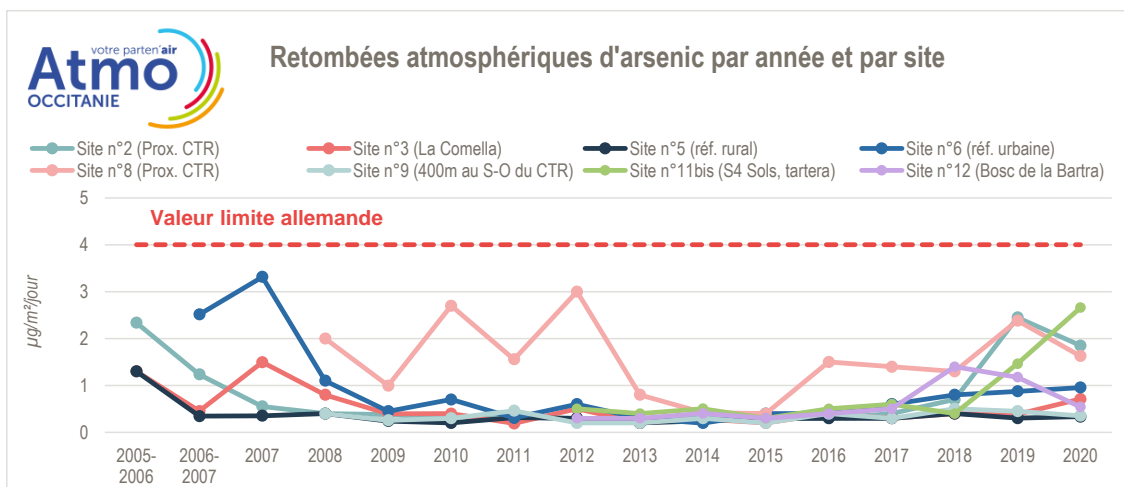


De tous les sites étudiés, le site n°12, mis en place en 2012 à environ 250 mètres au Nord-Ouest du CTR, est le plus fréquemment sous le vent de l'installation (voir annexe 2), particulièrement lors des mois froids.

Comme vu au paragraphe précédent, les retombées de métaux sur ce site ne se distinguent pas de celles des autres sites.

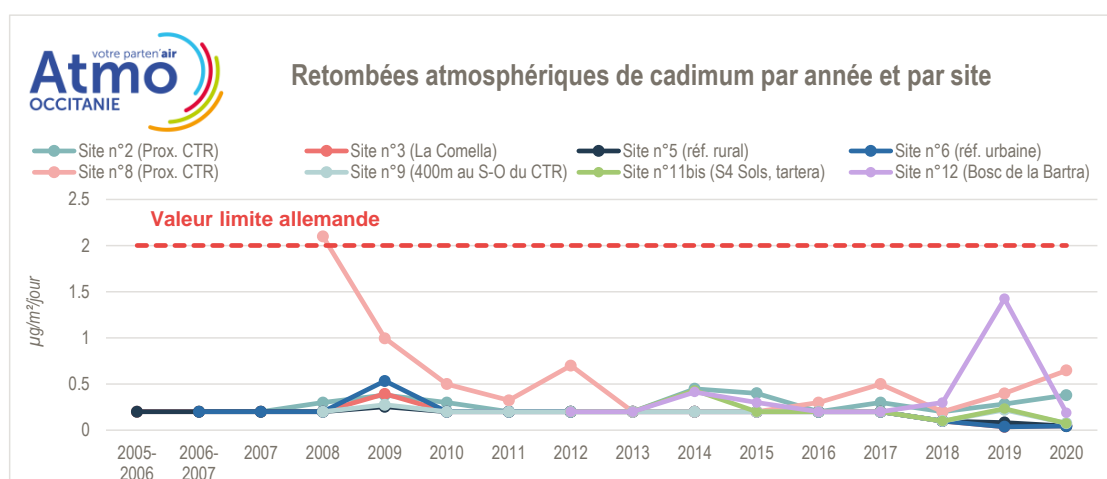
4.1.5. Évolution par rapport aux années antérieures

4.1.5.1. Arsenic



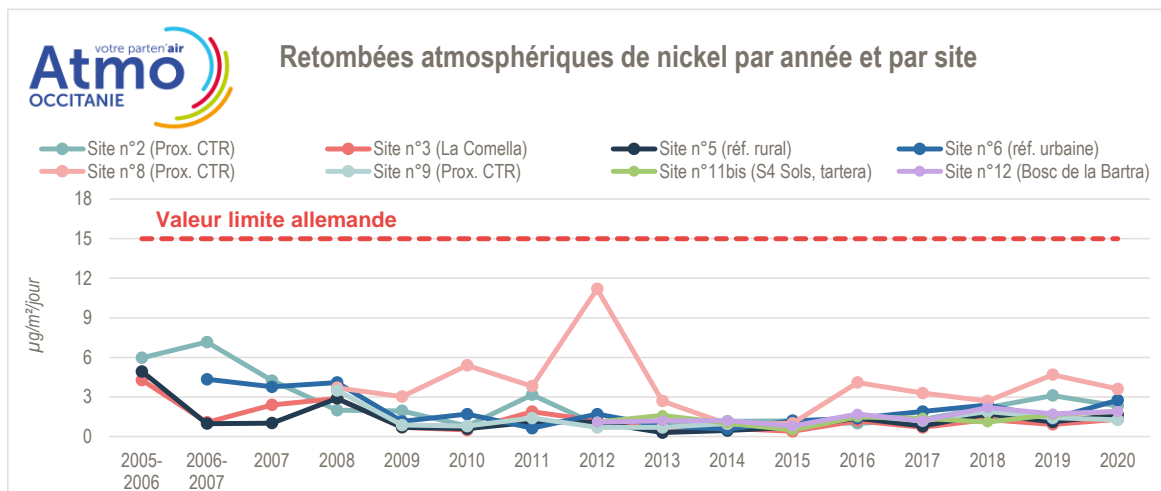
- Chaque année, sur tous les sites étudiés, les retombées d'arsenic **sont inférieures à la valeur de référence allemande**.
- Site 8** : la concentration 2020, en diminution par rapport à l'année dernière, reste plus élevée que sur la période 2013-2018.
- Sites 2 et 11bis** : les niveaux d'arsenic en 2019 et 2020 sont parmi les plus élevés sur ces sites depuis le début des mesures. Cette hausse s'observe en particulier entre juillet 2019 et mars 2020 et est vraisemblablement liée aux travaux de construction de la centrale de cogénération.
- Site 12** : les retombées en 2020 sont en baisse par rapport à 2018 et 2019.
- Sites 3, 5, 6, 9 et 12** : les niveaux d'arsenic sont faibles et stables depuis plusieurs années.

