

# évaluation

## de la qualité de l'air

dans l'environnement de l'Unité de  
Valorisation Énergétique Arc-en-Ciel 2034

campagne hiver 2019

février 2020

**air** | pays de  
la Loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# sommaire

synthèse .....	1
introduction .....	3
le dispositif de surveillance.....	4
cinq sites de mesure équipés pour la campagne.....	5
deux types d'indicateurs de la pollution atmosphérique .....	8
les périodes de mesure.....	9
récapitulatif .....	10
situation météorologique .....	11
précipitations, températures, insolation .....	11
vents.....	11
résultats des mesures de retombées atmosphériques....	14
mesure des dépôts de dioxines et furanes .....	14
mesure des retombées totales et solubles en métaux lourds, ions chlorure et sodium .....	17
résultats des mesures de concentrations atmosphériques	19
chlorures particulaires et chlorure d'hydrogène .....	19
métaux lourds dans l'air .....	21
polluants mesurés en continu sur le site de l'école de la Métairie et par les stations du réseau Air Pays de la Loire .....	25
conclusions.....	32
annexes .....	35
glossaire .....	50

## contributions

Coordination de l'étude et rédaction : Arnaud Tricoire, exploitation du matériel de mesure : Sonia Cécile, Anas Chaali et l'équipe métrologique, Mise en page : Bérangère Poussin, validation : François Ducroz - Pauline Baron-Renou.

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2019 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

## remerciements

Nous remercions la mairie de Couëron et la mairie de Saint-Jean-de-Boiseau pour nous avoir permis d'installer notre matériel, et l'IFSTTAR pour le prêt d'un préleveur LECKEL.

# synthèse

## contexte et objectifs : une surveillance réglementée pour évaluer l'impact d'Arc-en-Ciel 2034

Depuis la publication des arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003, une surveillance annuelle de la qualité de l'air autour de l'établissement est exigée. Air Pays de la Loire a été retenu pour réaliser, depuis 1997, une surveillance annuelle de la qualité de l'air dans l'environnement d'Arc-en-Ciel.

Deux types d'indicateurs sont ciblés :

- les concentrations en polluants atmosphériques, qui comprennent les métaux lourds, l'acide chlorhydrique HCl, le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, le monoxyde de carbone CO ainsi que les particules PM10 ;
- les retombées atmosphériques, qui contiennent notamment les dioxines et furanes et les métaux lourds.

Cette surveillance annuelle a pour but :

- de comparer les niveaux de pollution par rapport aux valeurs réglementaires et de référence,
- d'évaluer l'influence des émissions d'Arc-en-Ciel sur la qualité de l'air environnant, en comparant notamment les mesures à celles réalisées sur d'autres sites, non influencés par l'établissement.

## moyens : une campagne d'évaluation aux techniques de mesures normalisées

### une campagne de mesure sur 7 semaines

En 2019, la période de prélèvements s'est étendue du 9 octobre au 27 novembre, avec un fonctionnement nominale des 2 lignes d'incinération à partir du 16 octobre.

### deux types d'indicateurs pour plusieurs polluants :

Le dispositif d'étude mis en œuvre par Air Pays de la Loire comprend la mesure :

- **des dépôts atmosphériques** par la collecte et l'analyse des eaux de pluie. Il s'agit de quantifier :
  - **9 métaux** (As, Ni, Cd, Pb, Zn, Cu, Hg, Mn, Cr) ;
  - **les ions chlorure**, pour tracer l'acide chlorhydrique ;
  - **les dioxines et les furanes** (17 congénères toxiques).
- **des concentrations atmosphériques**, par la pose de systèmes aspirant l'air ambiant au travers de filtres qui sont analysés en laboratoire pour mesurer :
  - **l'acide chlorhydrique**,
  - **les métaux lourds** en suspension dans l'air.
- des concentrations atmosphériques des polluants suivis en continu par Air Pays de la Loire : **dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre et particules inférieures à 10µm.**

## résultats : des niveaux de polluants qui respectent les valeurs réglementaires et de référence

### dioxines et furanes

Les niveaux de ces polluants autour de l'incinérateur (inférieur à 1 pg d'équivalent toxique total par m<sup>2</sup> et par jour d'exposition) sont plus faibles que ceux relevés sur les sites non influencés par Arc-en-Ciel, à Nantes et en Vendée.

Par ailleurs, les spectres (participation de chaque composé de la famille des dioxines et furanes à la toxicité totale) ne sont pas corrélés à ceux relevés en sortie de l'incinérateur, suggérant une absence d'influence décelable de celui-ci.

Les niveaux relevés s'inscrivent dans un historique de faible présence de ces composés, et proches de ceux des années 2005, 2006, 2009, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018.

Niveau du polluant : faible



Pas d'influence d'Arc-en-Ciel

### métaux lourds, dans l'air et dans les retombées

Les niveaux de métaux dans les eaux de pluies sont comparables aux niveaux habituellement relevés en zone rurale et ne s'écartent pas des niveaux mesurés les autres années. Notons que les mesures des métaux en suspension dans l'air sont homogènes entre les trois sites et comparables aux années précédentes.

Concernant les composés réglementés (Arsenic, Cadmium, Plomb et Nickel), les valeurs relevées sont très en dessous des seuils et similaires aux niveaux relevés sur le site de fond urbain nantais, suivi en continu sur l'année (cimetière de la Bouteillerie). Ceci suggère un respect des valeurs cibles réglementaires.

Par ailleurs, l'évolution des concentrations relevées au cours de la campagne n'est pas corrélée avec l'exposition des sites aux vents provenant de l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE), excluant une influence possible de celui-ci sur les concentrations de l'air en métaux lourds.

Niveau du polluant : faible



Pas d'influence d'Arc-en-Ciel

### acide chlorhydrique

Les niveaux en acide chlorhydrique dans l'air sont également dans le prolongement des valeurs relevées les années précédentes, et 2 fois plus faibles en moyenne que ceux de 2018.

Aucune causalité ne peut être établie entre l'activité d'Arc-en-Ciel et les concentrations en acide chlorhydrique, pourtant marqueur de l'incinération de déchets ménagers.

Niveau du polluant : faible



Pas d'influence d'Arc-en-Ciel

### polluants réglementés suivis en continu par Air Pays de la Loire

Les niveaux de NO<sub>2</sub> se situe entre ceux relevés à Nantes en zone urbaine et celles relevées en milieu rural à Saint-Etienne-de-Montluc. Les niveaux de PM10 sont homogènes aux niveaux relevés sur la région des Pays de la Loire.

Le SO<sub>2</sub> et le CO ne sont détectés qu'à l'état de trace.

Dans tous les cas les roses de pollution ne pointent pas le secteur d'Arc-en-Ciel mais révèlent plutôt l'influence de l'agglomération nantaise et ses voies de circulation.

Niveau du polluant : faible



Pas d'influence d'Arc-en-Ciel

## conclusion : pas d'influence d'Arc-en-Ciel

**Les teneurs en polluant enregistrées dans l'environnement d'Arc-en-Ciel sont représentatives d'une zone périurbaine et respectent les valeurs réglementaires. Aucune influence significative des émissions d'Arc-en-Ciel sur les niveaux des différents polluants n'a été mise en évidence.**

# introduction

Situé sur la commune de Couëron, le site d'Arc-en-Ciel assure le traitement de plus de 240 000 tonnes de déchets produits annuellement par l'agglomération Nantaise. Parmi ceux-ci, près d'un tiers (entre 100 000 et 110 000 tonnes, représentant 98 % des seuls déchets ménagers) sont valorisés afin de produire de l'énergie (environ 21 GWh par an) ou des matériaux tels que des remblais ou de la sous-couche routière.

L'activité d'incinération est encadrée par les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003 qui imposent une surveillance annuelle de la qualité de l'air autour de l'établissement.

Depuis 1997, Arc-en-Ciel a confié cette mission à Air Pays de la Loire qui a mis en place un dispositif de surveillance des polluants atmosphériques suivants : métaux lourds, acide chlorhydrique et dioxyde d'azote. En 2003, à cette surveillance, s'est rajoutée la mesure des dépôts totaux en dioxines et furanes dans l'environnement d'Arc-en-Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'établissement.

Par ailleurs, depuis 2009, un laboratoire mobile permet de mesurer en continu le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les particules PM10.

Ce rapport rassemble les résultats de la campagne de mesure qui s'est déroulée du 9 octobre au 27 novembre 2019. Il présente successivement :

- le dispositif de mesure mis en œuvre ;
- les conditions météorologiques dans lesquelles s'est déroulée la campagne ;
- les résultats de mesure et leur interprétation en termes de suivi réglementaire et de contribution des activités d'Arc-en-Ciel sur les concentrations enregistrées. D'abord pour les mesures de retombées atmosphériques, puis pour les mesures de concentrations dans l'air.

# le dispositif de surveillance

Un dispositif complet a été mis en œuvre pour la surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique. Il permet d'appréhender deux indicateurs de la pollution atmosphérique :

- les concentrations atmosphériques, via des mesures directement dans l'air ;
- les retombées atmosphériques sous forme de dépôts, via la collecte et l'analyse des eaux de pluie.

Plusieurs polluants (9 métaux, acide chlorhydrique, dioxydes d'azote, dioxyde de soufre, particules PM10, monoxyde de carbone, dioxines et furanes) ont été mesurés dans l'air et/ou dans les eaux de pluie à l'aide de différentes techniques de collecte et d'analyse normalisées.

Le dispositif est composé de 5 sites de mesure :

- 3 situés dans l'environnement immédiat d'Arc-en-Ciel ;
- 2 non influencés, pour comparaison.

L'étude est de plus complétée par les mesures réalisées par Air Pays de la Loire dans le cadre de sa mission de surveillance pérenne de la qualité de l'air.



## cinq sites de mesure équipés pour la campagne

### trois sites de prélèvement localisés dans les zones de retombées maximales

Ces trois sites ont été équipés de collecteurs d'eaux de pluie pour analyser les retombées en métaux, en dioxines et en furanes, ainsi que d'un dispositif (appelé Leckel) permettant de prélever des échantillons d'air, à raison d'un par semaine tout au long de la campagne. Ces échantillons sont ensuite analysés en laboratoire pour mesurer les concentrations atmosphériques en métaux et en chlorures. L'école de la Métairie a par ailleurs accueilli un camion laboratoire afin de mesurer les polluants surveillés par le réseau permanent de stations d'Air Pays de la Loire (dioxyde d'azote, particules fines PM10, monoxyde de carbone, dioxyde soufre).



Localisation des trois sites équipés par Air Pays de la Loire pour mesurer l'influence de l'UVE sur son environnement (en bleu l'UVE, en violet les sites équipés de jauges de récupération des eaux de pluie et de filtres pour les métaux et le chlorures, en marron, le site de l'école de la Métairie, équipé comme les deux précédents et accueillant de plus un camion laboratoire (pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub>, les PM10 et le CO)

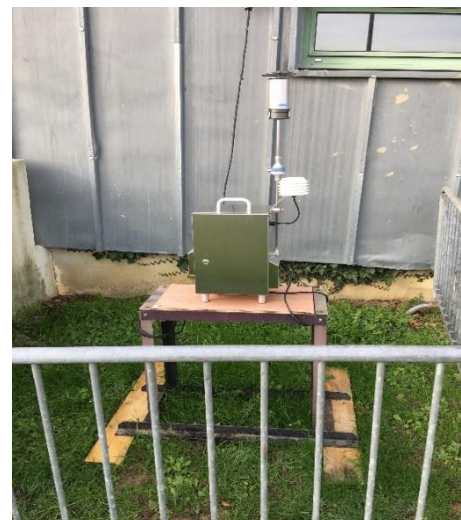
N° Site	Nom	Adresse	Distance à l'UVE
1	École de la Métairie	Rue de Trevellec, Couëron	1,1 km au nord nord-est
2	Couëron	Salle de l'estuaire, Couëron	0,9 km à l'ouest nord-ouest
3	Saint-Jean-de-Boiseau	Cimetière	1,8 km au sud-ouest

Caractéristiques des 3 sites de mesure dans l'environnement d'Arc-en-Ciel





Camion laboratoire sur le site l'école de la Métairie



Collecteur atmosphérique pour les prélèvements de métaux lourds et d'acide chlorhydrique

### des sites non influencés par Arc-en-Ciel pour les métaux et les polluants réglementés

Afin de comparer les résultats des mesures réalisées dans l'environnement de l'Unité de valorisation énergétique (UVE), Air Pays de la Loire s'appuie sur son réseau de stations fixes. Celles-ci surveillent, en continu et tout au long de l'année, les différents polluants qui ont également été mesurés par le camion installé à l'école de la Métairie pendant la campagne.

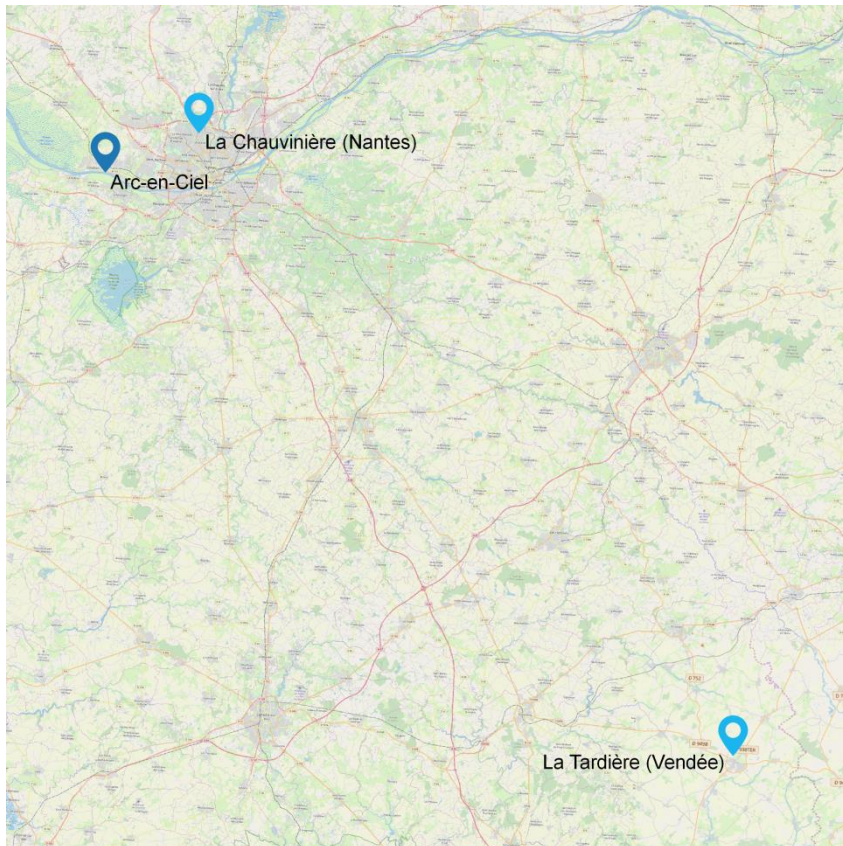


Localisation des stations du réseau Air Pays de la Loire dont les résultats ont été utilisés pour comparer les mesures du camion laboratoire à des sites non influencés par l'UVE, avec les polluants mesurés sur chacune d'entre elles



**pour les dioxines et les furanes**

Les résultats d'analyse des trois jauges de récupération d'eaux pluviales placées autour d'Arc-en-Ciel seront comparés à ceux de jauges placées hors de l'influence du site, à Nantes et en Vendée.



Localisation des jauges de récupération d'eaux de pluie utilisées pour mesurer les retombées en dioxines et furanes dans les zones non influencées par Arc-en-Ciel (en bleu clair les jauges, en bleu foncé Arc-en-Ciel)



Jauges de récupération des eaux de pluie de Saint-Jean-de-Boiseau (à gauche pour l'analyse des dioxines et les furanes, à droite pour les métaux)



Jauges de récupération des eaux de pluie de Couëron

## deux types d'indicateurs de la pollution atmosphérique

### les concentrations atmosphériques

Sur trois sites (Métairie, Couëron et Saint-Jean-de-Boiseau), les concentrations dans l'air des polluants suivants ont été mesurées :

- **8 métaux lourds** visés par l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains : arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), manganèse (Mn), nickel (Ni), plomb (Pb). En complément, le zinc (Zn) a également été analysé pour son potentiel supposé à tracer les émissions des usines d'incinération d'ordures ménagères ;
- **l'acide chlorhydrique (HCl)**, sous forme gazeuse ;
- **le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les particules fines PM10, ainsi que le monoxyde de carbone CO** ont été mesurés sur le site de l'école de la Métairie.

