

2023



Evaluation de la qualité de l'air ambient à Houdelaincourt en 2022

CONDITIONS DE DIFFUSION

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «ODbL v1.0».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur et les guides méthodologiques nationaux.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Sandrine BOURDET, Chargée d'études Unité Surveillance et études réglementaires*

Relecture : *Christelle SCHNEIDER, Ingénieure d'études Unité Surveillance et études réglementaires*

Approbation : *Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_8

Référence du projet : 0558

Référence du rapport : SURV-EN-922-2

Date de publication : 17 juillet 2023

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS.....	4
DEFINITIONS.....	5
RÉSUMÉ.....	6
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	8
2. PRESENTATION DE L'ETUDE.....	9
2.1. LA ZONE D'OBSERVATION DE L'OPE	9
2.2. LOCALISATION DE LA STATION ATMOSPHERIQUE.....	9
3. PARAMETRES ETUDIES.....	10
4. REGLEMENTATION.....	10
4.1. REGLEMENTATION EUROPEENNE ET NATIONALE	10
4.2. PROCEDURES D'INFORMATION-RECOMMANDATION ET D'ALERTE.....	11
5. INVENTAIRE DES EMISSIONS RECENSEES SUR LA ZONE D'ETUDE.....	11
5.1. DIOXYDE DE SOUFRE SO ₂	12
5.2. OXYDES D'AZOTE NO _x	12
5.3. MONOXYDE DE CARBONE CO.....	13
5.4. PARTICULES PM ₁₀ ET PM _{2,5}	13
5.5. BENZO(A)PYRENE	14
5.6. ELEMENTS TRACES METALLIQUES	14
5.7. BENZENE.....	15
5.8. AMMONIAC	15
5.9. BLACK CARBON	16
6. METHODOLOGIES DES MESURES MISES EN ŒUVRE.....	17
6.1. LES MESURES	17
6.2. METROLOGIE	17
6.3. HOMOLOGATION ET CONFORMITE DES APPAREILS DE MESURES UTILISES A L'OPE	17
7. LIMITES DE L'ETUDE.....	17
8. RESULTATS.....	18
8.1. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	18

8.2.	VALIDATION DES DONNEES	21
8.2.1.	Mesures continues	21
8.2.2.	Mesures discontinues	21
8.3.	RESULTATS DES MESURES CONTINUES.....	22
8.3.1.	Dioxyde d'azote NO ₂	22
8.3.2.	Dioxyde de soufre SO ₂	26
8.3.3.	Ozone O ₃	29
8.3.4.	Monoxyde de carbone CO	34
8.3.5.	Particules PM ₁₀	35
8.3.6.	Particules PM _{2.5}	41
8.3.7.	Ammoniac NH ₃	44
8.3.8.	Black carbon	48
8.4.	RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES.....	54
8.5.	RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES ELEMENTS TRACES METALLIQUES.....	59
8.6.	RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS	67
9.	CONCLUSION.....	69

ANNEXES

ANNEXE 1 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA ZONE OPE

ANNEXE 2 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

ANNEXE 4 : PRINCIPALES EVOLUTIONS ENTRE LES VERSIONS V2021 ET V2022 DE L'INVENTAIRE

ANNEXE 5 : METHODOLOGIE DES MESURES

ANNEXE 6 : METROLOGIE

ANNEXE 7 : HOMOLOGATION ET CONFORMITE DES APPAREILS DE MESURES A L'OPE

ANNEXE 8 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RELEVES A HOUDELAINCOURT EN 2022

ANNEXE 9 : RESUME DU DISPOSITIF MERA

ANNEXE 10 : RESULTATS 2022 EN HAP, ELEMENTS TRACES METALLIQUES ET COV A HOUDELAINCOURT

ANNEXE 11 : DOCUMENTS TECHNIQUES CONCERNANT LES APPAREILS DE MESURES (RAPPORTS D'ESSAIS...)