4.1.5.2. Cadmium



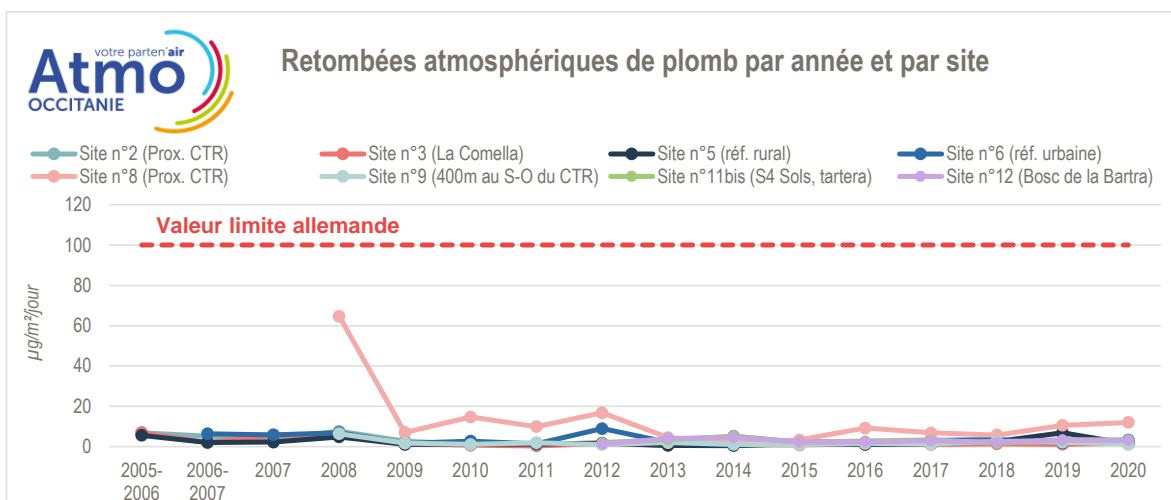
- Chaque année, les retombées de cadmium restent inférieures à la valeur de référence allemande.
- Sur le site n°12, une valeur plus élevée que la tendance habituelle a été mesurée lors du printemps 2019, sans qu'un lien ne puisse être fait avec les activités de l'incinérateur. En 2020, les retombées ne se distinguent pas des autres sites autour du CTR.
- Le site n°8 présente, comme pour les autres métaux, des retombées légèrement plus élevées.

4.1.5.3. Nickel



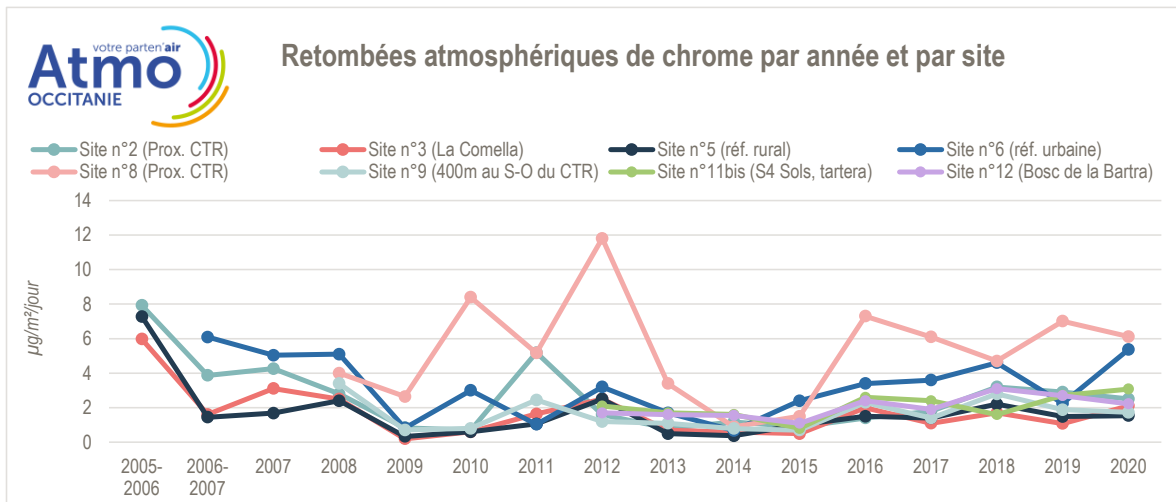
- Chaque année, sur tous les sites étudiés, les retombées de nickel restent **inférieures à la valeur de référence allemande**.
- Chaque année, les retombées sont légèrement plus élevées sur le site n°8, en limite de l'incinérateur.
- Pour les autres sites, les concentrations sont de l'ordre de grandeur de la pollution de fond. En particulier, les niveaux à proximité de l'incinérateur (sites n°8 et n°2) ont diminué en 2020 après la hausse observée au second semestre 2019.