Le réseau de stations déployées par Air Pays de la Loire pour ses missions de surveillance des polluants réglementés permet également de déterminer un niveau de fond en NO<sub>2</sub> et en PM10 (au cimetière de la Bouteillerie à Nantes et à Saint-Étienne-de-Montluc), en SO<sub>2</sub> (à Saint-Étienne-de-Montluc), ainsi qu'un niveau de CO proche des axes routiers (grâce à la station située Boulevard Victor-Hugo à Nantes). La station du cimetière de la Bouteillerie dispose également d'un préleveur de métaux lourds.

Les prélèvements en métaux et acide chlorhydrique sont réalisés sur des filtres relevés toutes les semaines, les données correspondent donc à des moyennes hebdomadaires. Les concentrations des autres polluants, mesurées automatiquement tous les quarts d'heure, sont présentées selon les standards en vigueur dans la définition des seuils réglementaires.

### les retombées atmosphériques

Conformément aux arrêtés préfectoraux du 9 décembre 1998 et du 14 avril 2003, une collecte des dépôts totaux est effectuée sur les trois sites (Métairie, Couëron et Saint-Jean-de-Boiseau) pour une analyse en laboratoire des métaux, des ions chlorure et sodium et des dioxines et furanes.

Des collectes de dépôts pour l'analyse des dioxines et furanes ont également été réalisées sur les sites non influencés de la Chauvinière (Nantes) et de la Tardière (Vendée).

Une description complète des techniques de collecte et d'analyse ainsi que des normes utilisées est disponible en annexe 3.

## les périodes de mesure

Cette campagne d'évaluation s'est déroulée **du 9 octobre au 27 novembre 2019**.

A noter que des dégradations ont eu lieu sur la jauge de récupération des retombées de métaux sur le site de la Salle de l'estuaire à Couëron. En conséquence, aucun résultat ne pourra être interprété pour ce site. Notons toutefois qu'il aura été peu exposé aux vents d'Arc-en-Ciel sur la campagne 2019 (Cf. chapitre sur la situation météorologique).

Par ailleurs, précisons qu'entre le 7 octobre et le 15 octobre, les 2 lignes d'incinération n'ont pas fonctionné de façon optimale avec plusieurs arrêts et redémarrages. Le fonctionnement nominale de l'ensemble de l'installation a débuté le 16 octobre. Ainsi la première période de mesure permettra de caractériser une influence possible du redémarrage de l'UVE.

Le tableau ci-dessous présente les périodes de prélèvement des métaux lourds et de l'acide chlorydrique dans l'air.

Période	Date début	Date fin
S1	09/10/2019	16/10/2019
S2	16/10/2019	23/10/2019
S3	23/10/2019	30/10/2019
S4	30/10/2019	06/11/2019
S5	06/11/2019	13/11/2019
S6	13/11/2019	20/11/2019
S7	20/11/2019	27/11/2019

Les périodes de mesure des retombées atmosphériques de dioxines et furanes sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Site	Date début	Date fin
Site de l'école de la Métairie	09/10/2019	27/11/2019
Site de la salle de l'estuaire à Couëron	09/10/2019	27/11/2019
Site de Saint-Jean-de-Boiseau	09/10/2019	27/11/2019
Site de la Chauvinière, Nantes	09/10/2019	27/11/2019
Site de la Tardière, Vendée	14/10/2019	26/11/2019

Le tableau ci-après présente les périodes de mesure des retombées atmosphériques de métaux et chlorures.

Site	Date début	Date fin
Site de l'école de la Métairie	09/10/2019	27/11/2019
Site de Saint-Jean-de-Boiseau	09/10/2019	27/11/2019
Site de la salle de l'estuaire à Couëron	09/10/2019	27/11/2019

Les mesures par analyseurs automatiques (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM10) ont été réalisées sur l'ensemble de cette période, soit du 9 octobre au 27 novembre 2019.

## récapitulatif

Le tableau suivant recense pour l'ensemble des sites de mesure, le type de polluant analysé ainsi que les durées d'échantillonnage.

nom du site	typologie	concentrations atmosphériques			retombées atmosphériques		
		métaux*	HCl et chlorures particulaires	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, PM10, O <sub>3</sub>	dioxines et furanes	métaux*	ions chlorures et sodium
Durée d'exposition		Hebdomadaire (7 échantillons par site)		Quart-horaire	Sur toute la campagne		
École de la Métairie	industriel	X	X	X	X	X	X
Couëron	industriel	X	X		X	X	X
Saint-Jean-de-Boiseau	industriel	X	X		X	X	X
La Chauvinière	urbain (non influencé)				X		
La Tardière	rural (non influencé)				X		
Cimetière de la Bouteillerie	urbain (non influencé)	X (As, Ni, Cd, Pb)		X			
Autres stations	non influencé			X			

*Typologie des sites, polluants étudiés et durée des prélèvements*

\* As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn



# situation météorologique

## précipitations, températures, insolation<sup>1</sup>

La campagne s'est déroulée dans un contexte météorologique pluvieux, doux et peu ensoleillé. Les pluies ont été fréquentes et plus conséquentes que d'habitude (+ 54%), les températures souvent supérieures aux normales (en moyenne + 0,5°C) et l'ensoleillement plus faible qu'à l'accoutumé d'environ 17 %.

## vents

La vitesse et la direction des vents sont des paramètres importants à prendre en compte pour comprendre la dispersion des polluants dans l'environnement d'une source industrielle. Grâce aux données de la station Météo France de Nantes-Atlantique, il est possible de retracer les conditions météorologiques durant la campagne. Le tableau ci-dessous présente, pour chacune des semaines de prélèvement, la direction des vents ainsi que le nombre d'heures hebdomadaires au cours desquelles, les sites ont été sous les vents de l'établissement Arc-en-Ciel. À noter que des secteurs de faible écart angulaire (+/- 10 °) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache.

		Nombre d'heures sous influence			Roses des vents hebdomadaires
		École de la Métairie	Couëron	Saint-Jean-de-Boiseau	
période	dates	200°-220°	90°-110°	30°-50°	
S1	du 09/10/2019 au 16/10/2019	56	2	2	
S2	du 16/10/2019 au 23/10/2019	29	0	20	

<sup>1</sup> Source : Bulletin Climatique Mensuel Régional, Météo France (consulté pour les mois d'octobre et novembre 2019)

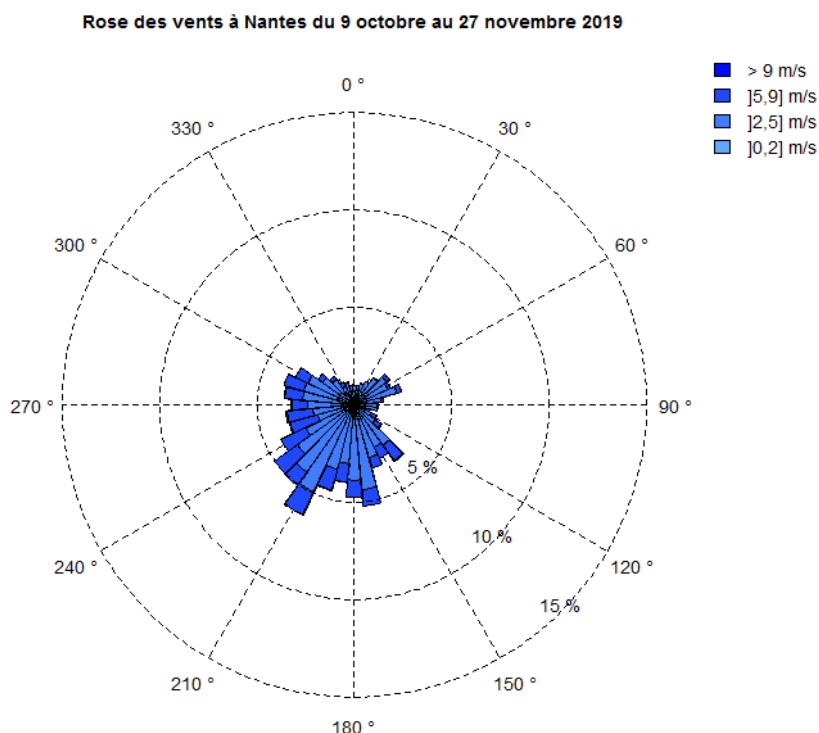
<p>S3</p>	<p>du 23/10/2019 au 30/10/2019</p>	<p>28</p>	<p>12</p>	<p>13</p>	<p>Rose des vents à Nantes du 23 au 30 octobre 2019</p>
<p>S4</p>	<p>du 30/10/2019 au 06/11/2019</p>	<p>22</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>Rose des vents à Nantes du 30 octobre au 6 novembre 2019</p>
<p>S5</p>	<p>du 06/11/2019 au 13/11/2019</p>	<p>13</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>Rose des vents à Nantes du 6 au 13 novembre 2019</p>
<p>S6</p>	<p>du 13/11/2019 au 20/11/2019</p>	<p>6</p>	<p>7</p>	<p>3</p>	<p>Rose des vents à Nantes du 13 au 20 novembre 2019</p>

S7	du 20/11/2019 au 27/11/2019	17	4	0	
Sur l'ensemble de la campagne	du 09/10/2019 au 27/11/2019	181	25	38	

Caractéristiques météorologiques et nombre d'heures d'influence d'Arc-en-Ciel durant la campagne de mesure

La répartition des vents sur l'ensemble de la campagne de mesure est présentée sur la rose des vents ci-dessous. Elle montre une prédominance des vents de secteur sud-ouest, à l'origine de la surexposition du site de l'école de la Métairie aux vents en provenance de l'établissement Arc-en-Ciel par rapport aux autres sites de mesure.

Le détail hebdomadaire des vents montre une variabilité des directions de ces derniers durant la campagne, c'est pourquoi une analyse par semaine sera particulièrement appropriée pour les prélèvements sur filtres.



Rose des vents calculée sur l'ensemble de la période de mesure 2019 (station météorologique de Nantes-Atlantique)

# résultats des mesures de retombées atmosphériques

## mesure des dépôts de dioxines et furanes

### méthodologie

Après la collecte, les échantillons d'eaux de pluie sont envoyés en laboratoire (voir annexe 6 pour les coordonnées du laboratoire) afin de mesurer leur contenu en dioxines et furanes. Cette mesure est réalisée par chromatographie en phase gazeuse à haute résolution (HRGC) suivie d'une spectrométrie de masse à haute résolution également (HRMS), et porte sur la quantification de 7 dioxines et de 10 furanes différentes, appelées des congénères.

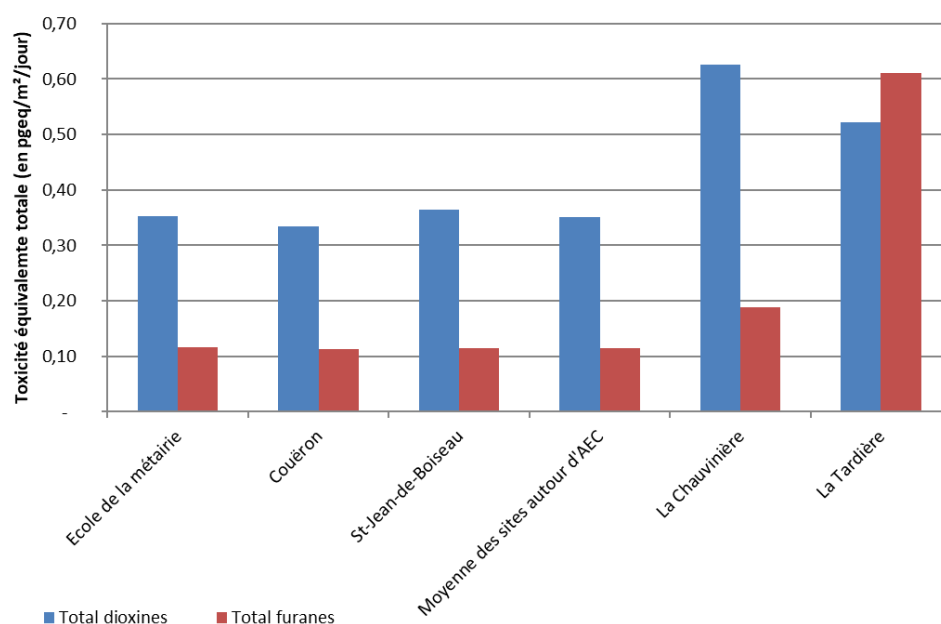
En raison des différentes toxicités pour l'homme de ces différents congénères, il ne serait pas pertinent de comparer directement les quantités de chacun d'entre eux. C'est pourquoi l'OTAN et l'OMS ont défini des facteurs de toxicité équivalente, permettant de mettre tous ces congénères sur la même échelle en termes d'impact sanitaire. Par exemple la dioxine 1,2,3,4,7,8-Hexachloro-Dibenzo-Dioxine étant, à masse égale, 10 fois moins toxique pour l'homme que la 2,3,7,8-Tetrachloro-Dibenzo-Dioxine – qui sert de référence dans cette échelle de toxicité équivalente – la quantité (en masse) de la première dans l'échantillon sera divisée par 10 afin que les deux composés puissent être comparés. L'utilisation de ces facteurs permet par ailleurs de calculer une toxicité équivalente totale de l'échantillon en sommant les contributions des 17 composés.

De plus, les résultats sont normalisés par la durée d'exposition des jauges ainsi que par la surface de collecte dans le but de comparer différentes campagnes et différents sites entre eux.

### résultats

	École de la Métairie	Couëron	Saint-Jean-de-Boiseau	La Chauvinière	La Tardière
Toxicité équivalente totale (I-TEQ) en pgeq/m <sup>2</sup> /jour	0,47	0,45	0,48	0,81	1,13

Toxicité équivalente totale (OTAN) pour chaque site de la campagne 2019



Toxicité équivalente des dioxines et des furanes mesurées sur chaque site



Les résultats montrent :

- des niveaux très faibles,
- des niveaux plus importants sur les sites non-influencés par l'UVE
- des niveaux homogènes sur les sites localisés autour d'Arc-en-Ciel et ceci malgré la différence d'exposition aux émissions de l'établissement.

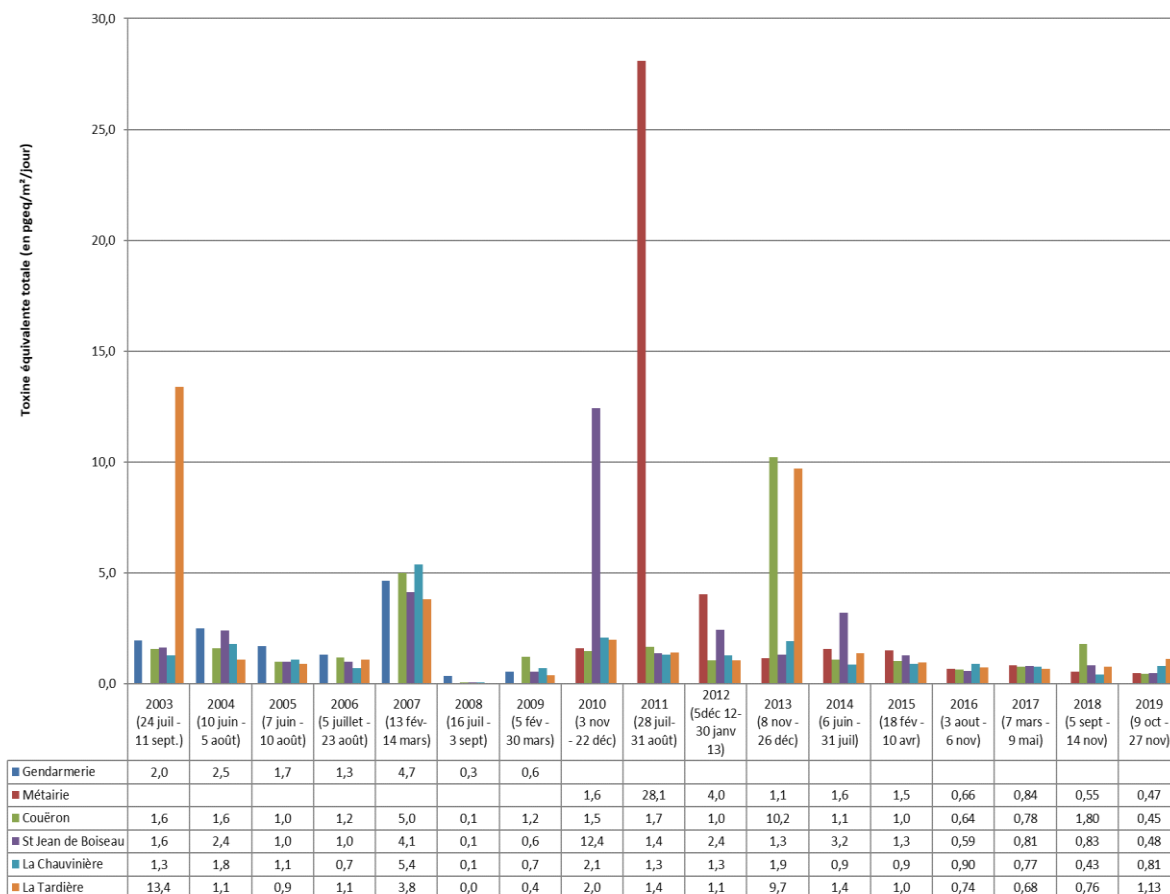
On observe une prédominance des dioxines sur les furanes quel que soit le site de mesure urbain. Or les rapports d'autocontrôle en sortie de cheminée de l'UVE montrent une faible proportion de dioxines dans les rejets.