LISTE DES ABREVIATIONS

AASQA	: Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air		
ANDRA	: Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs		
AOT 40	: Accumulated Exposure Over Threshold 40		
BC	: Black Carbon		
Ca	: Calcium		
CARA	: Caractérisation chimique des particules / Caractérisation des retombées atmosphériques		
Cigéo	: Centre Industriel de stockage géologique		
CIRC	: Centre International de Recherche sur le Cancer		
Cl	: Chlorure		
CO	: Monoxyde de carbone		
CT	: Carbone Total		
EC	: Carbone élémentaire		
IMT	: Institut Mines-Télécom Lille Douai		
EMEP	: European Monitoring and Evaluation Program		
ETM	: Eléments traces métalliques comprenant :		
Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)
GC-MS	: Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse		
GES	: Gaz à Effet de Serre		
HAP	: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques comprenant :		
Benzo(a)anthracène	Benzo(a)pyrène	Benzo(b)fluoranthène	Benzo(e)pyrène
Benzo(g,h,i)pérylène	Benzo(j)fluoranthène	Benzo(k)fluoranthène	Chrysène
Dibenzo(a,h)anthracène	Indeno(1,2,3-cd)pyrène		
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (ou chromatographie en phase liquide à haute performance)		
IARC	: International Agency for Research on Cancer (CIRC en français)		
ICOS	: Integrated Carbon Observation System		
ICP-MS	: Spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif		
IMT	: Institut Mines-Telecom de Lille Douai		
K	: Potassium		
LCME	: Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement		
LCSQA	: Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air		
LGGE	: Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement		
MERA	: Observatoire concernant les Mesures des Retombées Atmosphériques		
Mg	: Magnésium		
Na	: Sodium		
NH ₃	: Ammoniac		
NH ₄	: Ammonium		
NO _x	: Oxydes d'azote		
NO ₂	: Dioxyde d'azote		
NO ₃ ⁻	: Ion nitrate		
OC	: Carbone organique		
OQAI	: Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur		
OPE	: Observatoire Pérenne de l'Environnement		
PM ₁₀	: Poussières ayant un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns		
PM _{2,5}	: Particules fines ayant un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 microns		
POP	: Polluants Organiques Persistants		
Ppm/ppb	: Partie par million (ppm) et partie par billion (ppb)		
PREV'AIR	: Outil de simulation et de prévision de la qualité de l'air à grande échelle en Europe, France...		
SO ₂	: Dioxyde de soufre		
SO ₄ ²⁻	: ion sulfate		

DEFINITIONS

AOT40 : somme cumulée des différences entre les concentrations horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 parties par milliard) et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur une heure mesurées quotidiennement entre 8 h 00 et 20 h 00 (heure de l'Europe centrale - CET).

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement des véhicules et des aéronefs ou des cheminées de sites industriels par exemple (exprimées en unité de masse).

Immissions : concentrations de polluants dans l'atmosphère telles qu'elles sont inhalées. Les immissions résultent de la dilution, de la transformation et du transport des polluants émis (exprimées en unité de masse par volume).

Niveau : concentration d'un polluant dans l'air ambiant.

Objectif de qualité de l'air : niveau à atteindre à long terme et à maintenir sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Percentile : le percentile indique le nombre de jours ou d'heures pendant lesquels les mesures observées doivent être inférieures aux valeurs limites indiquées.

Persistance (lié à une procédure d'alerte) : une procédure d'alerte est déclenchée sur persistance pour un département, lorsqu'une procédure d'information recommandation est maintenue de façon continue au moins deux jours consécutifs.

Polluant : toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Pollution de fond : dans sa dimension géographique, la pollution de fond représente l'exposition d'une population, en milieu rural, périurbain ou urbain, non directement soumise à une pollution industrielle ou trafic de proximité. Cette pollution de fond ne doit pas être confondue avec le fond de pollution qui exprime la quantité ambiante sur une longue période.

Pollution de proximité : la pollution de proximité représente l'exposition d'une population directement soumise à une pollution industrielle ou de proximité trafic.

Profil journalier moyen : sur une période de mesure donnée, moyenne des concentrations horaires pour chaque heure de la journée.

Seuil d'information : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel les États membres doivent immédiatement prendre des mesures.

Valeur limite : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, 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 un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Valeur cible : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

RÉSUMÉ

Rappel du contexte

ATMO Grand-Est assure le suivi de la pollution atmosphérique réglementée à Houdelaincourt en Meuse dans le cadre d'un partenariat avec l'ANDRA, par l'intermédiaire d'une station fixe de mesures mise en service depuis 2011 dans le cadre du projet d'implantation d'un centre de stockage profond de déchets radioactifs sur le site de Bure, et plus précisément dans le cadre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE) de l'ANDRA.

Cette station permet de mesurer en continu et à très long terme des paramètres météorologiques en collaboration avec Météo France, ainsi que la qualité de l'air ambiant, les gaz à effet de serre et les propriétés des aérosols en collaboration avec plusieurs unités de recherches.



Ce rapport dresse le bilan 2022 des mesures réalisées à l'OPE Houdelaincourt pour les polluants suivants :

- L'ozone,
- Le dioxyde de soufre,
- Le dioxyde d'azote,
- Le monoxyde de carbone,
- Les particules fines PM₁₀, et PM_{2,5},
- Des hydrocarbures aromatiques polycycliques contenus dans les PM₁₀,
- Des éléments traces métalliques contenus dans les PM₁₀ (arsenic, cadmium, nickel et plomb),
- Le benzène C₆H₆,
- L'ammoniac, mesuré depuis septembre 2020,
- Le black carbon BC (BCff, fuel fossil – BCwb, wood burning),

ainsi que des comparaisons avec des sites de même typologie et de typologie différente, que ce soit dans le Grand Est ou à l'échelle nationale (sites ruraux nationaux participant à des observatoires nationaux ou à des programmes).