4.1.5.4. Plomb



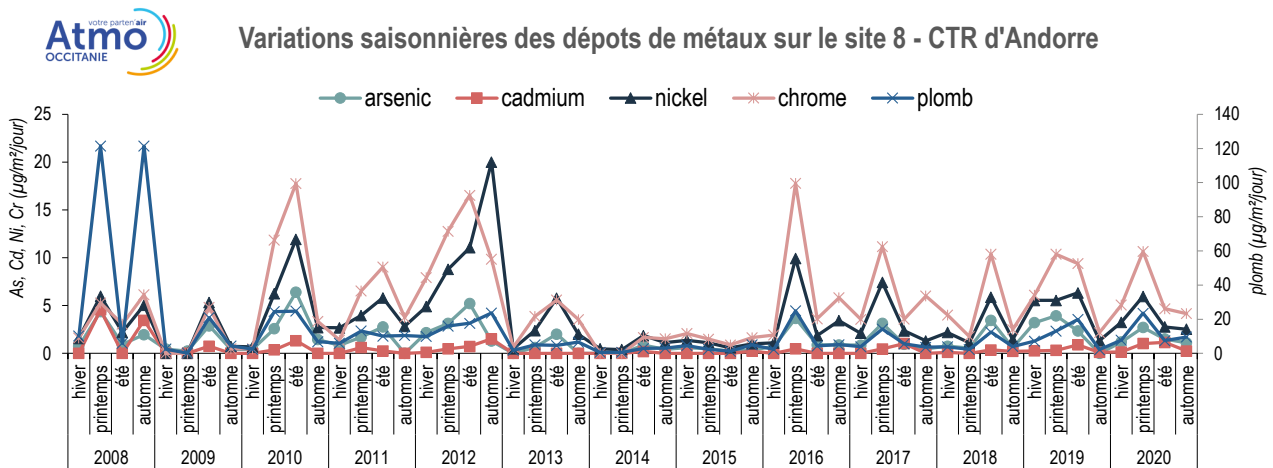
- Chaque année, sur tous les sites étudiés, les retombées de plomb restent **inférieures à la valeur de référence allemande**.
- Site 8 : à l'exception des années entre 2013 et 2015, les retombées de plomb à la limite sud du CTR sont légèrement plus importantes que sur les autres sites d'étude.
- Site n°5 (référence rurale) : après une valeur relativement élevée au cours de l'hiver 2019, les retombées sont revenues aux faibles valeurs observées ces dernières années.
- Sites 2, 3, 6, 9, 11bis et 12 : les retombées 2019 de plomb sont faibles et stables par rapport aux années précédentes.

4.1.5.5. Chrome



- Site 8 : la concentration 2020 est, comme depuis 2016 plus élevée que sur la majorité des sites.
- Site 6 : les retombées en milieu urbain, en hausse en 2020, sont supérieures à celles observées autour de l'incinérateur, à l'exception du site n°8.
- Sites 2, 3, 9, 11bis et 12 : les retombées de chrome sont, depuis le début des mesures, relativement homogènes avec le fond rural (site n°5).

4.1.6. Particularités du site n°8



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

Le site n°8 est positionné 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 provenances 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 envois 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 allemandes.

4.1.7. 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 2020)	Proximité du CTR (<i>sites n°2, 3, 8, 9, 11bis et 12</i>)	0,4 à 2,7	0,05 à 0,65	1,3 à 3,6	1,2 à 12	1,7 à 6,1
	Urbain (<i>site n° 6</i>)	1,0	0,04	2,8	3,3	5,4
	Rural (<i>site n° 5</i>)	0,3	0,04	1,7	1,3	1,5
Proximité incinérateur Gard	2004 à 2014	<0,4 à 21	0,03 à 0,53	<0,2 à 89	0,08 à 35	22 à 44
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	nm
Proximité incinérateur Hérault	2 mois été 2020	<0,23 à 0,6	<0,16 à 0,16	<1,6 à 1,8	0,3 à 2,3	0,3 à 3,3
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

nm : non mesuré

Pour les métaux mesurés (arsenic, cadmium, plomb, nickel et chrome), les résultats 2020 andorrans sont de l'ordre de grandeur de ceux mesurés en Occitanie.

Les niveaux moyens des retombées en 2020 sont proches des références rurales de l'INERIS. Les valeurs maximales mesurées sur le site n°8 pour le chrome et le cadmium sont en revanche plus élevées, traduisant bien la présence d'une source d'émission à proximité.

4.1.8. Bilan des métaux dans les retombées

Différentes sources de particules ont influencé les retombées de métaux dans les environs du CTR en 2020 :

- **L'activité de l'incinérateur**, dont l'influence est limitée aux abords immédiats du hangar de stockage des mâchefers
- **Les travaux de construction de la centrale de cogénération** qui ont commencé en juin 2019 avec une augmentation visible sur le premier trimestre 2020 à proximité du futur bâtiment (nord-est du CTR).