L'ensemble de ces éléments suggère que l'UVE n'a pas d'influence sur les retombées atmosphériques de ces composés dans son environnement.

## historique

La figure ci-après présente l'évolution des niveaux de dioxines et furanes (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j) enregistrés depuis 2003 sur les sites de Couëron, Saint-Jean-de-Boiseau, La Chauvinière et la Tardière. Pour des raisons techniques, le site de la Gendarmerie a été transféré à l'école de la Métairie à partir de 2010.

Les niveaux enregistrés en 2019 autour d'Arc-en-Ciel font partie des niveaux les plus faibles enregistrés depuis 2003. Aucune influence de l'UVE n'ayant été établie les années précédentes, cette comparaison conforte l'absence d'influence d'Arc-en-Ciel sur les dépôts de dioxines et furanes lors de la campagne 2019.



Évolution des retombées en dioxines et furanes autour d'Arc-en-Ciel depuis 2003

## mesure des retombées totales et solubles en métaux lourds, ions chlorure et sodium

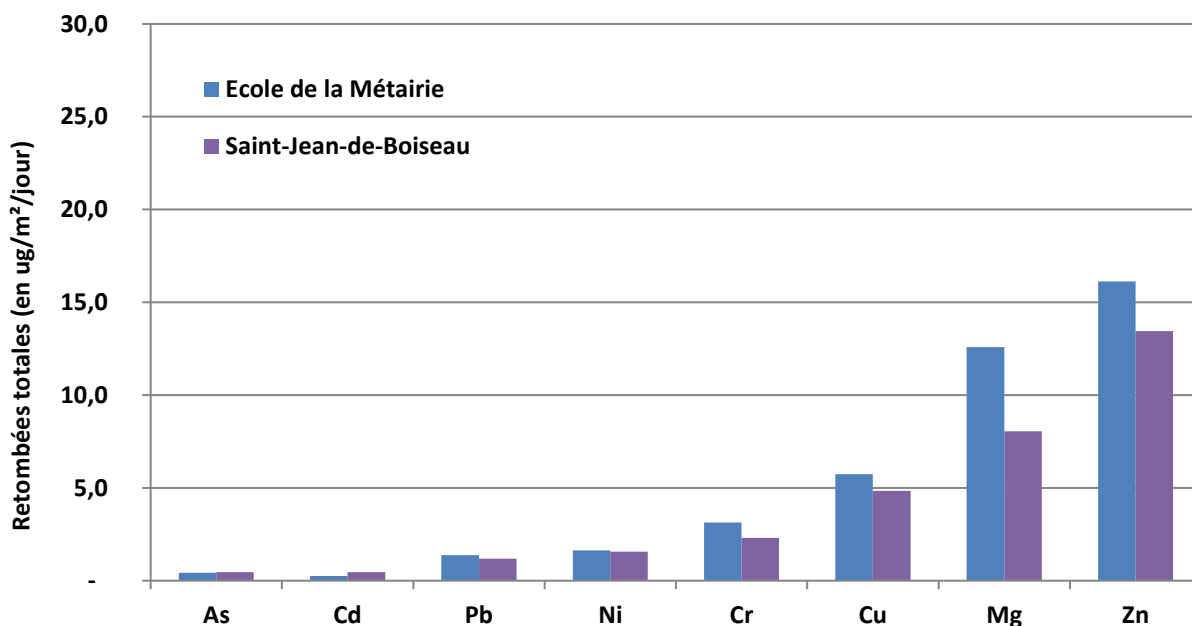
 <p>Les émissions de métaux toxiques proviennent principalement de la combustion de combustibles fossiles (charbons, fiouls), de certains procédés industriels et des transports (aviation, routier, etc...).</p>	 <p>Les niveaux suivent les rejets industriels.</p>	 <p>Les zones les plus concernées se situent à proximité des établissements industriels émetteurs, des axes à fort trafic et des aéroports.</p>	 <p>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 rénale, hépatique ou respiratoire.</p>	 <p>Les métaux toxiques contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.</p>
--	--	--	---	---

### méthodologie

De la même manière que pour les dioxines et les furanes, les dépôts de métaux sont exprimés en quantité par unité de surface de collecte et par jour d'exposition. En revanche ici chaque métal fait l'objet d'une analyse spécifique.

Des dégradations sur le site de la salle de l'estuaire à Couëron a entraîné l'absence de données pour les retombées de métaux pour la campagne 2019. A noter que des vents d'est sont peu présents sur cette campagne, et donc que ce site a été peu exposé aux vents provenant de l'établissement (25 heures d'influence sur l'ensemble de la campagne).

### résultats



Le graphique ci-dessus présente les résultats de mesures de retombées de métaux sur les deux sites durant la campagne 2019.

On observe pour les 2 sites, des niveaux faibles et proches pour l'arsenic, le cadmium, le pb, le Nickel, le chrome et le cuivre.

## comparaison aux valeurs réglementaires et historique

À ce jour, il n'existe pas en France de valeurs réglementaires pour les métaux lourds présents dans les retombées atmosphériques. À l'inverse, en Allemagne (Loi du 24 juillet 2002) et en Suisse, des valeurs de référence pour les dépôts de métaux (en moyenne annuelle) sont répertoriées. Le tableau suivant présente à titre indicatif ces valeurs ainsi que des gammes de résultats de retombées totales en métaux lourds répertoriées dans des études menées en France et dans d'autres pays. Il est important de noter que les valeurs limites allemandes et suisses sont des moyennes annuelles tandis que les mesures de cette étude sont des moyennes calculées sur 7 semaines. C'est pourquoi une comparaison stricte de ces valeurs réglementaires avec celles enregistrées lors de la campagne d'étude ne peut être réalisée.

Flux de dépôt de métaux ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ )	Zone rurale*	Zone urbaine*	Arc-en-Ciel 2018	Arc-en-Ciel 2019	Valeurs réglementaires allemandes et suisses
<b>Arsenic</b>	0,6 – 0,7	0,05 – 1,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	4
<b>Cadmium</b>	0,2 – 0,9	0,3 – 3,0	0,0 – 1,3	0,3 – 0,5	2
<b>Chrome</b>	1,7 – 6,7	1,8 – 17,6	1,2 – 1,5	2,3 – 3,1	-
<b>Cuivre</b>	3,5 – 9,5	2,1 – 67,9	3,9 – 8,4	4,8 – 5,7	-
<b>Manganèse</b>	7,2 - 14,7	8,5 – 24,6	8,5 – 10,4	8,1 – 12,6	-
<b>Nickel</b>	1,6 – 3,7	1,0 – 22,9	1,0 – 1,4	1,6	15
<b>Plomb</b>	3,3 – 10,3	0,4 – 106	0,8 – 3,7	1,2 – 1,4	100
<b>Zinc</b>	17,8 – 219	10 – 285	9,1 – 25,7	13,4 – 16,1	400

*Flux moyen de dépôt total de métaux recensés dans la littérature [16] à [26] et valeurs de référence (moyennes annuelles) en Allemagne et en Suisse*

*\* études menées en France et dans d'autres pays*

D'après ce tableau, les flux de dépôts de l'ensemble des métaux lourds relevés en 2019 correspondent aux ordres de grandeur des niveaux habituellement enregistrés en zone rurale. Notons que ces résultats sont proches des valeurs de la campagne 2018.

De plus, la comparaison des données de 2019 avec les seuils réglementaires existants en Allemagne et en Suisse pour l'arsenic, le cadmium, le nickel, le plomb et le zinc montre que les niveaux rencontrés dans l'environnement de l'établissement sont nettement inférieurs à ces valeurs de référence (10 fois pour le nickel, 100 fois pour le plomb et 25 fois pour le zinc).



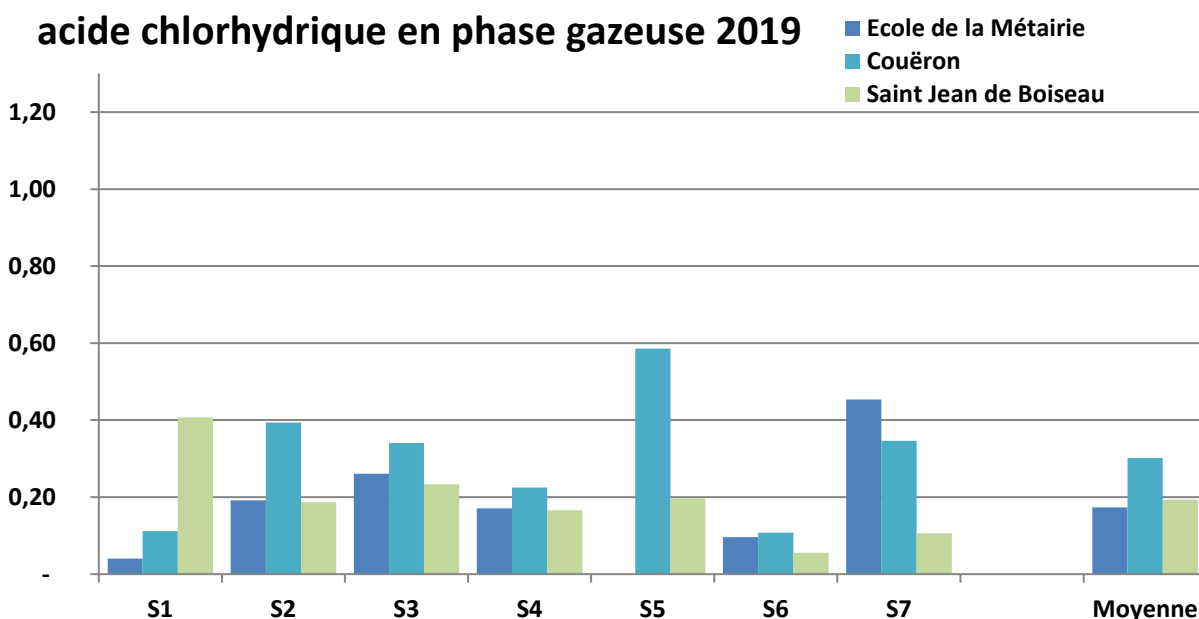
# résultats des mesures de concentrations atmosphériques

## acide chlorhydrique en phase gazeuse

### résultats

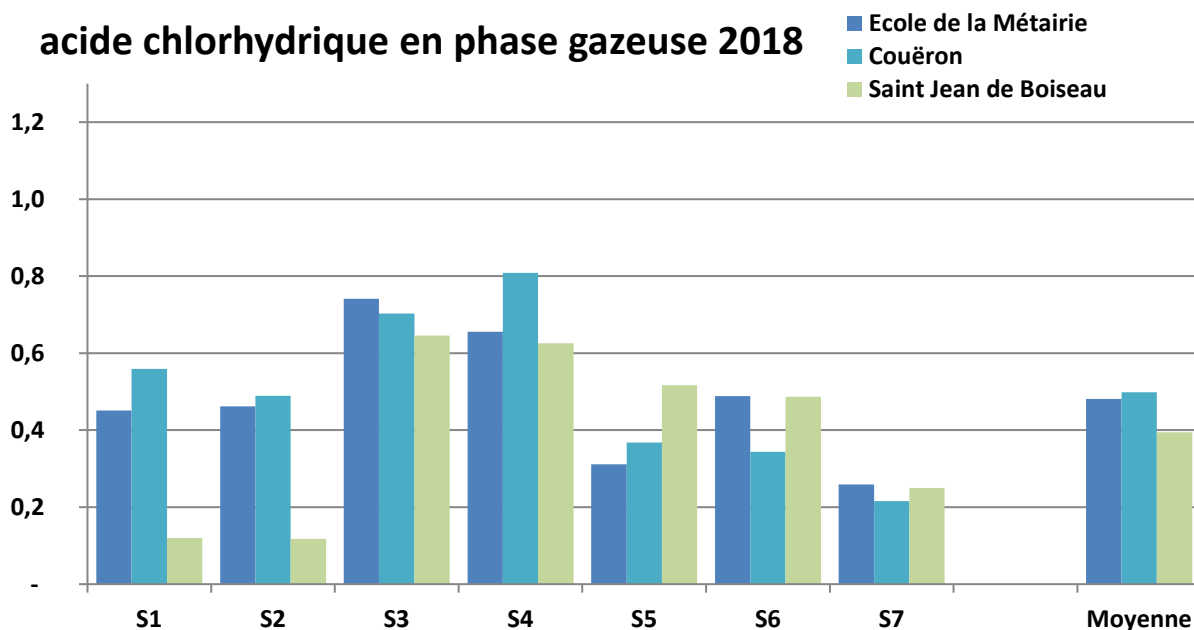
Les figures suivantes représentent l'évolution des concentrations en acide chlorhydrique relevées pendant la campagne, sur 7 périodes d'échantillonnage.

### acide chlorhydrique en phase gazeuse 2019



Évolution des concentrations en acide chlorhydrique gazeux durant la campagne 2019, sur les 3 sites ( en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

### acide chlorhydrique en phase gazeuse 2018



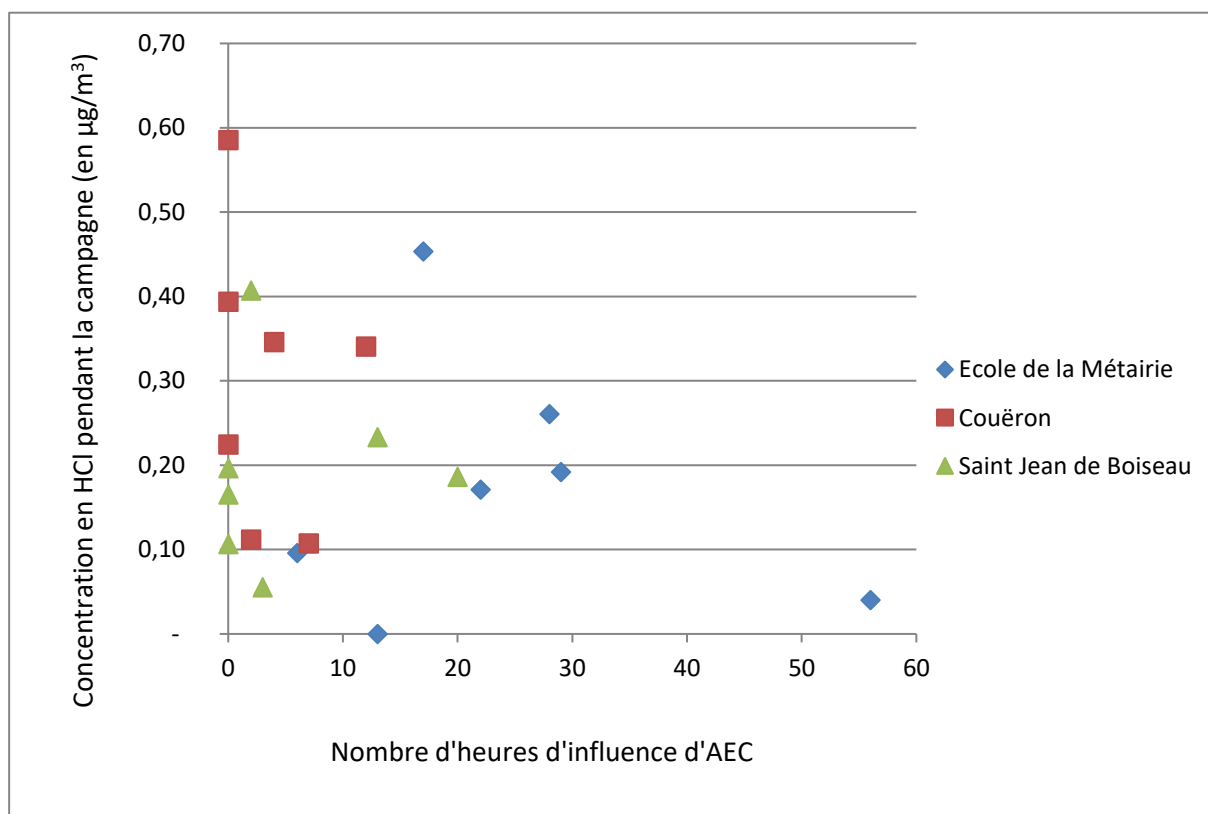
Évolution des concentrations en acide chlorhydrique gazeux durant la campagne 2018, sur les 3 sites ( en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Les niveaux en acide chlorhydrique observés en 2019 sont en moyenne 2 fois moins forts que ceux de la campagne de 2018, en lien avec des conditions météorologiques moins propices à sa présence dans l'air (fortes précipitations).