Quel bilan pour l'année 2022 ?

Sur l'ensemble de l'année 2022, les polluants mesurés dans l'air ambiant à l'OPE à Houdelaincourt présentent des niveaux globalement satisfaisants au regard des seuils réglementaires actuellement en vigueur.

		PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO	Ozone	B(a)p	ETM ^o	PM _{2,5}	C ₆ H ₆
Pollution aiguë	Seuil information/ recommandations	😊★	😊	😊	N.C.	😊	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	Seuil alerte ●	😊	😊	😊	N.C.	😊	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Pollution chronique	Respect du nombre de jours de la valeur limite	😊	N.C.	😊	😊	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	Respect du nombre d'heures de la valeur limite	N.C.	😊	😊	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	Valeur limite annuelle	😊	😊	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	😊 ^o	😊	😊
	Valeur cible annuelle*	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	😊	😊	😊 ^{oo}	😊	N.C.
	Objectif de qualité**	😊	😊	😊	N.C.	😞	N.C.	😊 ^o	😊	😊
Ligne directrice OMS		😊	😊	😊	N.C.	😞	N.C.	N.C.	😞	N.C.

N.C. : non concerné ★ : valeur mesurée (par opposition au seuil pouvant être dépassé via la modélisation)

● : pour l'ozone : 1^{er} niveau concerné 😊 : respect 😞 : dépassement ^o : plomb concerné ^{oo} : arsenic, cadmium, nickel concernés

^o Eléments traces métalliques * Pour l'ozone : valeur cible pour la protection de la santé humaine et de la végétation

** Pour l'ozone : correspond aux objectifs long terme pour la protection de la santé et la végétation

L'ammoniac, non réglementé, présente une valeur moyenne annuelle inférieure à 5 µg/m³. Au cours de l'année, le mois de mars présente les plus fortes teneurs, essentiellement en lien avec les activités agricoles (épandages...) en cette période de l'année.

Les concentrations moyennes annuelles obtenues en Black Carbon (BCff et BCwb), composé non réglementé, sont les plus faibles à l'OPE et ce, par rapport aux autres stations fixes d'ATMO Grand Est.

Par rapport à la pollution chronique... 

Les concentrations moyennes relevées dans l'air ambiant en dioxyde d'azote (NO₂), dioxyde de soufre (SO₂), particules fines (PM₁₀-PM_{2,5}), monoxyde de carbone (CO) et benzène (C₆H₆) sont inférieures aux différentes valeurs limites réglementaires.

Les autres valeurs seuils (valeurs cibles, objectifs de qualité en fonction des composés...) sont également respectées, hormis pour l'ozone (O₃) dont les concentrations sont supérieures aux valeurs correspondant aux objectifs de qualité pour la protection de la santé humaine et de la végétation (constat récurrent d'une année sur l'autre), les autres stations fixes d'ATMO Grand Est étant également concernées lors des mêmes périodes. Les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), lorsqu'elles existent, sont respectées hormis pour les particules PM_{2,5} et pour l'ozone (O₃).

Le benzo(a)pyrène, seul HAP réglementé, présente pour sa part des concentrations moyennes respectant largement la valeur cible annuelle, ce constat étant identique à celui des années antérieures lorsque les mesures existent.

Le benzène respecte largement les seuils réglementaires (2 µg/m³ sur un an pour l'objectif de qualité, et 5 µg/m³ pour la valeur limite), observation également identique à celle des années passées.

Enfin, les niveaux moyens mesurés en éléments traces métalliques réglementés (arsenic, cadmium, nickel, plomb) contenus dans les particules fines PM₁₀ sont de nouveau bien en deçà des valeurs seuils réglementaires.

Par rapport à la pollution aigue... 

En 2022, aucun dépassement de la procédure d'information-recommandations ou d'alerte relatif au NO₂, O₃ et SO₂ à l'OPE Houdelaincourt n'est observé.

Le seuil d'information et de recommandations relatif aux PM₁₀ n'est pas dépassé au niveau de la station fixe de l'OPE (valeurs *mesurées*). Cependant, le communiqué du 30 mars 2022 fait état d'un épisode de pollution par modélisation observé dans la Meuse le 29 mars (ainsi qu'en Ardennes et Haut-Rhin) sans déclenchement de la procédure préfectorale : cet épisode est à relier au passage de masses d'air chargées en sable venu du Sahara.