Depuis 2019, ces sources entraînent des variations plus importantes des retombées de métaux à proximité du CTR. Elles restent cependant **nettement inférieures aux valeurs de référence allemandes.**

4.2. Dioxines contenues dans les retombées atmosphériques

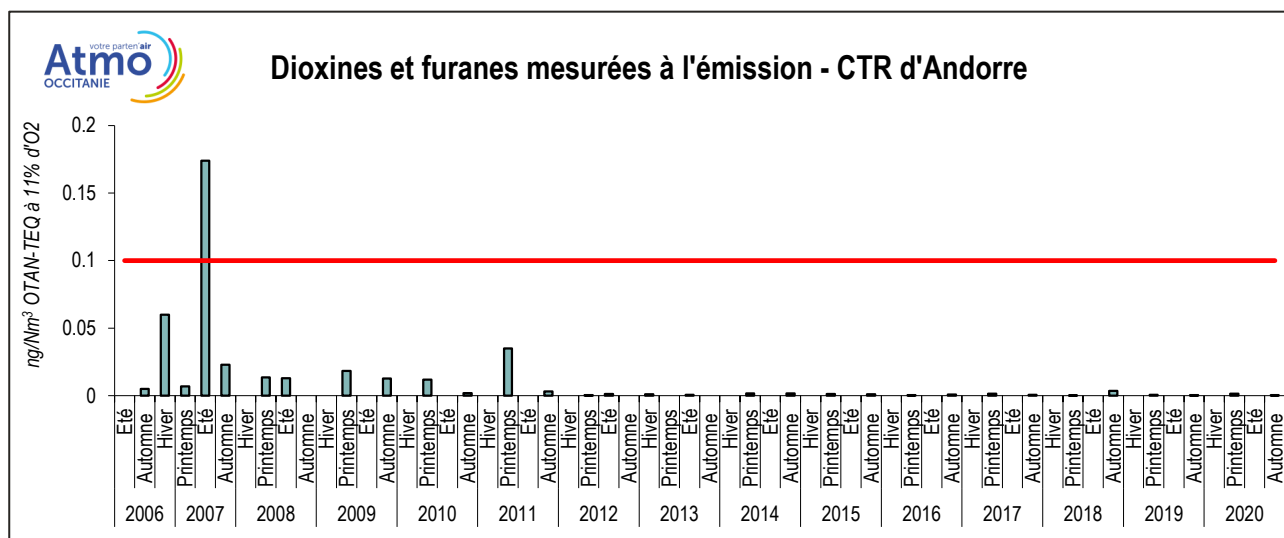
4.2.1. Origine

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 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).

4.2.3. Résultats 2020 dans les retombées atmosphériques

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 2,9 pg ITEQ/m²/jour.

4.2.3.1. Résultats en I-TEQ

Lors de la campagne automnale 2020 (22 septembre au 22 décembre), plusieurs jauges en verre servant à mesurer les retombées de dioxines ont été endommagées par le gel de l'eau recueillie à l'intérieur et cela a conduit à l'invalidation des échantillonnages sur ces périodes.

	Retombées de métaux en pg I-TEQ/m ² /jour – Année 2020				2020
	Hiver	Printemps	Eté	Automne	
Site n°2 (Prox. CTR)	2.9	3.0	3.0	11.6	5.1
Site n°3 (La Comella)	2.9	2.9	2.8	-	2.9
Site n°5 (réf. rural)	2.9	2.9	2.8	-	2.9
Site n°6 (réf. urbaine)	2.9	4.5	2.8	2.9	3.3
Site n°8 (Prox. CTR)	3.0	3.4	6.7	-	4.4
Site n°9 (Prox. CTR)	3.0	2.9	3.0	3.5	3.1
Site n°11bis (S4 Sols, tartera)	2.9	3.5	2.9	-	3.1
Site n°12 (Bosc de la Bartra)	3.0	2.9	3.5	2.9	3.1

Pour la majorité des mesures en 2020, les retombées de dioxines sont globalement faibles et homogènes (proche de 2,9 pg I-TEQ /m²/jour, valeur minimale quand aucun congénère n'est détecté).

Quelques valeurs plus élevées, sont cependant mesurées :

- Valeur 4 fois plus élevée (11,6 pg I-TEQ/m²/jour) à l'automne sur le site n°2, à 150 mètres à l'est du CTR,
- Valeur 2 fois plus élevée (6,7 pg I-TEQ/m²/jour) l'été sur le site n°8, en limite Sud de l'incinérateur.

Sur ces deux sites, la moyenne annuelle est ainsi un peu plus élevée que sur les autres sites, pour lesquelles les retombées de dioxines restent faibles et homogènes.

Sur les sites n°2 et 8, ces résultats peuvent traduire un impact ponctuel de l'activité de l'incinérateur, ainsi qu'une remise en suspension de poussières liée aux travaux de construction de la centrale de cogénération. Ces variations restent cependant ponctuelles et ne sont pas corrélées avec les retombées de métaux.

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, plusieurs organismes français ont recensé les résultats de différentes études pour proposer des valeurs de références :

- Atmo Auvergne-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 ;
- Atmo Nouvelle Aquitaine 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) ;
- l'INERIS a synthétisé des valeurs typiques de dépôts de PCDD/F dans différents milieux.

Valeurs de référence Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes propose deux valeurs de référence, selon la durée d'exposition :

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

Ces valeurs 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.) [3], [4].

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

Synthèse des mesures de PCDD/F dans les retombées atmosphériques effectuées en France entre 2006 et 2010 par les AASQA (en pg I-TEQ/m²/jour)			
Typologie	Minimum	Maximum	Médiane
Périurbain-Urbain	0,16	52,8	1,38
Rural	0,14	6,50	1,00

Valeurs de référence de l'INERIS

Le tableau ci-dessous présente des valeurs typiques dans différents milieux, et synthétisé dans le document d'accompagnement du Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées [5].

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 concentrations saisonnières et annuelles 2020 sont inférieures aux valeurs de référence définies par Atmo Auvergne Rhône-Alpes.
- Les retombées de dioxines et furanes plus élevées sur le site n°8 l'été et n°2 à l'automne (respectivement 6,7 et 11,6 pg I-TEQ/m²/jour) traduisent une influence d'activités anthropiques.
- Sur les autres sites, les niveaux correspondent à un bruit de fond et aucune influence n'est mise en évidence.