Il faut noter que les maxima d'HCl observés sont inférieurs à  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À titre de comparaison, la réglementation allemande fixe la valeur limite à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, soit un niveau largement supérieur à celui observé dans l'environnement d'Arc-en-Ciel lors de cette campagne.

## influence d'Arc-en-Ciel sur la concentration en acide chlorhydrique



*Corrélation entre les concentrations moyennes en acide chlorhydrique en phase gazeuse et le nombre d'heures d'influence d'Arc-en-Ciel sur les sites de mesure*

Le graphique ci-dessus met en correspondance les différentes concentrations en acide chlorhydrique avec le nombre d'heure où les sites de mesure ont été sous les vents de l'UVE.

Notons que la semaine où le site de l'école de la Métairie a été le plus sous les vents correspond à une des concentrations les plus faibles en HCl. A l'inverse, pour le site de Couëron, les niveaux les plus forts sont enregistrés alors que les vents ne sont pas en provenance de l'UVE.

Aucune relation n'est clairement constatée, ce qui indique une absence d'influence décelable des émissions de l'UVE sur les teneurs en HCl mesurées à proximité.

## métaux lourds dans l'air

### méthodologie

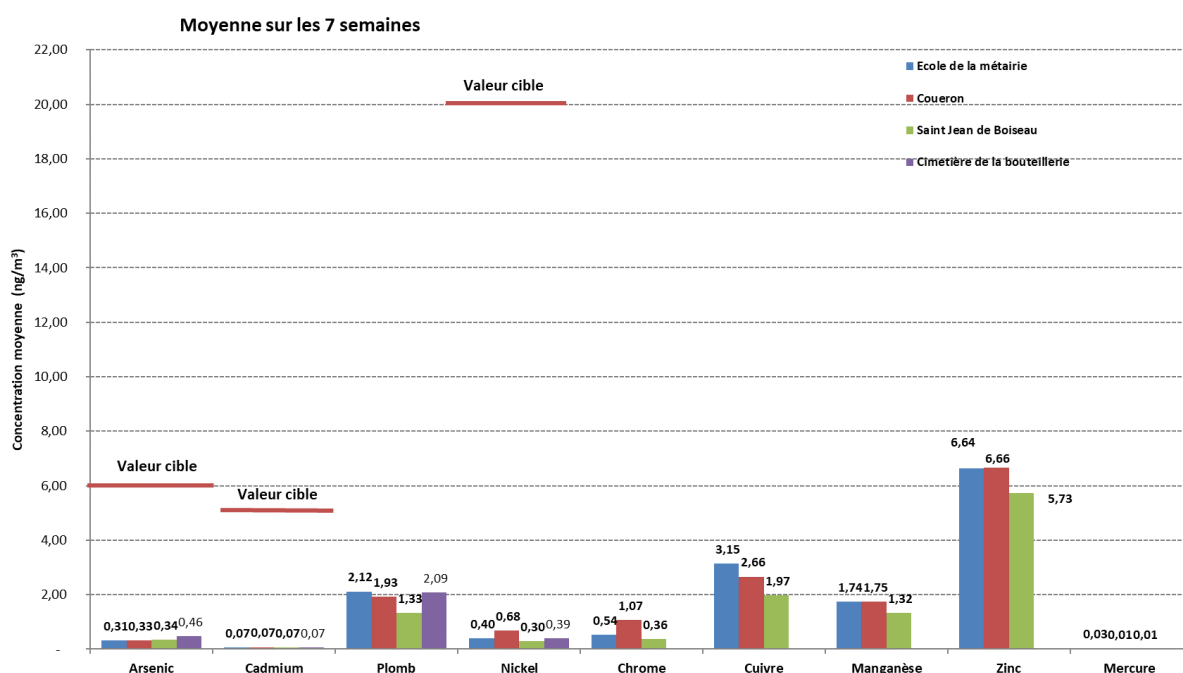
La concentration de l'air en métaux lourds est déterminée en aspirant un volume d'air donné au travers d'un filtre qui est ensuite analysé en laboratoire (voir annexe 7 pour les coordonnées du laboratoire) pour y déterminer la quantité d'arsenic, de cadmium, de plomb, de nickel, de chrome, de cuivre, de manganèse et de zinc. À cette quantité est soustrait un blanc, mesuré sur un filtre non exposé.

Les mesures seront par ailleurs comparées aux valeurs cibles réglementaires présentées ci-dessous. Attention toutefois ces valeurs réglementaires sont des moyennes annuelles et des mesures sur sept semaines ne permettant pas de vérifier explicitement le respect de ces valeurs.

Métal	Valeur réglementaire Moyenne annuelle (ng/m <sup>3</sup> )	Réglementation
arsenic As	6	Décret 2010-1250
cadmium Cd	5	Décret 2010-1250
nickel Ni	20	Décret 2010-1250
plomb Pb	250 (objectif de qualité)	Décret 2010-1250
cadmium Cd	5	Recommandation OMS
manganèse Mn	150	Recommandation OMS

Valeurs cibles pour les métaux dans l'air

### résultats

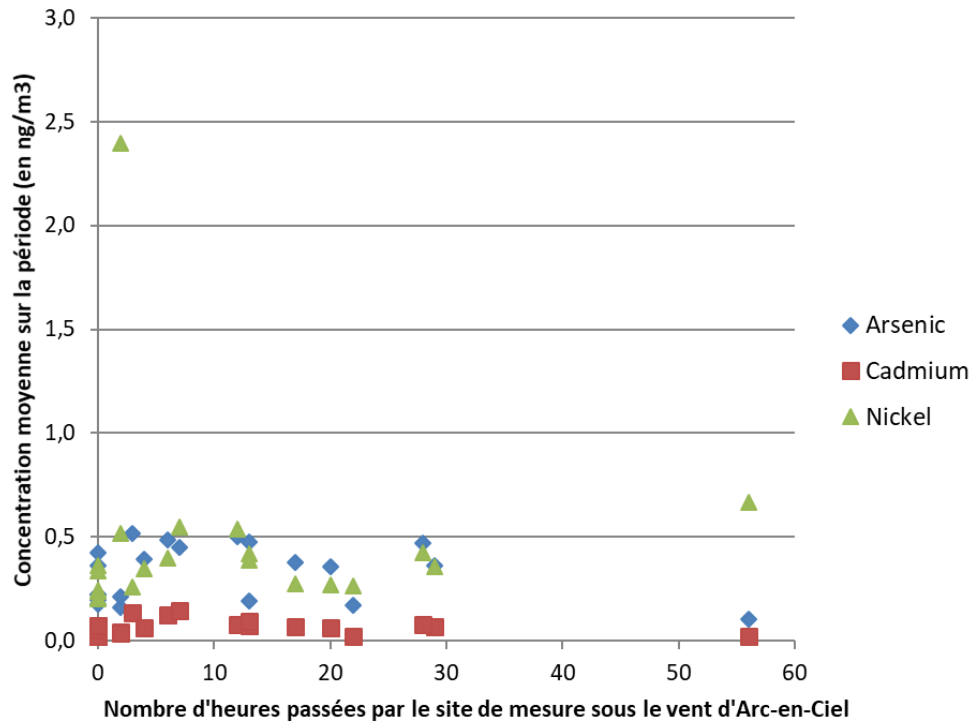


Concentration moyenne (sur 7 semaines) en métaux lourds mesurée pendant la campagne 2019

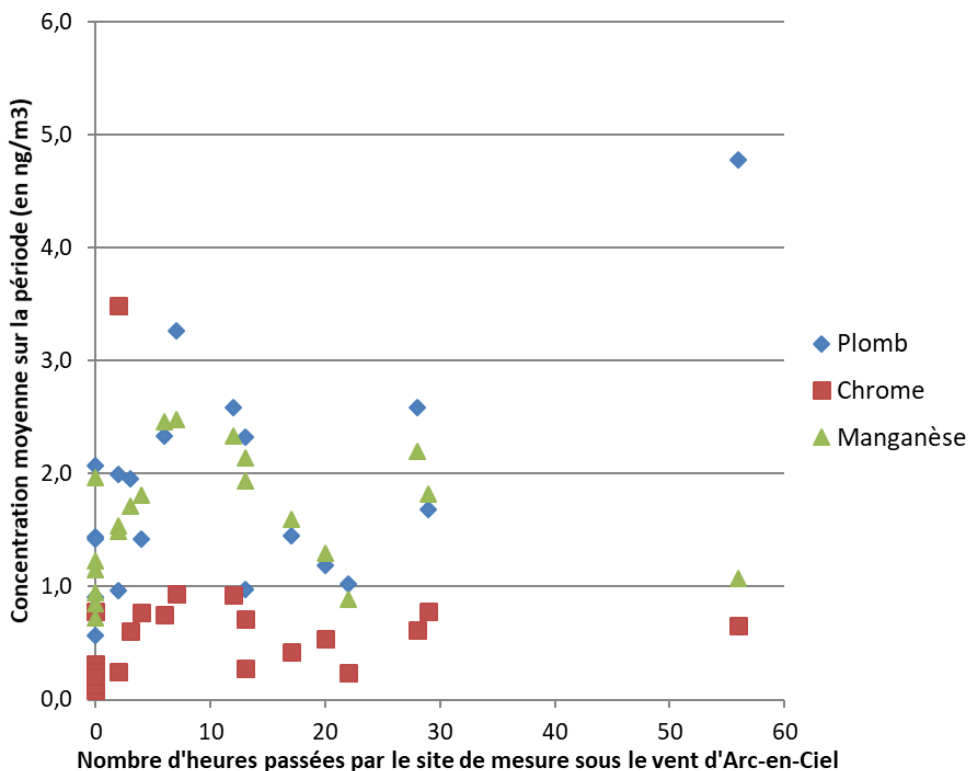
Concernant les polluants réglementés (As, Ni, Cd et Pb), on constate que les valeurs de concentration mesurées pendant la campagne restent largement inférieures aux valeurs cibles et objectif de qualité. On peut raisonnablement penser que ces valeurs annuelles réglementaires soient donc respectées.

Ces valeurs sont par ailleurs similaires à celles relevées sur le site du cimetière de la Bouteillerie, à Nantes, on peut donc les considérer comme représentative d'un milieu urbain de fond.

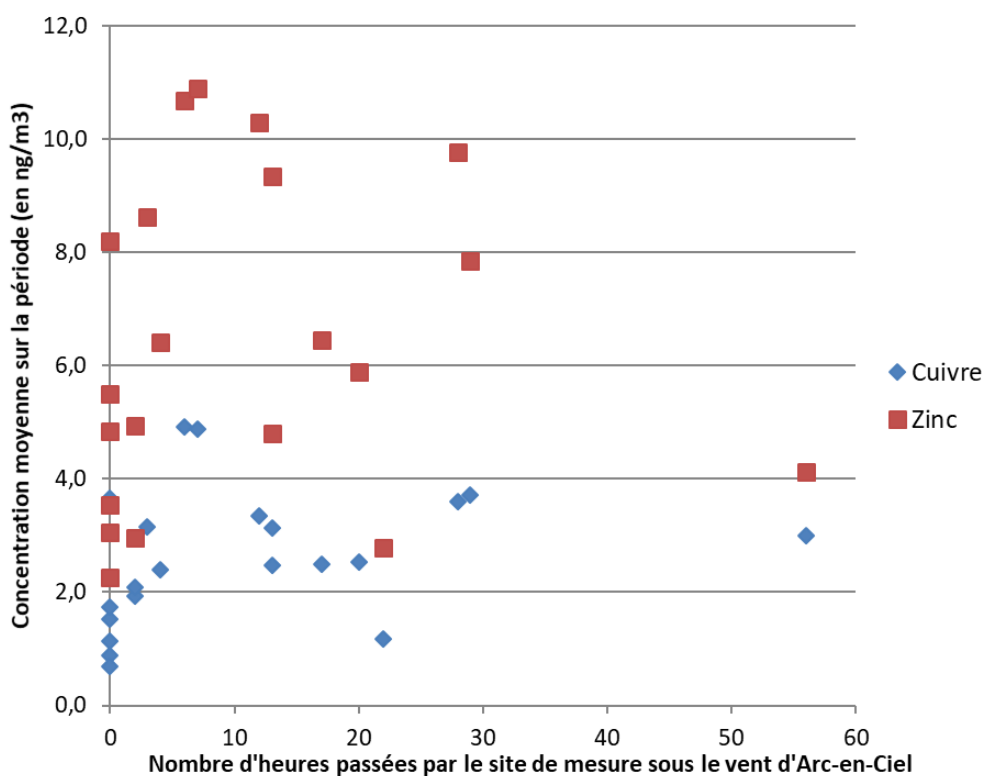
### influence de l'UVE



Corrélation entre la concentration moyenne et le nombre d'heures passé par le site sous le vent d'Arc-en-Ciel (pour l'arsenic, le cadmium et le nickel)



Corrélation entre la concentration moyenne et le nombre d'heures passé par le site sous le vent d'Arc-en-Ciel (pour le plomb, le chrome et le manganèse)



Corrélation entre la concentration moyenne et le nombre d'heures passé par le site sous le vent d'Arc-en-Ciel (pour le cuivre et le zinc)