De manière récurrente d'une année sur l'autre, nous observons quelques hausses ponctuelles en particules PM₁₀ (et en PM_{2,5}) en cours d'année, lors de périodes d'air stable ou d'inversions thermiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air, lors d'activités locales à proximité du site de mesures (activités agricoles telles les épandages de produits phytosanitaires, la moisson...), ou lors de passages de masses nuageuses chargées en particules sahariennes ayant traversé notre région au cours d'année, tout comme en 2021.

Les concentrations moyennes en NO₂, PM et O₃ demeurent globalement similaires à celles mesurées sur divers points fixes ruraux localisés sur le territoire national. ; elles peuvent être assimilées à des niveaux de fond rencontrés sur ce type de sites fixe de mesures. Les teneurs en SO₂ restent négligeables, quel que soit le site considéré.

Les teneurs en PM₁₀ demeurent globalement très proches de celles des sites de Peyrusse-Vieille, Revin et de la Tardière. Pour les PM_{2,5}, les teneurs moyennes en PM_{2,5} relevées en 2022 à l'OPE et sur les différents points fixes ruraux sont assez semblables (site de Jonville-en-Woëvre exclu).

Les niveaux relevés à l'OPE en NO₂ en 2022 sont identiques à ceux de Revin et du site de la Tardière.

Le benzo(a)pyrène présente quant à lui une valeur moyenne annuelle 2022 de nouveau similaire à celles mesurées à Revin et au Donon.

Les niveaux moyens en O₃ se rapprochent de ceux des stations fixes de Kergoff (département 22) qui remplace le site de Guipry fermé fin 2019, et du Morvan (département 58).

Enfin, les concentrations moyennes annuelles des éléments traces métalliques demeurent globalement stables et du même ordre de grandeur, et ce, quels que soient les sites.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre du projet d'implantation d'un centre industriel de stockage géologique (Cigéo) profond de déchets radioactifs sur le site de Bure, une station fixe de surveillance atmosphérique mesure la qualité de l'air ambiant depuis septembre 2011 sur la commune d'Houdelaincourt (55130).



Figure 1: Vue aérienne de la Zone Descenderie localisée au niveau du Laboratoire souterrain, et photographie d'un colis primaire de déchet à haute activité destiné à être stocké à CIGEO (source ANDRA)

Il est prévu que cette installation de référence nationale mesure en continu et à très long terme des paramètres météorologiques en collaboration avec Météo France, ainsi que la qualité de l'air ambiant, les gaz à effet de serre et les constituants des aérosols en collaboration avec plusieurs unités de recherches.

Dans le cadre de ce vaste projet, l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA) a mis en place sur le site de Meuse/Haute-Marne un Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE).

Cette démarche repose sur un programme d'observation multidisciplinaire de l'ensemble des domaines de l'environnement sur une durée suffisamment longue pour couvrir les phases de construction des installations et de leurs exploitations, soit une durée à minima séculaire.

Les souhaits de l'ANDRA sont :

- dans un premier temps : décrire précisément l'état actuel de l'environnement autour du futur centre de stockage,
- ensuite : suivre son évolution sur le long terme.

Ainsi, une station de mesure atmosphérique a été implantée à proximité du futur site de stockage.

ATMO Grand Est poursuit l'exploitation des mesures de la qualité de l'air de cette station de surveillance atmosphérique, ainsi que le suivi météorologique et la maintenance du matériel mis en place, suite à l'accord de collaboration scientifique et technique entre les deux structures pour la période 2020-2023.

Cette étude entre dans le champ du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air d'ATMO Grand Est : action 2 qui vise à évaluer les inégalités d'exposition dans la région par des campagnes de mesures.

Ce rapport présente la synthèse des mesures réalisées en 2022 au niveau du point fixe à l'OPE Houdelaincourt pour les polluants suivants :

- | | |
|--|--|
| ▪ L'ozone, | ▪ Le black carbon (carbone suie), |
| ▪ Le dioxyde de soufre, | ▪ Des hydrocarbures aromatiques polycycliques contenus dans les PM ₁₀ , |
| ▪ Le dioxyde d'azote, | ▪ Des éléments traces métalliques contenus dans les PM ₁₀ , |
| ▪ Le monoxyde de carbone, | ▪ Le benzène. |
| ▪ Les particules fines PM ₁₀ , et PM _{2,5} , | |
| ▪ L'ammoniac récemment mesuré. | |

Par ailleurs, un comparatif avec les résultats des divers composés provenant d'autres sites fixes est présenté.

2. PRESENTATION DE L'ETUDE

2.1. LA ZONE D'OBSERVATION DE L'OPE

Les principales caractéristiques de la zone d'observation de l'OPE sont présentées en annexe 1.

2.2. LOCALISATION DE LA STATION ATMOSPHERIQUE

La station atmosphérique de l'OPE est implantée sur les hauteurs de la commune de Houdelaincourt, à environ 395 mètres d'altitude, en sommet de côte. La parcelle sur laquelle elle est implantée (2 ha) est clôturée et électrifiée.