4.2.4. Évolution par rapport aux années antérieures

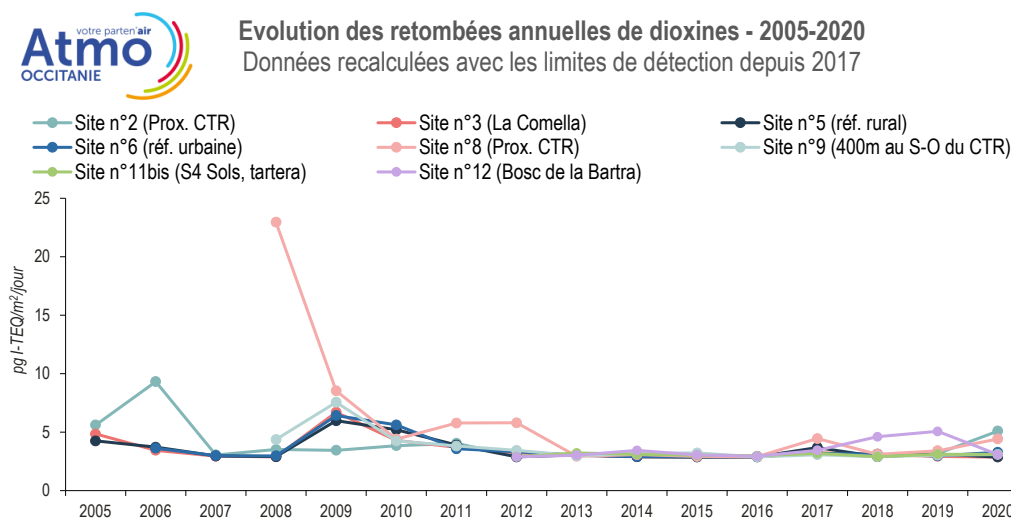
Dans le tableau ci-dessous, apparaissent en **rouge** et en **bleu** la concentration la plus **élevée** et la plus **faible** relevée sur chaque site.

Retombées annuelles de dioxines en pg I-TEQ/m ² /jour																
Site	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2 : Prox. CTR	5,4	8,3	1,7	2,3	4,1	4,0	3,7	1,3	1,6	2,5	1,4	1,6	3,2	2,9	3,2	5,1
3 : La Comella	7,0	1,5	1,0	1,1	5,5	4,0	3,2	1,5	1,6	1,5	1,3	1,6	3,2	3,1	2,9	2,9
5 : réf. rural	4,3	2,2	0,7	1,1	5,2	4,9	3,2	0,9	1,7	1,2	1,1	1,5	3,7	2,9	3,1	2,9
6 : réf. urbaine	nm	2,2	1,7	1,2	6,0	5,7	2,9	1,7	1,7	1,3	1,1	1,6	3,2	3,1	3,0	3,3
8 : Prox. CTR	nm	nm	nm	22,1	7,5	4,5	5,1	4,7	1,5	1,8	1,4	1,8	4,4	3,1	3,4	4,4
9 : Prox. CTR	nm	nm	nm	3,5	6,9	5,8	3,7	2,7	1,5	1,8	2,2	1,7	3,1	2,9	3,0	3,1
11bis : tartera	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	1,9	1,8	1,8	1,4	1,5	3,2	2,9	3,1	3,1
12 : Bosc de la Bartra	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	1,8	2,2	2,4	2,0	1,5	3,4	4,6	5,1	3,1

nm : non mesuré

Après une baisse régulière entre 2009 et 2016, les niveaux mesurés depuis 2017 ont légèrement augmenté en lien avec la hausse des limites de détection du laboratoire d'analyses. Les retombées de dioxines et furannes restent cependant inférieures aux valeurs enregistrées en 2009 et 2010.

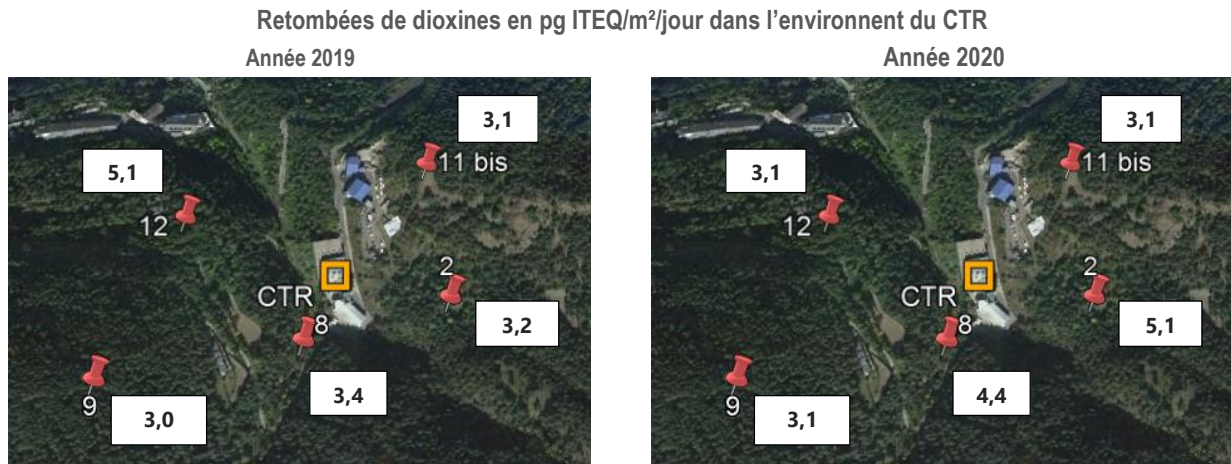
Afin de s'affranchir de cette hausse artificielle des retombées, les valeurs des années précédentes ont été représentées ci-dessous en appliquant les limites de détection utilisées depuis 2017.