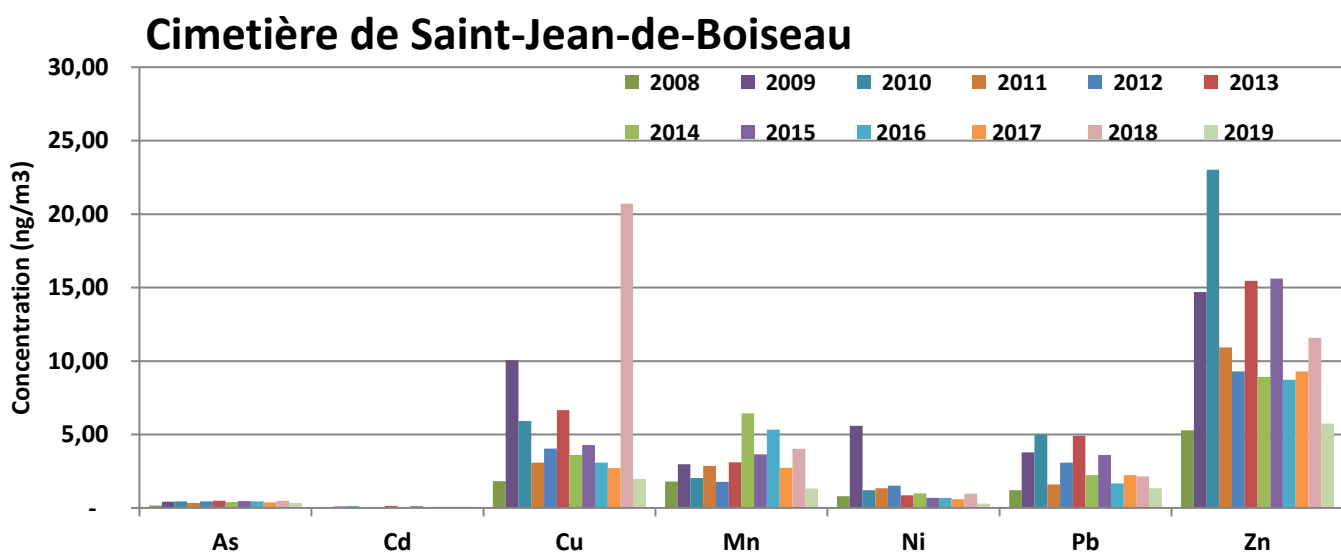
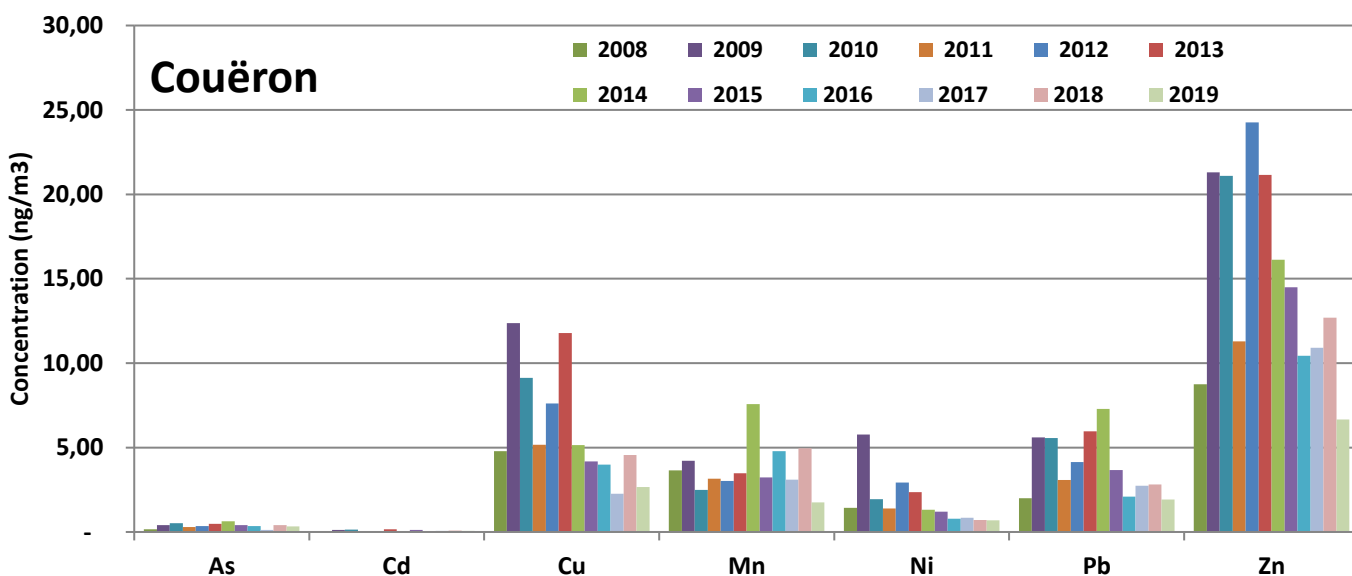
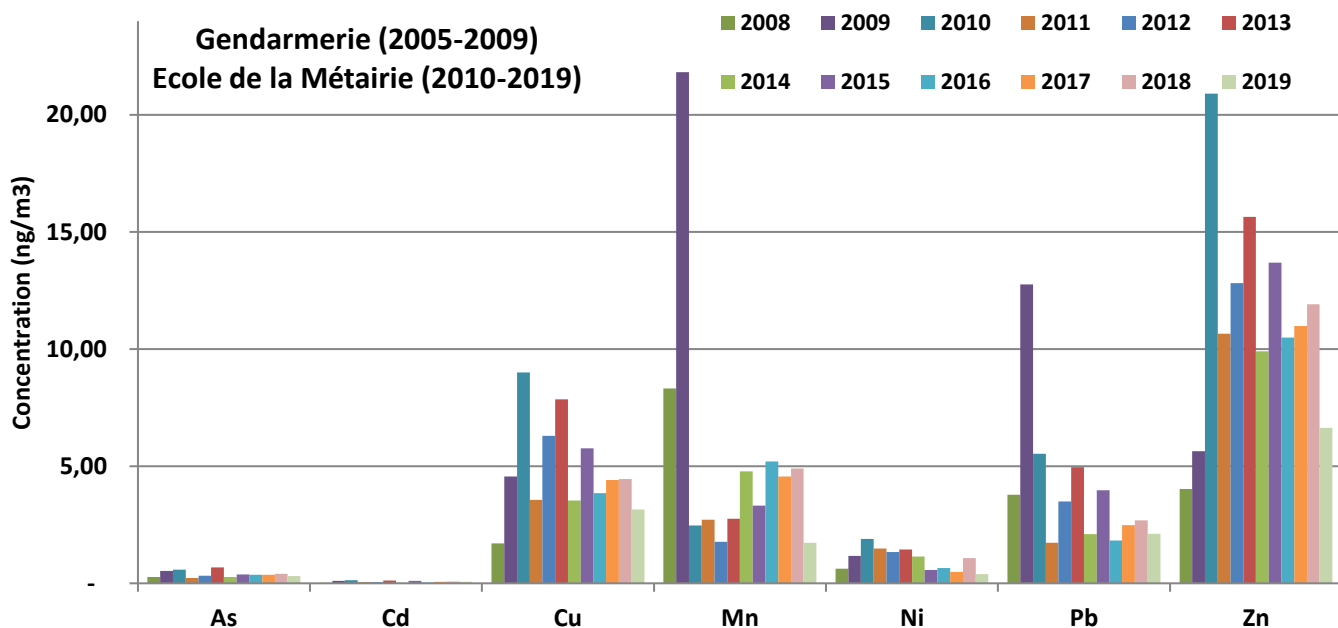
Au cours des semaines, on ne constate pas de corrélation entre l'exposition des sites de mesure aux vents provenant d'Arc-en-Ciel et la concentration atmosphérique en métaux lourds relevée sur ces sites.

Par ailleurs, l'évolution au cours de la campagne est sensiblement la même pour les trois sites, traduisant la prédominance du niveau de fond régional sur les mesures.

Ceci indique une absence de l'influence des émissions d'Arc-en-Ciel sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité.



### historique



Évolution des concentrations en métaux lourds depuis 2008, pour chaque site autour d'Arc-en-Ciel

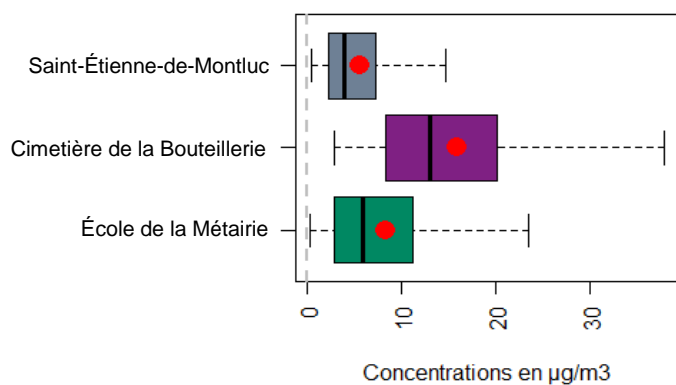
L'historique des concentrations atmosphériques en métaux lourds dans l'environnement d'Arc-en-Ciel indique que les niveaux relevés en 2019 sont plus faibles que ceux de 2018, et dans la fourchette basse par rapport à ceux relevés antérieurement.

## polluants mesurés en continu sur le site de l'école de la Métairie et par les stations du réseau Air Pays de la Loire

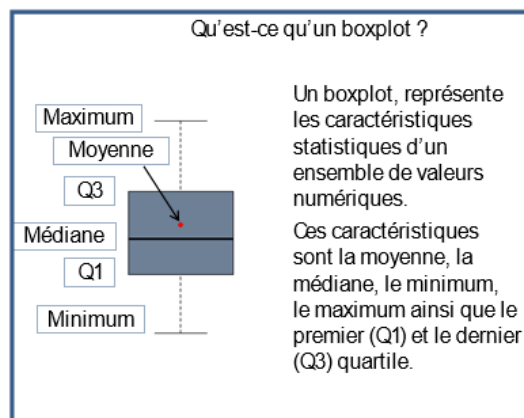
Les niveaux de PM10 et de NO<sub>2</sub> observés durant la campagne sur la région sont dans la moyenne des valeurs relevées les années précédentes, sur la même période de l'année. Aucune procédure de recommandation ou d'information n'a été déclenchée pendant la période de mesure.

### dioxyde d'azote

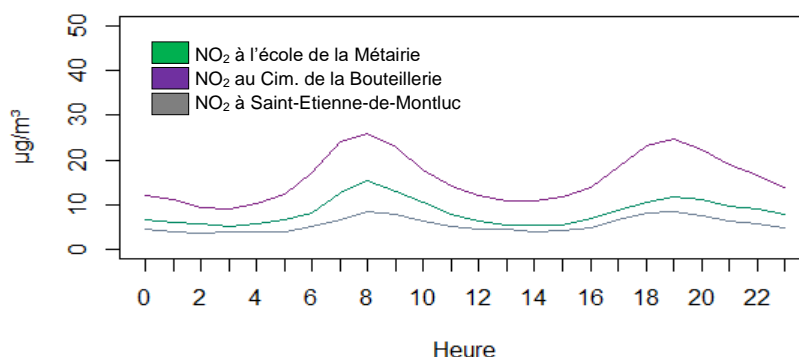
 <p>Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphériques lors des combustions. Ce polluant, principalement émis par les pots d'échappement, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).</p>	 <p>Les NO<sub>x</sub> présentent en milieu urbain deux pics de pollution aux heures de pointe du matin et du soir. À l'échelle annuelle, la pollution est plus forte en hiver avec des émissions plus importantes et des conditions de dispersion moins favorables.</p>	 <p>Les taux de NO<sub>x</sub> sont généralement plus élevés près des voies de circulation et sous les vents des établissements industriels à rejets importants.</p>	 <p>Le NO<sub>x</sub> est irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.</p>	 <p>Les NO<sub>x</sub> participent à la formation des pluies acides. Sous l'effet du soleil, ils favorisent la formation d'ozone et contribuent ainsi indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.</p>
---	---	---	---	---



Boxplot des concentrations horaires de NO<sub>2</sub> sur la campagne 2019, pour chaque site

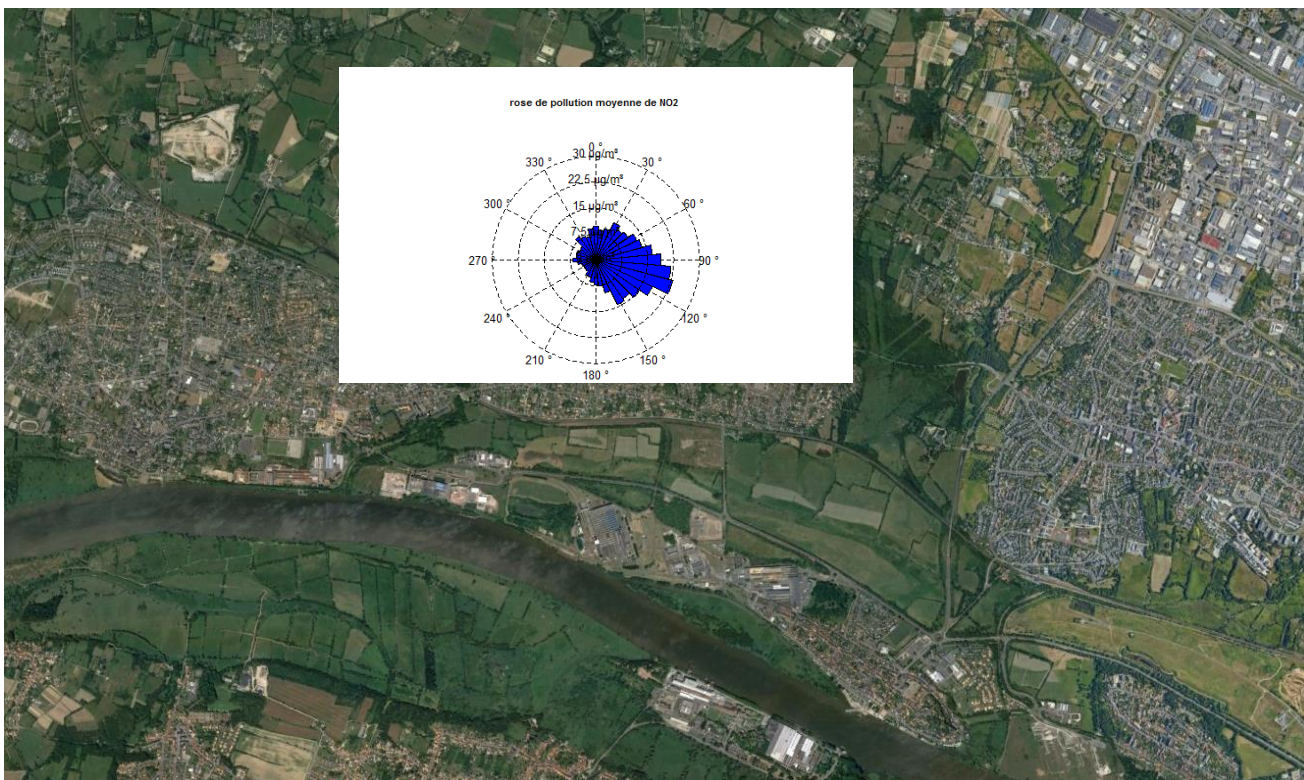


Les niveaux mesurés à l'école de la Métairie se situe entre celui du site urbain du cimetière de la Bouteillerie et celui, plus rural, de Saint-Étienne-de-Montluc, ce qui correspond à la situation géographique de Couëron.



Profil journalier moyen en concentration de NO<sub>2</sub>, pour chaque site

Les concentrations en NO<sub>2</sub> au niveau de l'école de la Métairie se comporte, dans son évolution et dans sa dispersion statistique, de la même manière que les niveaux des 2 sites non exposés à l'UVE. On remarquera en particulier, deux pics au cours d'une journée moyenne, généralement attribués aux trajets motorisés domicile-travail des habitants de la zone.



*Rose de pollution des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> mesurées sur le site de l'école de la Métairie*

Une rose de pollution est un graphique qui permet de représenter les concentrations mesurées dans l'air en fonction de la direction des vents. La rose ci-dessus indique que le niveau de NO<sub>2</sub> à l'école de la Métairie est plus élevé par vents de sud sud-est, c'est-à-dire par les apports en dioxyde d'azote en provenance de l'agglomération nantaise et de son trafic routier et non par Arc-en-Ciel, situé au sud-sud-ouest du site de mesure (secteur 200-220°).

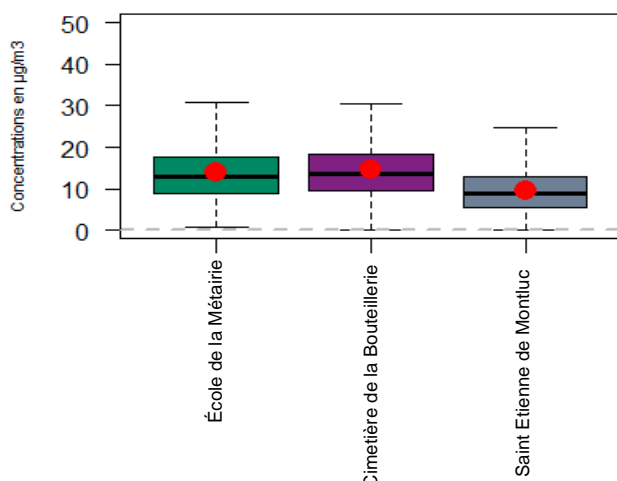
Ceci suggère que l'influence d'Arc-en-Ciel ne peut pas être établie pour les concentrations en dioxyde d'azote mesurées à l'école de la Métairie.

Les données détaillées montrent un respect des limites réglementaires, en particulier le seuil de recommandation et d'information de 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire (maximum mesuré à 54.6 µg/m<sup>3</sup>).

## particules fines PM10

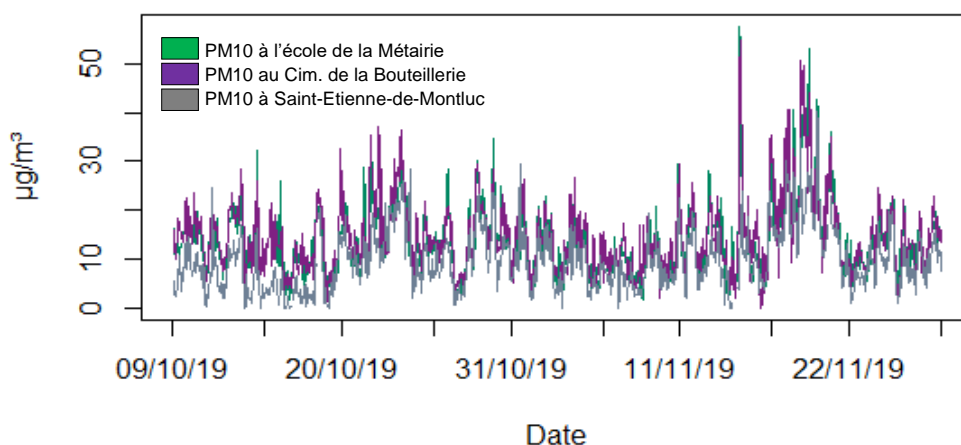
<p><b>?</b></p> <p>Les particules fines PM10 et PM2,5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10µm et 2,5µm, elles sont de nature variée, naturelles ou d'origine humaine. Les PM10 proviennent principalement de l'agriculture, du chauffage au bois, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP. Les PM2,5 sont essentiellement liées aux transports routiers, au chauffage au bois et à l'agriculture.</p>	<p><b>🕒</b></p> <p>Les épisodes de pollution par les particules fines se produisent principalement l'hiver ou au printemps.</p>	<p><b>📍</b></p> <p>Les phénomènes sont généralement de grande envergure (échelle régionale ou nationale). La pollution produite localement s'ajoute alors à une pollution importée d'autres régions.</p>	<p><b>👤</b></p> <p>Selon leur taille, 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 cancérogènes.</p>	<p><b>🌳</b></p> <p>Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes. Certaines particules fines, appelées « carbone suie », contribueraient au réchauffement climatique.</p>
---	---	--	---	--

Le terme particules fines recouvre tout polluant non gazeux, les PM10 spécifiquement sont des éléments en suspension, de taille inférieure à 10 µm.