Les deux anciens locaux techniques de mesure de la qualité de l'air ont été remplacés fin 2020 par un nouveau bâtiment plus grand (110 m² contre 36 m² auparavant) à proximité du site actuel, afin d'accueillir dans des conditions optimales les dispositifs de mesure et de prélèvements pour le suivi de la qualité de l'air ambiant.

Un pylône de 120 mètres de hauteur est implanté à proximité directe, permettant de réaliser des mesures météorologiques et des prélèvements d'échantillons à 10, 50 et 120 mètres de hauteur (présence d'une série de capteurs météorologiques et de préleveurs d'air, tous reliés à des analyseurs au sol).



Figure 2 : nouvelle station fixe d'Houdelaincourt et son environnement proche (source : ATMO Grand-Est et ANDRA)

Cette station de mesures est de typologie rurale, entourée par des zones agricoles dégagées à plusieurs centaines de mètres des habitations et des routes les plus proches, sans la présence d'activités industrielles à proximité directe de celle-ci. Elle est située sous les vents dominants de la zone d'observation et du secteur de référence de l'OPE.

Ses coordonnées géographiques sont les suivantes (en degrés, minutes, secondes) :

Longitude : 05°30'20,1" E Latitude : 48°33'44,4" N.

Ce site fait l'objet de suivis de paramètres météorologiques en collaboration avec Météo-France, et de paramètres relatifs à la qualité de l'air ambiant, des gaz à effet de serre, des propriétés des aérosols ainsi qu'au fond radiologique atmosphérique (en collaboration avec divers organismes).

3. PARAMETRES ETUDIES

Le tableau suivant présente les composés suivis dans le cadre de cette étude et l'annexe 2 les caractéristiques, les origines et les effets sur l'environnement et la santé des composés étudiés.

Tableau 1 : Composés suivis au niveau de la station fixe de l'OPE en 2022

Composés suivis		
Polluants gazeux	Oxydes d'azote (NO _x)	
	Dioxyde d'azote (NO ₂)	
	Dioxyde de soufre (SO ₂)	
	Monoxyde de carbone (CO)	
	Ozone (O ₃)	
	Ammoniac (NH ₃)	
Particules	Particules PM ₁₀ et PM _{2,5} + Black carbon : BCff (fuel fossile ou pétrole) + BCwb (wood burning ou biomasse) mesurés dans les PM _{2,5}	
Composition des particules (PM ₁₀)	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (10 HAP)	Chrysène
		Benzo(j)fluoranthène
		Benzo(a)pyrène
		Benzo(g,h,i)pérylène
		Dibenzo(a,h)anthracène
		Benzo(a)anthracène
		Benzo(e)pyrène
		Benzo(b)fluoranthène
		Benzo(k)fluoranthène
	Indeno (1,2,3-c,d)pyrène	
Eléments traces métalliques : Arsenic, cadmium, nickel, plomb		
Polluants gazeux	COV (4)	Benzène
		Toluène
		Ethyl benzène
		m-p-o xylenes

4. REGLEMENTATION

4.1. REGLEMENTATION EUROPEENNE ET NATIONALE

Des valeurs réglementaires sont associées aux différents composés suivis, auxquelles les résultats obtenus sont comparés.

La Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe ainsi que la Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant fournissent le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air.

Ces valeurs réglementaires sont reprises en partie dans l'article R221-1 du code de l'environnement (décret 2010-1250 du 21/10/2010 qui a transposé en droit français la Directive 2008/50/CE). Ces valeurs applicables pour l'année 2022 ainsi que les lignes directrices définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont présentées dans l'annexe 3.

4.2. PROCEDURES D'INFORMATION-RECOMMANDATION ET D'ALERTE

L'arrêté Inter Préfectoral du 24 mai 2017 définit la gestion des pics de pollution pour les départements du Grand Est. Les nouvelles procédures donnent une place importante à l'anticipation. Les épisodes sont déclenchés sur prévision ou sur constat du dépassement de seuil.

Dès lors que les procédures d'alerte sont déclenchées sur un département, des mesures d'urgences peuvent être mises en place par la préfecture et renforcées en fonction de la durée de l'épisode de pollution.

L'annexe n°3 présente les seuils réglementaires actuellement en vigueur pour la mise en œuvre des procédures d'information/recommandations et d'alertes.

5. INVENTAIRE DES EMISSIONS RECENSEES SUR LA ZONE D'ETUDE

La sectorisation des émissions par polluant issues de l'Invent'Air V2022 – données 2020 d'ATMO Grand Est est présentée ci-après : elle concerne le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), les PM₁₀/PM_{2,5}, les HAP (benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, dibenzo(a,h)anthracène, indeno (1,2,3-cd)pyrène, Benzo(ghi)pérylène, fluoranthène), les éléments traces métalliques (nickel, arsenic, cadmium, plomb), le benzène, ainsi que l'ammoniac.