- Les retombées annuelles de dioxines en 2020 sont en légère hausse sur les 2 sites (sites n°2 et n°8) les plus proches de l'incinérateur, en raison de retombées ponctuellement plus élevées.
- En revanche, sous les vents dominants du CTR, les retombées au site n°12 sont en baisse par rapport aux deux années précédentes, et ne distinguent plus des autres sites.
- Sur les autres sites, les concentrations sont stables depuis 10 ans.

4.2.5. Etude en fonction du vent

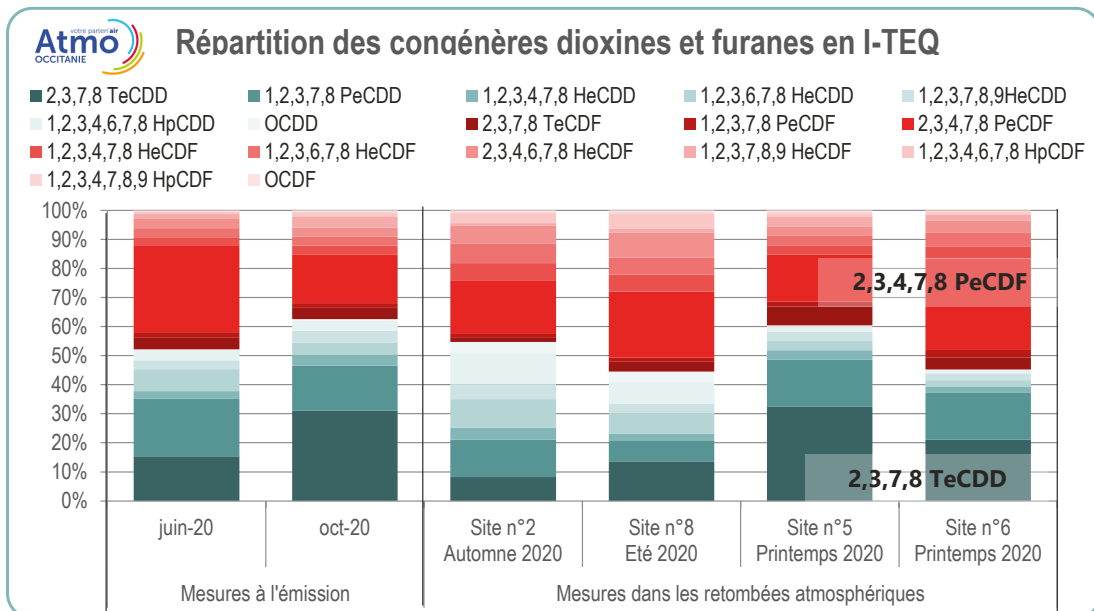
Le site 12, situé à environ 200 mètres au Nord-Ouest du CTR, est le plus fréquemment sous le vent du CTR (voir annexe 2).



En 2020, contrairement aux deux années précédentes, les retombées observées sur le site 12 ne sont pas supérieures à celles mesurées sur les autres sites. La valeur plus élevée à 150 mètres à l'Est du CTR a été mesurée à l'automne, saison pendant laquelle la brise de montagne (venant du Nord-Ouest) est peu fréquente, et donc exposant peu cette zone.

Les retombées ponctuellement plus élevées sont mesurées sur les sites les plus proches de l'incinérateur (et des travaux réalisés pour la centrale de cogénération), sans lien avec les directions moyennes des vents dominants.

4.2.6. Profils dans les retombées et à l'émission



Le graphique ci-dessus compare les profils 2020 des dioxines et furanes mesurés :

- A l'émission lors des deux contrôles, en juin et octobre 2020
- Pour les deux valeurs élevées dans les retombées (site n°8 l'été, site n°2 à l'automne)
- Sur les deux sites références (n°5 référence rurale, n°6 référence urbaine) lors du printemps 2020, saison avec le plus de congénères détectés sur ces deux sites.

Les retombées en dioxines et furanes les plus élevées en 2020 présentent un profil relativement différent de celui mesuré à l'émission ou sur les sites référence, avec notamment une proportion moins importante des congénères 2,3,7,8 TeCDD et 1,2,3,7,8 PeCDD (environ 20% contre 35 à 40%).

Cette différence de profils indique ici la contribution d'autres sources à cette présence de dioxines dans les retombées (par exemple la combustion de biomasse).

4.2.7. Bilan pour les retombées de dioxines

- Les retombées annuelles de dioxines en 2020 sont en légère hausse sur les 2 sites (sites n°2 et n°8) les plus proches de l'incinérateur, en raison de retombées ponctuellement plus élevées.
- En plus de l'influence des activités de l'incinérateur, les travaux menés à proximité pour la centrale de cogénération ont pu, comme pour les métaux, remettre en suspension des dioxines contenues dans les sols. D'autres sources d'émission, comme par exemple la combustion de biomasse sont également présentes autour de l'incinérateur.
- En moyenne annuelle, les teneurs en dioxines sur les autres sites sont faibles et homogènes, avec très peu de congénères détectés, sans influence significative de l'incinérateur. En particulier, les retombées sous les vents dominants par rapport à l'incinérateur ne se distinguent pas de la pollution de fond, contrairement aux deux années précédentes.
- Depuis 2013, les retombées de dioxines sont dans la gamme des retombées de dioxines constatées ces dernières années en France à proximité de sites industriels ou d'incinérateurs.