Boxplot des concentrations horaires en particules fines PM10 durant la campagne 2019, pour chaque site

La distribution statistique des mesures de particules PM10 à l'école de la Métairie est proche de celles relevées au Cimetière de la Bouteillerie à Nantes et à Saint-Étienne-de-Montluc.



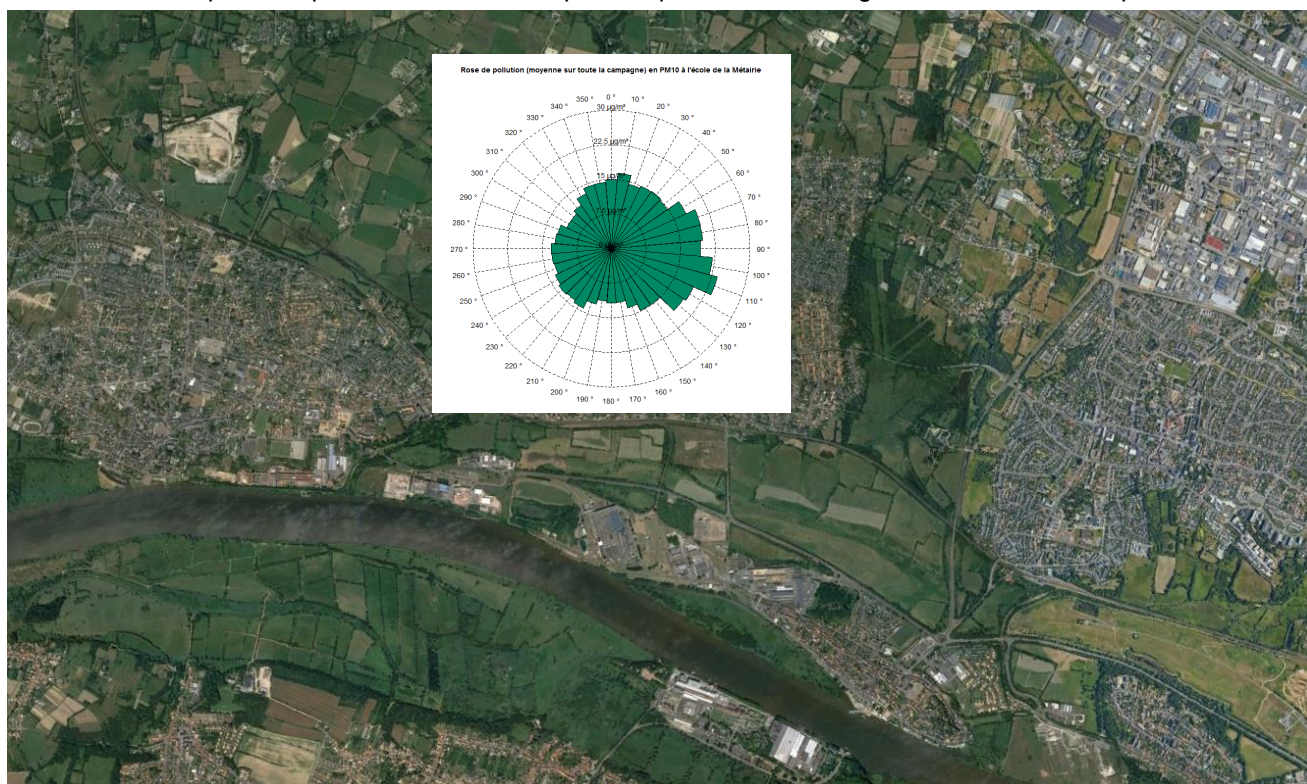
Évolution de la concentration en particules fines PM10 pendant la campagne pour chaque site

On notera que les concentrations en particules PM10 évoluent de façon synchrone sur les 3 sites, dont 2 non influencés.



Les niveaux en particules fines PM10 mesurés sur le site de l'École de la Métairie, sont faibles et proches de ceux du site urbain de Nantes. Ce site n'a pas dépassé la valeur limite de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur un an et l'objectif de qualité de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur un an.

Par conséquent, on peut raisonnablement penser que ces valeurs réglementaires soient respectées.



*Roses de pollution des concentrations moyennes en PM<sub>10</sub> mesurées sur le site de l'école de la Métairie*

La rose de pollution moyenne établie sur le site de La Métairie pour les particules fines ne met pas en évidence d'influence d'Arc-en-Ciel sur les niveaux de ce polluant (le secteur 200-220° n'est pas particulièrement déterminant).

Enfin, les roses de pollution calculées sur les 3 sites, de l'école de la Métairie, du cimetière de Bouteillerie, et de Saint-Etienne-de-Montluc (cf. annexe 1) sont identiques quelle que soit leur localisation par rapport à Arc-en-Ciel.

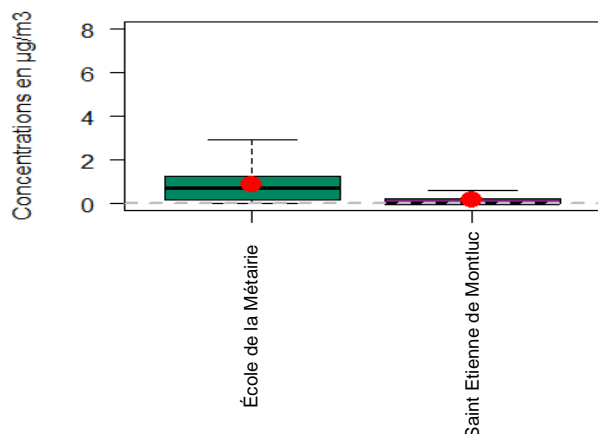
Ceci suggère que l'influence de l'UVE ne peut pas être établie pour les concentrations en particules PM10 mesurées à l'école de la Métairie.



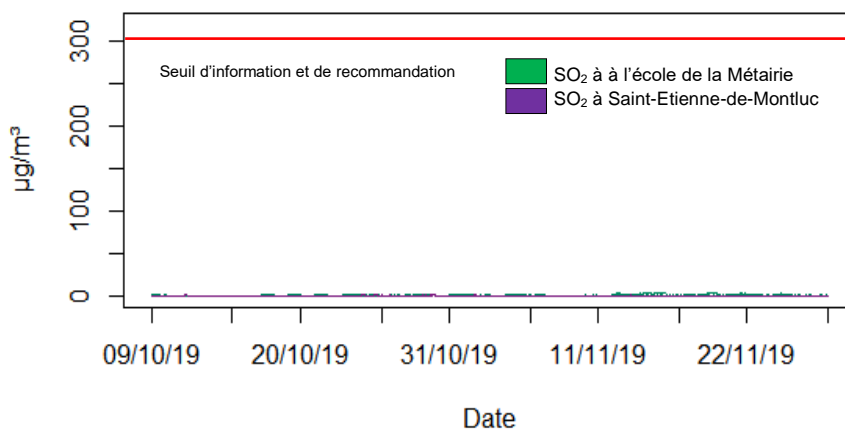
## dioxyde de soufre

<p><b>?</b></p> <p>Le dioxyde de soufre provient généralement de la combinaison des impuretés sulfurées des combustibles fossiles avec l'oxygène de l'air, lors de leur combustion. Les procédés de raffinage du pétrole rejettent aussi des produits sulfurés. Il existe des sources naturelles de dioxyde de soufre (éruptions volcaniques, feux de forêt).</p>	<p><b>⏴</b></p> <p>Ponctuellement, en fonction des émissions industrielles, des phénomènes naturels et de la direction des vents.</p>	<p><b>📍</b></p> <p>Les zones sous les vents des établissements industriels émetteurs sont les plus touchées.</p>	<p><b>👤</b></p> <p>Le SO<sub>2</sub> est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les particules fines.</p>	<p><b>🌳</b></p> <p>Le SO<sub>2</sub> se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.</p>
---	---	--	---	--

Le dioxyde de soufre est un polluant associé aux activités industrielles, il est peu présent en zone urbaine et périurbaine mais est suivi en continu par le réseau d'Air Pays de la Loire en Basse-Loire.



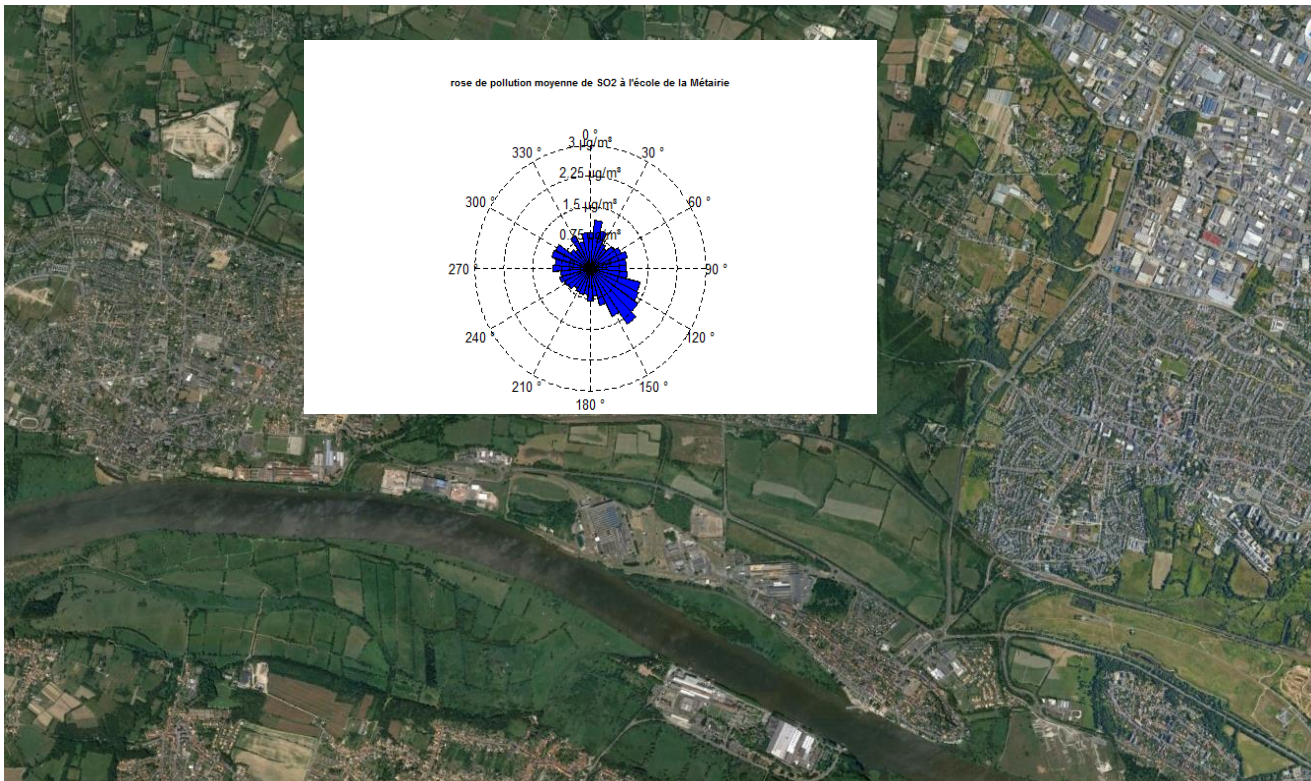
Boxplot des concentrations horaires en SO<sub>2</sub>, sur 2 sites de mesure, dont Saint Etienne de Montluc, non influencé par l'UVE



Évolution des concentrations horaires en SO<sub>2</sub> sur le site de l'école de la Métairie et de Saint-Etienne-de-Montluc

Une majorité des mesures en SO<sub>2</sub> réalisées pendant la campagne conduisent à des valeurs au niveau très faible, voir en dessous de la limite de détection de l'analyseur automatique. On peut considérer que les concentrations enregistrées sur l'ensemble de la période sont équivalentes aux incertitudes de mesures près.

La valeur maximale horaire mesurée à l'école de la métairie (4,5 µg/m<sup>3</sup>) demeure près de 70 fois inférieures au seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m<sup>3</sup>.



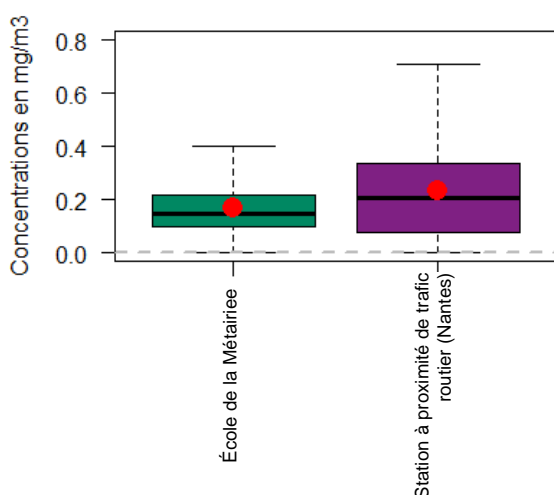
*Rose de pollution des concentrations moyennes en SO<sub>2</sub> calculée sur le site de l'école de la Métairie*

Enfin, la rose de pollution des concentrations moyennes calculée à l'école de la Métairie, confirme l'absence d'influence d'Arc-en-Ciel sur les niveaux en SO<sub>2</sub> dans son environnement.

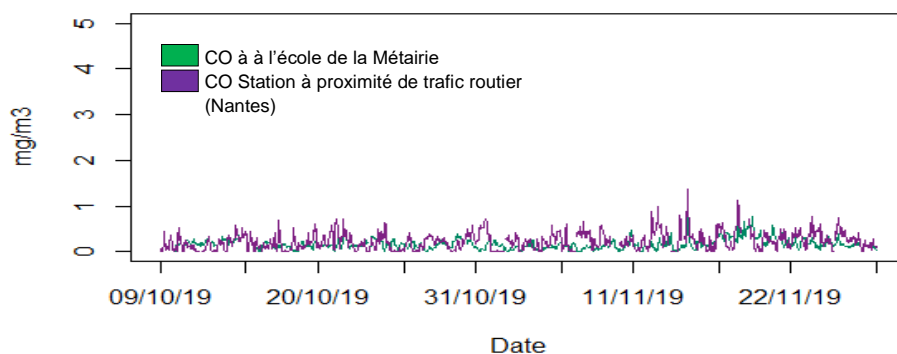
## monoxyde de carbone

<p><b>?</b></p> <p>Gaz inodore, incolore et inflammable, le CO se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques et des produits pétroliers.</p>	<p><b>🕒</b></p> <p>Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts. En cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique, des teneurs élevées en CO peuvent être relevées dans les habitations.</p>	<p><b>📍</b></p> <p>Les niveaux sont plus élevés à proximité des voies de circulation à fort trafic, dans des espaces couverts. Cela peut également être le cas à l'intérieur d'habitations équipées de système de chauffage défectueux.</p>	<p><b>👤</b></p> <p>Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation de l'organisme. Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Ils s'aggravent avec l'augmentation de sa concentration (nausées, vomissements...) et peuvent aller jusqu'au coma et à la mort.</p>	<p><b>🌳</b></p> <p>Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> et contribue ainsi de manière indirecte à l'effet de serre.</p>
---	---	---	--	--

Le monoxyde de carbone, issue de la combustion incomplète d'hydrocarbures est un polluant surveillé à proximité immédiate du trafic, comme sur le site du boulevard Victor Hugo à Nantes.



Boxplot des concentrations horaires en monoxyde de carbone pendant la campagne 2019



Évolution des concentrations horaires en monoxyde de carbone pendant la campagne, sur deux sites, dont un non-influencé par l'UVE

Les mesures réalisées en 2019 à l'école de la Métairie mettent en avant des niveaux de monoxyde de carbone très faibles, et souvent en dessous de la limite de détection des analyseurs automatiques. Ces niveaux sont par ailleurs inférieurs aux valeurs relevées sur le boulevard Victor-Hugo, site en proximité de trafic routier à Nantes.