Pour rappel, il prend en compte les sources fixes (industrie, résidentiel, tertiaire, agriculture), les sources mobiles (transports) et les sources biotiques (forêts, zones humides).



*Consultez les données,
les publications Chiffres clés,
la Synthèse Grand Est et l'Atlas
Sectoriel sur le site
observatoire.atmo-grandest.eu*

Elle concerne la zone de référence (modifiée depuis 2017).

Il est à noter qu'il y a eu un changement important concernant le format de rapportage des émissions agricoles des oxydes d'azote (NO_x) et des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) entre la nouvelle version de l'inventaire et la précédente.

L'annexe n°4 présente les principales évolutions entre les versions v2021 et v2022 de l'inventaire.

5.1. DIOXYDE DE SOUFRE SO₂

89% des émissions de dioxyde de soufre proviennent du secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel dans la zone de référence. Vient ensuite le secteur de l'industrie manufacturière-traitement des déchets-construction pour environ 8%, puis les autres secteurs d'activités dans de faibles proportions.

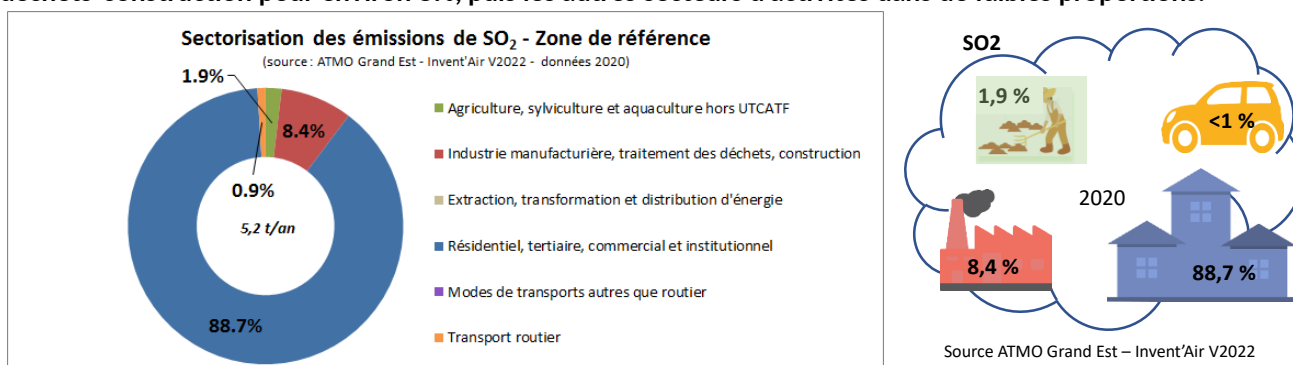


Figure 3 : Sectorisation des émissions de SO₂ sur la zone de référence

Concernant les émissions de SO₂ issues de la communauté de communes des Portes de Meuse dont dépend Houdelaincourt, le secteur résidentiel-tertiaire demeure également le principal émetteur de dioxyde de soufre avec 90%, suivi par le secteur industriel (5%) et les transports routiers (3% des émissions).

5.2. OXYDES D'AZOTE NO_x

Sur la zone de référence, les oxydes d'azote proviennent pour environ 86% du secteur agricole-sylvicole-aquacole, suivi par le transport routier (7%) et le secteur résidentiel-tertiaire-commercial-institutionnel (6%).