5. Dioxines et métaux dans les fourrages

5.1. Contexte

Si le sol n'apparaît pas 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).

5.2. Résultats des dioxines

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	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	0,75	0,5
Seuil haut**	0,44	0,23	0,094	0,202	0,178	0,033	0,052	0,033	0,046	0,041		

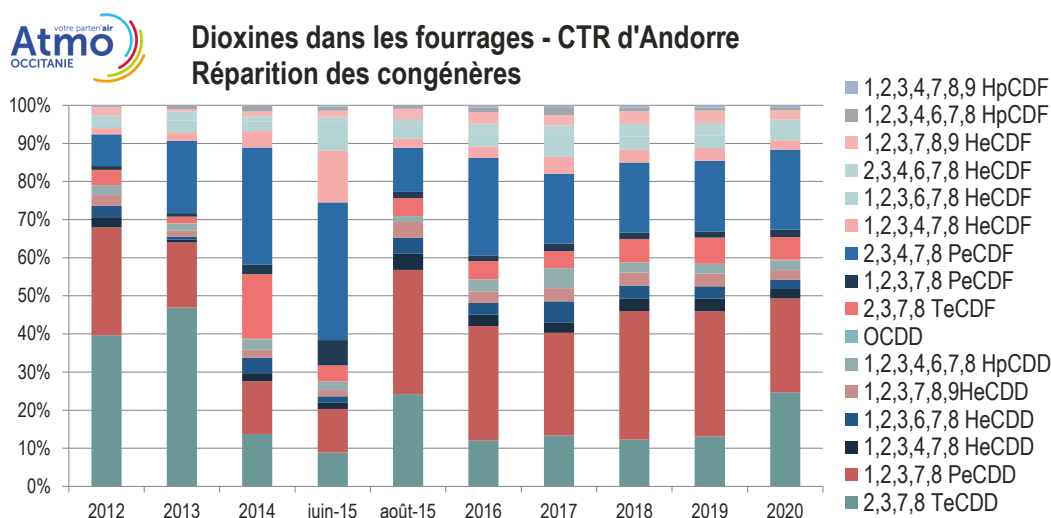
* En juin le prélèvement a été réalisé sur un site proche du site de prélèvement habituel.

** 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.

5.3. Répartition des congénères

En 2020, la part des dioxines est majoritaire dans les fourrages, comme les années précédentes, à l'exception de 2014 et juin 2015. La répartition des congénères est similaire à celle observée ces 5 dernières années, à savoir une part significative de 2,3,4,7,8 PeCDF, de 1,2,3,7,8 PeCDD et de 2,3,7,8 TeCDD par rapport aux autres congénères.



5.4. Résultats des métaux

Teneurs en métaux en mg / kg de matière brute pour une teneur en humidité de 12%						
	Métaux					Directive 2002/32/CE
	2016	2017	2018	2019	2020	Teneur maximale
Arsenic	0,025	0,034	0,032	0,014	0,028	2
Cadmium	0,023	0,045	0,019	<0,010	0,032	1
Plomb	0,039	0,087	0,077	0,014	0,025	30
Chrome	<0,047	0,219	0,412	0,149	0,132	–
Nickel	0,056	0,12	0,462	0,163	0,127	–
Manganèse	4,240	6,165	7,842	9,303	8,049	–

En 2020, 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 à l'année précédente, aucune tendance globale des évolutions de teneurs en métaux n'est visible.

5.5. Bilan des mesures dans les fourrages

Les concentrations de dioxines dans les fourrages sont, depuis le début des mesures, **inférieures 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.

Les concentrations de métaux sont aussi **nettement inférieures aux teneurs maximales de la Directive** (dans le cas où elles existent).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Suivi environnemental au volant du Centre de traitement thermique de résidus 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 2018 ; Atmo Occitanie
- [3] «ASCOPARG, SUP'Air, COPARLY, Etude des dioxines et des métaux lourds dans l'air ambiant et dans les retombées - Mesures réalisées entre 2006 et 2009 » - Edition du 30 décembre 2010
- [4] Air Rhône-Alpes (2012) « Surveillance des dioxines et des métaux lourds – Synthèse des mesures effectuées en 2010 et 2011 »
- [5] Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM ; INERIS ; Décembre 2001
- [6] 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 du point n°3

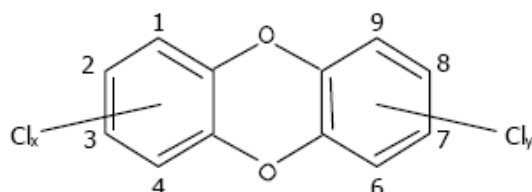
ANNEXE 5 : Calendrier des mesures

ANNEXE 1 : PRESENTATION DES DIOXINES ET FURANES

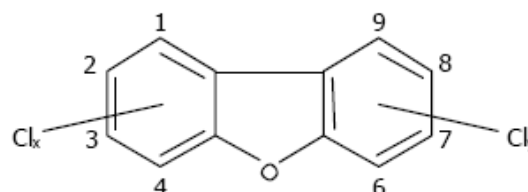
Le terme « dioxines » désigne les 2 grandes familles de composés :

- 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.

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.

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.

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).**

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...