Le risque de dépassement du seuil réglementaire de 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 8 heures est très faible car jamais dépassé sur le site de Victor-Hugo.

Notons que les niveaux enregistrés à l'école de la Métairie demeurent plus de 17 fois inférieurs à cette valeur réglementaire.

# conclusions

**D**epuis 1997, Air Pays de la Loire effectue une surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement d'Arc-en-Ciel. Cette surveillance, rendue obligatoire par les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003, consiste à réaliser des mesures des polluants atmosphériques dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques.

Depuis 2009, ce dispositif a été complété par le suivi en continu des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone, des particules PM10.

Les résultats de la campagne de mesure menée du 9 octobre au 27 novembre 2019 montrent que dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Arc-en-Ciel 2034 :

- les valeurs de référence pour les métaux lourds réglementés (Arsenic, Cadmium, Plomb, Nickel) sont largement respectées que ce soit dans l'air ambiant ou dans les retombées atmosphériques (réglementations allemande et suisse) ;
- l'influence de l'établissement sur les dépôts de métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Plomb, Nickel, Zinc, Manganèse, Mercure et Cuivre) dans son environnement n'est pas significative ;
- aucun lien de causalité n'a été établi entre les niveaux d'acide chlorhydrique et de métaux lourds dans l'air et les émissions de l'établissement ;
- l'établissement n'influence pas les niveaux de dioxines et furanes dans son environnement proche ;
- aucune augmentation significative des niveaux de dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, monoxyde de carbone CO, et particules PM10 n'est observée dans le secteur de vent en provenance d'Arc-en-Ciel. Les niveaux réglementaires sont respectés à Couëron.

En résumé, la campagne de mesure 2019 n'a pas montré d'influence notable des émissions d'Arc-en-Ciel sur les niveaux des différents polluants ciblés par Air Pays de la Loire.

Par ailleurs, ces niveaux, relativement faibles au regard des normes en vigueur, correspondent à une qualité d'air représentative d'une zone périurbaine.

A partir de 2020, en accord avec VEOLIA, le dispositif de mesure évoluera afin de répondre à l'arrêté préfectoral du 13 février 2018, et intégrera notamment les recommandations du guide de l'Inéris « surveillance dans l'air autour des installations classées - retombées des émissions atmosphériques – novembre 2016 ».

# bibliographie

- [1] Site internet : <http://www.usine-arcenciel.fr>
- [2] Air Pays de la Loire, "évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2017," septembre 2017,
- [3] CITEPA, "Inventaire des émissions de polluants dans l'atmosphère en France, substances relatives à la contamination par les polluants organiques persistants," avril 2010,
- [4] Union européenne, "Directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 relative à l'incinération des déchets," 2000,
- [5] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement du Centre de Traitement et de Valorisation des Déchets Valoréna, campagne 2011," février 2012,
- [6] M, Durif, "Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM, INERIS," 2001,
- [7] Atmo Poitou-Charentes, "Etude de l'impact de l'UVE de Poitiers sur son environnement," campagne 2009,
- [8] Atmo Poitou-Charentes, "Etude de l'impact de l'UVE de la Communauté d'Agglomération de Poitiers sur son environnement," campagne 2007,
- [9] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2003," décembre 2003,
- [10] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2004," décembre 2004,
- [11] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2005," décembre 2005,
- [12] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2006," octobre 2006,
- [13] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2007," juin 2007,
- [14] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2008," février 2009,
- [15] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2009," septembre 2009,
- [16] S, Garnaud, "Transfert et évolution géochimique de la pollution métallique en bassin versant, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris," 1999,
- [17] P, Rossini, S, Guerzoni, E, Molinaroli, G, Rampazzo, A, De Lazzari, and Z, A., "Atmospheric bulk deposition to the lagoon of Venice," *Environmental International*, vol, 31, pp, 959–974, 2005,
- [18] R, Huston, Y, Chan, T, Gardner, G, Shaw, and H, Chapman, "Characterisation of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks," *Water Research*, vol, 43, pp, 1630–1640, 2009,
- [19] C, Wong, X, Li, G, Zhang, S, Qi, and X, Peng, "Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China," *Atmospheric Environment*, vol, 37, pp, 767–776, 2003,
- [20] S, Azimi, "Sources, flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux en Ile-de-France, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris," 2004,
- [21] L, Sabin, J, Lim, K, Stolzenbach, and K, Schiff, "Contribution of trace metals from atmospheric deposition to stormwater runoff in a small impervious urban catchment," *Water Research*, vol, 39, pp, 3929–3937, 2005,
- [22] Air Pays de la Loire, "évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2015," septembre 2015,
- [22] Ascoparg, Coparly, and Sup'air, "Plan de surveillance dioxines et métaux lourds : mesures de métaux lourds dans les retombées atmosphériques 2006-2007,"
- [23] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance de l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel, Bilan 2006 – Résumé," 2006,



- [24] V, Sandroni and C, Migon, "Atmospheric deposition of metallic pollutants over the Ligurian sea : labile and residual inputs," *Chemosphere*, vol, 47, pp, 753–764, 2002,
- [25] J, Injuk, R, Van Grieken, and G, De Leeuw, "Deposition of atmospheric trace elements into the North Sea: coastal, ship, platform measurements and model predictions," *Atmospheric environment*, vol, 32, pp, 3011–3025, 1997,
- [26] Air Pays de la Loire, "Evaluation de la pollution atmosphérique du quartier Pin Sec à Nantes, rapport d'étude, sous presse," 2009,
- [27] Air Normand, "Mesures de la qualité de l'air autour de l'UIOM de Guichainville, octobre – novembre 2008," 2008,
- [28] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance des métaux toxiques - Environnement de l'UTVE de Lunel-Viel, Année 2010," 2010,
- [29] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance des métaux toxiques - Environnement de l'UTVE de Calce, Année 2010," 2010,
- [30] Airparif, "Surveillance des métaux dans l'air autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères à Saint Ouen," septembre 2010,
- [31] ORAMIP, "Mesures de qualité de l'air autour de l'incinérateur du Mirail à Toulouse (SETMI)," octobre 2010,
- [32] Air C,O,M, "Surveillance de l'UIOM du SYVEDAC," 2009,
- [33] Atmo Poitou-Charentes, Synthèse des mesures de dioxines et furanes réalisées par les AASQA de 2006 à 2010, Avril 2011,
- [34] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2010," mars 2011,
- [35] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2011," février 2012,
- [36] Air Pays de la Loire, "Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2012," avril 2013,
- [37] Atmo Poitou-Charentes, "Etude de l'impact des rejets atmosphériques de l'usine d'incinération d'ordures ménagères, Echillais, Charente-Maritime (17), 2013", janvier 2014,
- [38] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance des métaux toxiques - Environnement de l'UTVE de Lunel-Viel, Année 2012," 2013,
- [39] Air Pays de la Loire, "évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2014," janvier 2015,
- [40] Air Pays de la Loire, "évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2015," octobre 2015,
- [41] Air Pays de la Loire, "évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc-en-Ciel, campagne 2016," mars 2016,

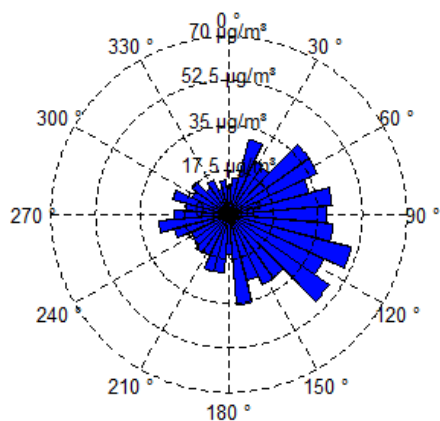
# annexes

- annexe 1 : roses de pollution
- annexe 2 : Air Pays de la Loire
- annexe 3 : techniques d'évaluation
- annexe 4 : types des sites de mesure
- annexe 5 : polluants
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2019
- annexe 7 : laboratoires d'analyses

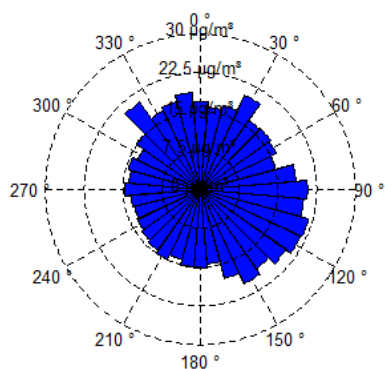
## annexe 1 : roses de pollution

### roses de pollution NO<sub>2</sub>

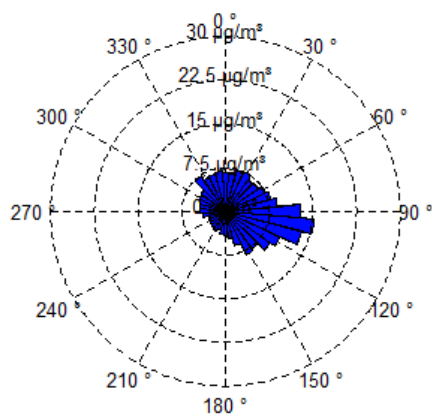
rose de pollution max de NO<sub>2</sub> à l'école de la Métairie



rose de pollution moyenne de NO<sub>2</sub> au cimetière de la Bouteillerie

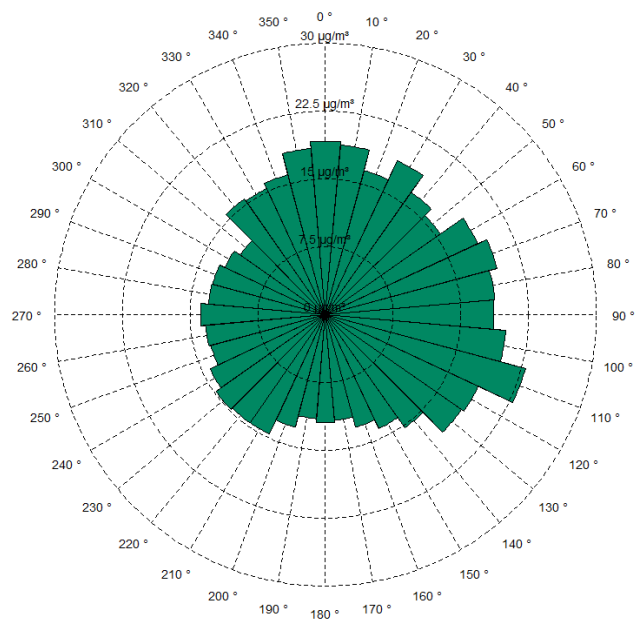


rose de pollution moyenne de NO<sub>2</sub> à Saint Etienne de Montluc

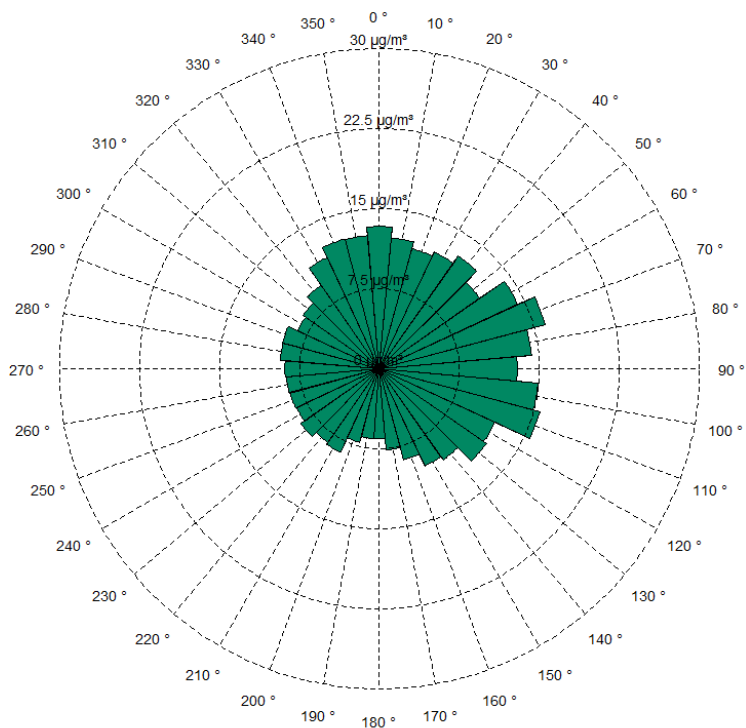


## roses de pollution PM10

Rose de pollution (moyenne sur toute la campagne) en PM10 au cimetière de la Boutellerie

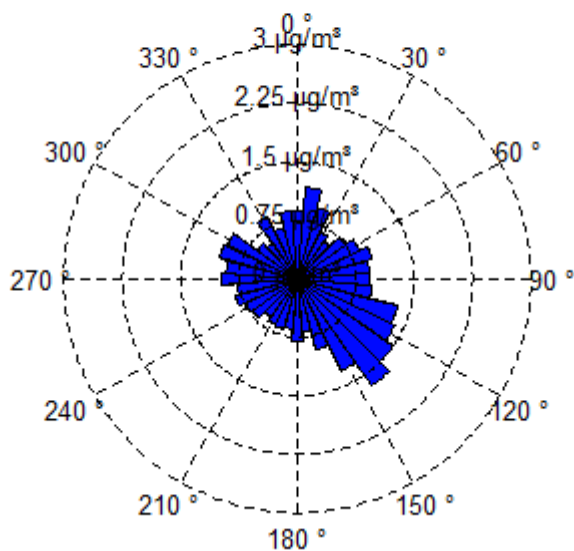


Rose de pollution (moyenne sur toute la campagne) en PM10 à Saint Etienne de Montluc

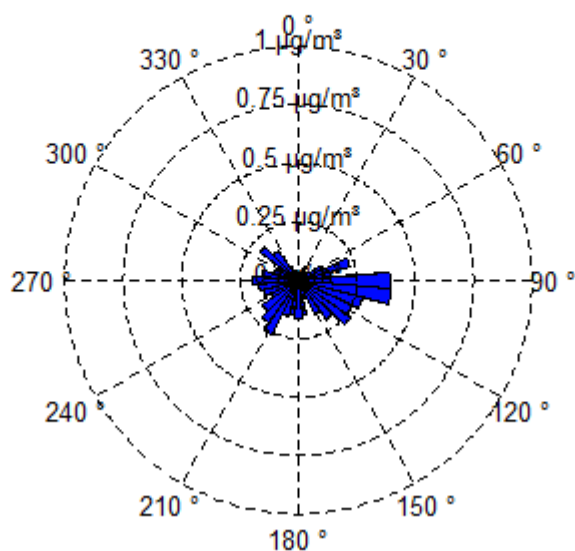


## roses de pollution SO<sub>2</sub>

rose de pollution moyenne de SO<sub>2</sub> à l'école de la Métairie



rose de pollution moyenne de SO<sub>2</sub> à Saint Etienne de Montluc





## annexe 2 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire 24h/24 et 7j/7**.

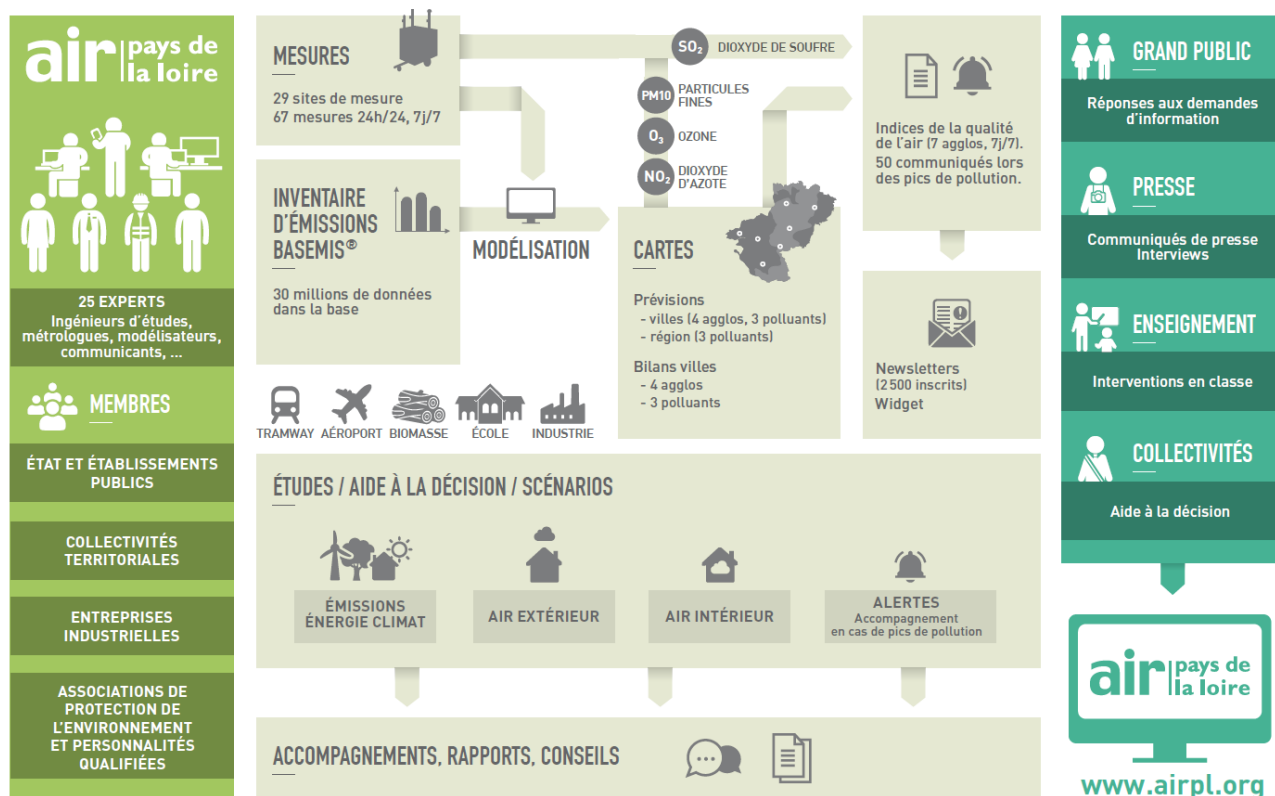
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur [www.airpl.org](http://www.airpl.org) : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl\_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



## annexe 3 : techniques d'évaluation

### mesures des dépôts de dioxines et furanes

#### méthode

Collecte des précipitations atmosphériques (selon la norme **NF X43-014**) dans des flacons en verre préalablement nettoyés en laboratoire, abrités de la lumière par du papier d'aluminium et surmontés d'entonnoir en verre (surface de collecte de 3,14 dm<sup>2</sup>). L'ensemble flacon et entonnoir est protégé dans un tube en inox fixé au sol.