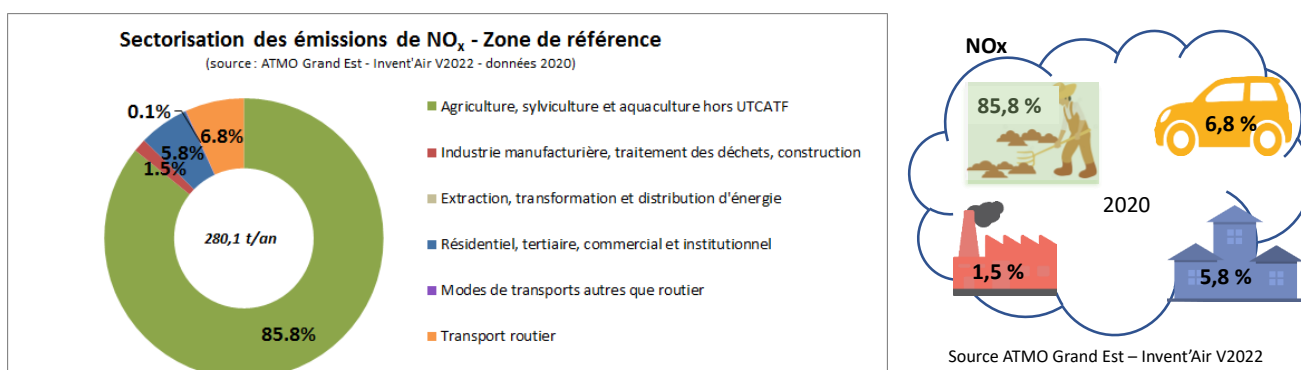


Figure 4 : Sectorisation des émissions de NO_x sur la zone de référence

Au niveau de la communauté de communes des Portes de Meuse, les trois principaux secteurs d'émission de ces composés sont identiques à ceux de la zone de référence (secteurs agricole, routier et résidentiel-tertiaire) mais dans des proportions différentes : respectivement 64%, 27% et 6%.

5.3. MONOXYDE DE CARBONE CO

Le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel émet la majorité du monoxyde de carbone (86%) sur la zone de référence, suivi par l'agriculture-sylviculture-aquaculture avec près de 12%.

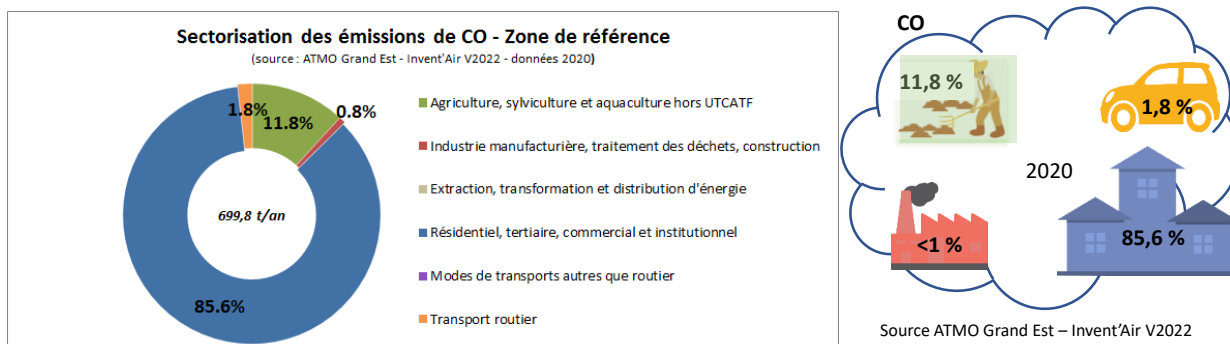


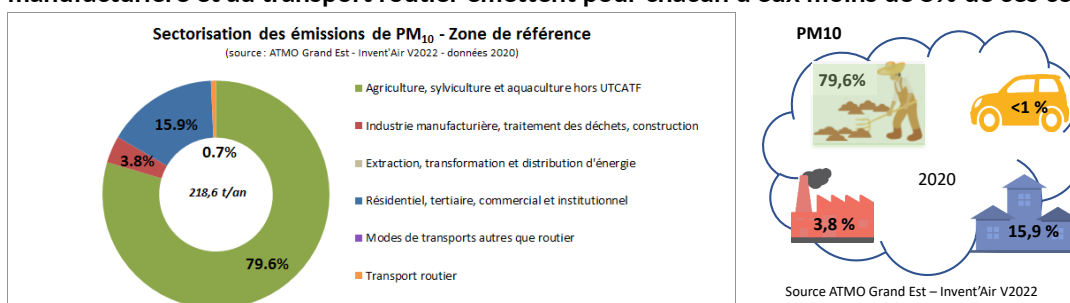
Figure 5 : Sectorisation des émissions de CO sur la zone de référence

Au niveau de la communauté de communes des Portes de Meuse, le secteur résidentiel-tertiaire est également le principal émetteur de monoxyde de carbone dans des proportions équivalentes (87%), suivi pour moins de 10% d'émission chacun, par les secteurs de l'agriculture-sylviculture-aquaculture et du transport routier.

5.4. PARTICULES PM₁₀ ET PM_{2,5}

En PM₁₀, le secteur agricole demeure la principale source d'émissions avec près de 80%, en raison du caractère agricole et rural de la zone de référence. Vient ensuite le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel avec 16% des émissions.

Pour les PM_{2,5}, les secteurs agricole-sylvicole-aquacole et résidentiel-tertiaire-commercial-institutionnel représentent à eux seuls 96% des émissions totales de la zone de référence. Ceux liés à l'industrie manufacturière et au transport routier émettent pour chacun d'eux moins de 5% de ces composés.