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 2020

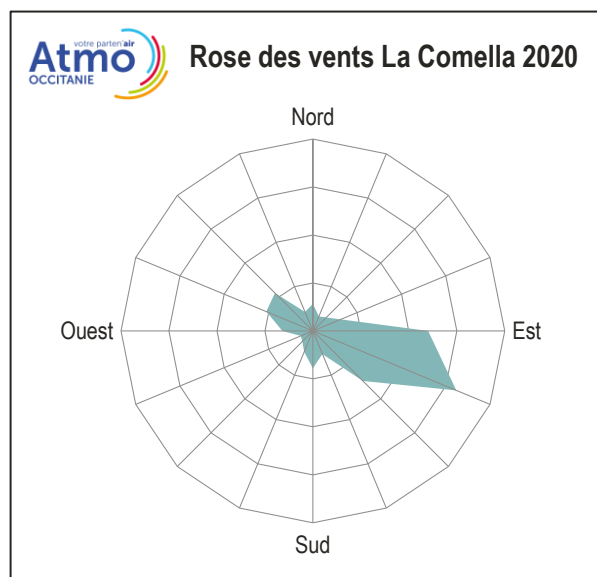
STATION LA COMELLA

Conditions de vent

La rose des vents ci-contre présente les régimes de vent observés en 2020.

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%

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).

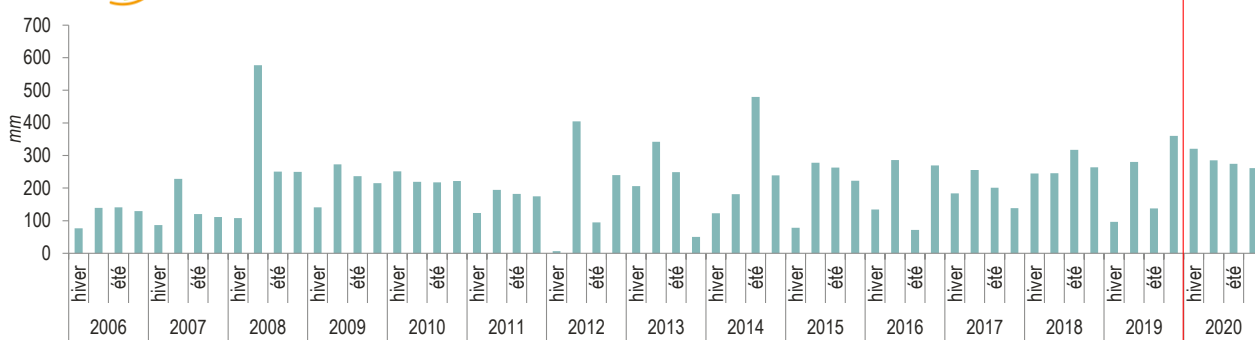
Pluviométrie

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



Répartition saisonnière des précipitations - La comella



En 2020 :

- 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 à proximité du point n°3

Le point n°3 est situé au lotissement la Comella, à environ 600 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.

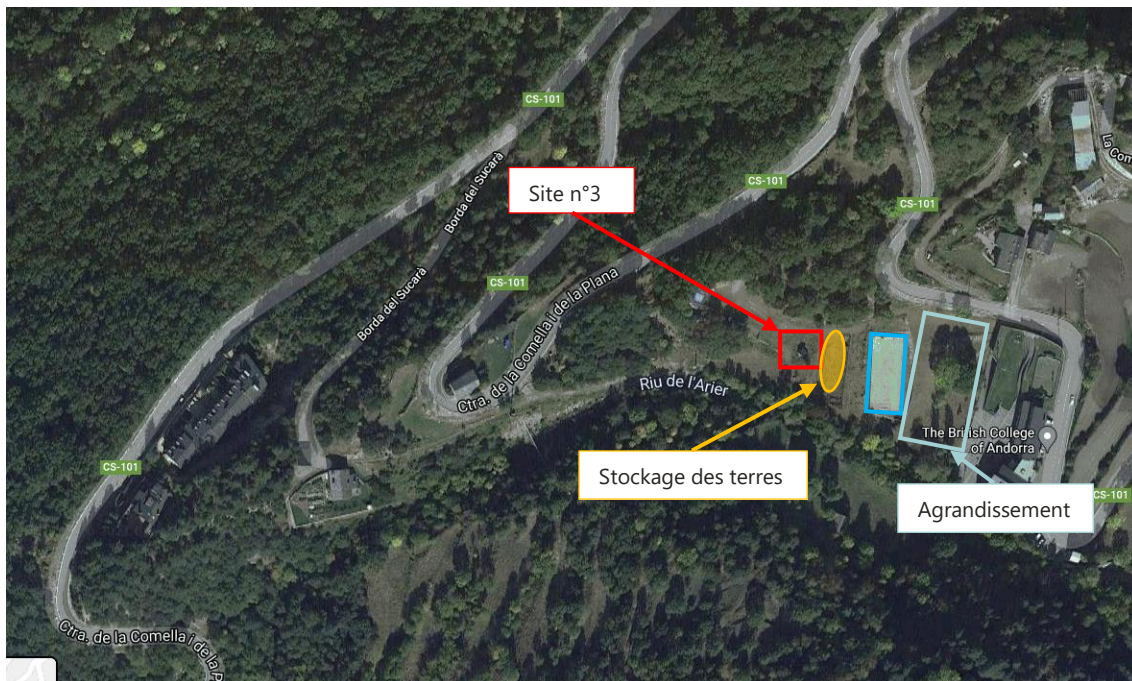
Phase 1 (Été 2019 à septembre 2020)

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



Phase 2 (depuis mi-février 2020)

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



ANNEXE 5 : Calendrier des mesures

Le tableau ci-dessous présente, pour l'année 2020, 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
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							
	S27							
Eté	S28							
	S29							
	S30							
	S31							
	S32							
	S33							
	S34							
	S35							
	S36							
	S37							
	S38							
	S39							
	S40							
Automne	S41							
	S42							
	S43							
	S44							
	S45							
	S46							
	S47							
	S48							
	S49							
	S50							
	S51							
	S52							
	S53							

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 par périodes de 3 mois (chaque saison) sur toute l'année 2020.



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