*Collecteur installé sur site*

#### période

Du 9 octobre au 27 novembre 2019 pour l'ensemble des sites de mesure.

#### mise en œuvre

En début de campagne, installation sur le site d'un système de collecte et retrait en fin de campagne.

#### analyses et normes d'analyse

Détermination des 17 dioxines et furanes toxiques dans les retombées totales par le laboratoire  $\mu$ polluants Technologie SA (accrédité COFRAC 1-1151 section «Mesures dans les retombées atmosphériques, détermination de la concentration massique en PCDD et PCDF »).

Les échantillons sont tout d'abord filtrés à travers un tamis de 1 mm d'ouverture de maille. L'extraction de l'échantillon d'eau consiste en une extraction liquide-liquide avec du dichlorométhane. Les particules sont séchées puis marquées avant extraction solide-liquide au toluène. Les extraits obtenus sont combinés, puis purifiés sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques.

L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R=10 000). La filtration et le tamisage se réfère à la norme **NF X43-014**.

La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en pg I-TEQ /m<sup>2</sup>/jour.

#### prise en compte d'éventuelles contaminations

Un collecteur témoin nettoyé dans les mêmes conditions que celles utilisées pour les collecteurs de terrain a été analysé selon le même protocole que les échantillons. Si les concentrations obtenues pour les 17 congénères toxiques étaient supérieures à la limite de détection analytique alors elles étaient soustraites aux concentrations mesurées lorsque celles-ci étaient supérieures à la limite de quantification.

Par ailleurs, si un congénère n'est pas présent en quantité dépassant la limite de détection, la valeur de cette limite est retenue dans le calcul de la toxicité équivalente totale.

## mesures de dépôts de métaux, chlorures et sodium

### méthode

Collecte des précipitations atmosphériques (norme **NF X43-014**) dans des jauges Owen (surface d'exposition de 6,6 dm<sup>2</sup>).



*Vue d'une jauge Owen*

### période

Du 5 septembre au 14 novembre 2018 pour l'ensemble des sites de mesure.

### mise en œuvre

Installation d'une jauge Owen sur chaque site en début de campagne et retrait en fin de campagne.

### analyse des eaux de pluie par le laboratoire IANESCO

Détermination de la masse en chlorure et sodium selon les normes **NF ISO 15923-1**, de la masse en métaux lourds selon la norme **NF EN ISO 17294-2**. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en mg/m<sup>2</sup>/jour pour les chlorures, le sodium et en µg/m<sup>2</sup>/jour pour les métaux lourds.

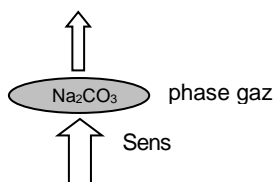
## mesures des concentrations atmosphériques en chlorures particulaires et gazeux



Vue du préleveur d'acide chlorhydrique gazeux

### principe de collecte

Collecte de la phase aérosol sur filtre en fibre de quartz issue du prélèvement de la phase gazeuse (HCl) sur filtre en fibre de quartz imprégné de  $\text{NO}_2\text{CO}_3$  (5 %).



### pas de temps

Prélèvement hebdomadaire.

### analyse des filtres

Par chromatographie ionique (norme **NF ISO 10304-2**). La limite de quantification (plus petite quantité mesurée et quantifiée) par les chlorures est de 6 µg/filtre soit pour un prélèvement hebdomadaire à 1 m<sup>3</sup>/h de 0,04 µg/m<sup>3</sup>.

### analyse des filtres

Chaque semaine, Air Pays de la Loire a adressé au Laboratoire de IANESCO pour analyse deux filtres témoins (filtres aérosol et filtre gaz).

Les concentrations en acide chlorhydrique des filtres témoins sont déduites des concentrations calculées pour les échantillons réels.

## mesures des concentrations atmosphériques de métaux



### méthode

Collecte des particules en suspension de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (PM10) sur des filtres en fibre de quartz avec un débit de 1  $\text{m}^3/\text{h}$ .

### pas de temps

Prélèvement hebdomadaire.

### mise en œuvre

Au début de chaque période d'une semaine, installation sur le site d'un Leckel (cf, photo ci-dessus).

### analyse de chaque filtre par le laboratoire IANESCO - normes d'analyses

Détermination de la masse en métaux lourds selon la norme **NF EN 14902** pour As, Cd, Ni et Pb, selon la norme **NF EN ISO 11-885** pour Zn et Mn.

Les niveaux moyens hebdomadaires en métaux lourds (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) sont ensuite obtenus à partir du volume d'air prélevé par les pompes.

Les limites de quantification (plus petite quantité mesurée et quantifiée) de chacun des 9 métaux lourds sont données dans le tableau suivant en  $\mu\text{g}/\text{filtre}$  et dans les conditions de prélèvement décrites ci-dessus, en  $\text{ng}/\text{m}^3$ :

	LQ filtre ( $\mu\text{g}/\text{filtre}$ )	LQ air ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
As	0,005	0,03
Cd	0,005	0,03
Cr	0,05	0,3
Cu	0,005	0,03
Mn	0,05	0,3
Ni	0,005	0,03
Pb	0,05	0,3
Zn	0,05	0,3

*Limites de quantification*

### prise en compte des éventuelles contaminations

Chaque semaine, Air Pays de la Loire a également adressé au laboratoire IANESCO, un filtre témoin servant à quantifier les contaminations éventuelles des filtres ou lors des opérations de fabrication, de conditionnement et d'analyse.

Aux concentrations fournies par le laboratoire, est soustraite la valeur moyenne des filtres témoins pour chaque composé.

## mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

### méthode - normes

Le dioxyde d'azote est détecté par la technique de chimiluminescence - norme **NF EN 14211**.

### pas de temps

Tous les quarts d'heure.

### étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl,lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

## mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde de soufre

### méthode - normes

Le dioxyde de soufre est détecté par la technique de fluorescence UV - norme **NF EN 14212**.

### pas de temps

Tous les quarts d'heure.

### étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl,lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

## mesures des concentrations atmosphériques en monoxyde de carbone

### méthode - normes

Le monoxyde de carbone est détecté par la technique d'absorption infrarouge – norme **NF EN 14626**.

### pas de temps

Tous les quarts d'heure.

### étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl,lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

## mesures des concentrations atmosphériques en particules PM10

### méthode – normes

Les mesures de poussières fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS, Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme **NF EN 12341**. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en poussières fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

### pas de temps :

Tous les quarts d'heure.

## mesures des concentrations atmosphériques en ozone

### méthode - normes

L'ozone est mesuré par la technique de spectrométrie d'absorption UV selon la norme **NF EN 14625**.

### pas de temps

Tous les quarts d'heure.

### étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl,lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".



## annexe 4 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



### **fond urbain**

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



### **influence trafic**

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.



### **influence industrielle**

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.



### **fond rural**

Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

## annexe 5 : polluants

### les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Les NO<sub>x</sub> comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température, Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (61 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

### les particules fines (ou poussières)

Les particules fines ou poussières constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

### les métaux dits "lourds" (plomb...)

Ils englobent l'ensemble des métaux présentant des caractères toxiques pour la santé et l'environnement. Ils proviennent essentiellement de la combustion du charbon, du pétrole ou des ordures ménagères ainsi que de procédés industriels (fonderies, usinage,...). Parmi ces métaux, on peut citer, le plomb, l'arsenic, le cadmium, le nickel. Dans l'air, ils se retrouvent le plus souvent au niveau des particules. Le mercure est présent plutôt à l'état gazeux.

### le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (60 %) par le chauffage urbain, collectif ou individuel. Le trafic routier, vient en deuxième position avec 31 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

Le CO est dangereux car non décelable. Son effet toxique se manifeste à de très faibles concentrations en exposition prolongée, Le CO est principalement un poison sanguin. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers symptômes de l'intoxication sont les seuls signaux d'alarme : maux de tête, une vision floue, des malaises légers, des palpitations. Si les concentrations de CO sont élevées, l'intoxication se traduit par des nausées, des vomissements, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement puis la mort. La gravité de l'intoxication dépend de la quantité de CO fixé par l'hémoglobine. Elle est donc liée à plusieurs facteurs : la concentration de CO dans l'air, la durée d'exposition et le volume respiré.

## le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

C'est le principal composant de la pollution « acide ». Malgré une diminution de 60 % en France entre 1980 et 1990, du essentiellement à la réduction de la production électrique par les centrales thermiques, le SO<sub>2</sub> provient à plus de 80 % de l'utilisation des combustibles contenant du soufre (fuel et charbon).

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, jeunes enfants...). Les efforts physiques intenses accroissent les effets du dioxyde de soufre. Aux concentrations habituellement observées dans l'environnement, une très grande proportion du dioxyde de soufre inhalé est arrêtée par les sécrétions muqueuses du nez et des voies respiratoires supérieures. Le dioxyde de soufre qui atteint le poumon profond, passe dans la circulation sanguine puis est éliminé par voie urinaire. Des études épidémiologiques ont montré qu'une hausse des taux de dioxyde de soufre s'accompagnait notamment d'une augmentation du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire.

## l'ozone (O<sub>3</sub>)

C'est le polluant secondaire majeur qui se forme par l'action des ultraviolets du soleil sur les polluants primaires, directement émis par les sources, que sont les oxydes d'azote, les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone. C'est un polluant chimique présent au niveau du sol : on parle d'ozone troposphérique que l'on distingue de l'ozone stratosphérique, observé à une vingtaine de kilomètres d'altitude et qui forme la couche d'ozone.

Capable de pénétrer profondément dans les poumons, l'ozone provoque à forte concentration une inflammation et une hyperréactivité des bronches. Des irritations du nez et de la gorge surviennent généralement, accompagnées d'une gêne respiratoire. Des irritations oculaires sont aussi observées.

Les enfants dont l'appareil respiratoire est en plein développement, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires chroniques et les personnes âgées sont souvent plus sensibles à la pollution par l'ozone.

Les effets de l'ozone se trouvent accentués par les efforts physiques intenses, lesquels en augmentant le volume d'air inspiré, accroissent celui d'ozone inhalé.

## l'acide chlorhydrique (HCl)

Ce polluant participe à la formation des retombées acides. Il provient surtout de l'incinération des ordures ménagères et, notamment, des plastiques comme le PVC (polychlorovinyle).

## les dioxines et les furanes

Les sources principales en sont la combustion (incinération des ordures ménagères en particulier) et la sidérurgie. Contrairement aux autres polluants, l'exposition de l'homme passe très peu par l'air : les dioxines et les furanes s'accumulent le long des chaînes alimentaires (poisson, viande, lait,...) et l'ingestion d'aliments est responsable à 90 % de la contamination humaine.

## annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2019

### SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Décret 2010-1250 du 21/10/2010 – arrêté ministériel du 07/04/2016

TYPE DE SEUIL (µg/m <sup>3</sup> )	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 <sup>(1)</sup> 1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(2)</sup> 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 <sup>(3)</sup> 3 <sup>ème</sup> seuil : 360	400 <sup>(2)</sup> 200 <sup>(3)</sup>	-	500 <sup>(2)</sup>
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 <sup>e</sup> jour de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	-

(1) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire.  
 (2) dépassé pendant 2h consécutives.  
 (3) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

**Seuil de recommandation et d'information :** niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

**Seuil d'alerte :** niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

### AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m <sup>3</sup> )	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	OXYDES D'AZOTE (NO <sub>x</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 <sup>(1)</sup>	40	25	5	-	20 <sup>(1)</sup>	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(2)</sup>	-	-	-	125 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-	-	350 <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADT 40	6 000 <sup>(7)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	ADT 40	18 000 <sup>(8)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(9)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation  
 (2) à ne pas dépasser plus de 35 par an (percentile 90,4 annuel)  
 (3) à ne pas dépasser plus de 3 par an (percentile 97,2 annuel)  
 (4) à ne pas dépasser plus de 18 par an (percentile 99,79 annuel)  
 (5) à ne pas dépasser plus de 26 par an (percentile 99,73 annuel)  
 (6) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet.  
 (7) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 par an en moyenne sur 3 ans  
 (8) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (9) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile.

**Valeur limite :** niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

**Objectif de qualité :** niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

**Valeur cible :** niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

## annexe 7 : laboratoires d'analyses

### **analyses de filtres et des retombées métaux**

IANESCO

6, rue Carol Heitz

BP 90974

86038 POITIERS CEDEX

Accrédité par le COFRAC au titre de la norme NF EN ISO/CEI 17025 : 2005.

### **analyse des retombées dioxines et furanes**

Micropolluants Technologies SA

4, rue de Bort-les-Orgues

ZAC de Grimont

BP 40010

57070 SAINT-JULIEN-LES-METZ

Accrédité par le COFRAC au titre de la norme NF EN ISO/CEI 17025 : 2005 et par le ministère du développement durable pour la mesure des concentrations en dioxines et furanes.

# glossaire

## abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Airpl,lab	Laboratoire d'étalonnage d'Air Pays de la Loire
As	arsenic
Cd	cadmium
CO	monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	dioxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
CTVD	Centre de Traitement et de Valorisation des Déchets
Cu	cuivre
FDMS	Filter dynamics measurement system
Fe	fer
I-TEQ	équivalent toxiques dioxines et furanes
LCSQA	laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
Ni	nickel
NO	monoxyde d'azote
NO <sub>2</sub>	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
O <sub>3</sub>	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
pg	picogramme
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM2,5	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
PNSE	plan national santé environnement
PPA	plan de protection de l'atmosphère
Ppm	partie par million
PRSE	plan régional santé environnement
PRQA	plan régional pour la qualité de l'air
PSQA	programme de surveillance de la qualité de l'air
SO <sub>2</sub>	dioxyde de soufre
TEOM	tapered element oscillating microbalance
TU	temps universel
US EPA	Agence américaine de protection de l'environnement
UVE	Unité de valorisation énergétique
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc



## définitions

AOT40	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calculée sur l'ensemble des moyennes horaires mesurées entre 8 h et 20 h de mai à juillet
heure TU	heure exprimée en Temps Universel (= heure solaire)
métaux réglementés	arsenic, cadmium, nickel, plomb
moyenne 8-horaire	moyenne sur 8 heures
percentile x	niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée
taux de représentativité	pourcentage de données valides sur une période considérée
valeur cible	niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là dans la mesure du possible sur une période donnée
objectif de qualité	niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée
valeur limite	niveau maximale de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement
seuil de recommandation et information	niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée
seuil d'alerte	niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises

# airpays de la loire

5 rue Edouard Nignon – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)