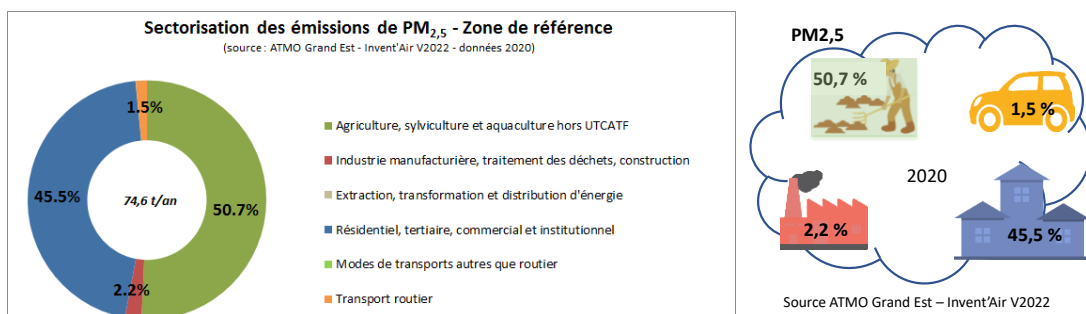


Figure 6 : Sectorisation des émissions des particules PM₁₀ et PM_{2,5} sur la zone de référence

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, les PM₁₀ sont principalement émises par le secteur de l'agriculture-sylviculture-aquaculture (70%). Vient ensuite le secteur résidentiel-tertiaire avec 23% des émissions.

Quant aux PM_{2,5}, un peu plus de la moitié (53%) provient du secteur résidentiel-tertiaire-commercial-institutionnel suivi par l'agriculture-sylviculture-aquaculture (37%).

5.5. BENZO(A)PYRENE

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent divers composés dont le benzo(a)pyrène, réglementé. Sur l'ensemble de la zone de référence, le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel émet la grande majorité de ce composé (91%). Vient ensuite à hauteur de 6% le secteur de l'agriculture.



Figure 7: Sectorisation des émissions de benzo(a)pyrène sur la zone de référence

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, ce composé provient aussi du secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel dans les mêmes proportions que sur la zone de référence (90%), suivi ensuite par le transport routier (6%).

5.6. ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Les éléments traces métalliques (ETM) regroupent ici le nickel, l'arsenic, le cadmium et le plomb. Sur la zone de référence, ils proviennent majoritairement du secteur lié à l'industrie manufacturière-traitement des déchets-construction (70%). Vient ensuite le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel pour près de 25%, puis le transport routier dans de moindres proportions (6%).

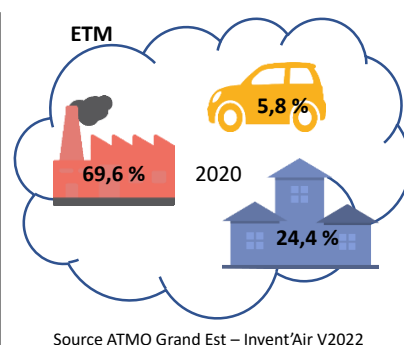
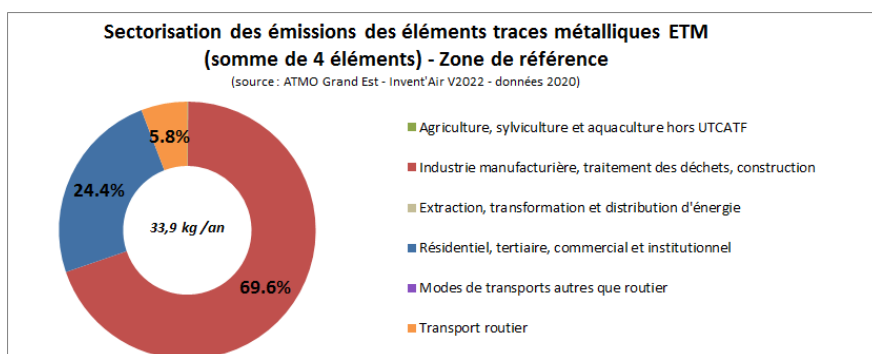


Figure 8: Sectorisation des émissions des éléments traces métalliques sur la zone de

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, et tout comme pour la zone de référence, ils proviennent également de l'industrie manufacturière-traitement des déchets-construction à hauteur de 58%, suivi par le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel (26%), et le transport routier (17%).

5.7. BENZENE

Nous présentons ci-après le benzène, seul composé organique volatil actuellement réglementé.

Sur la zone de référence, il provient essentiellement du secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel (88%), et du secteur agricole-sylvicole-aquacole (9%).

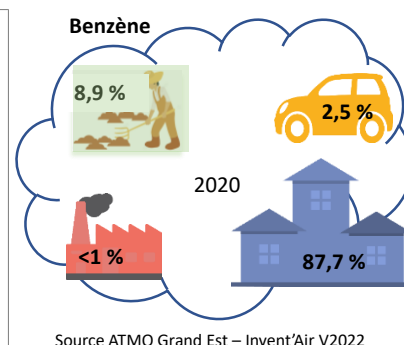
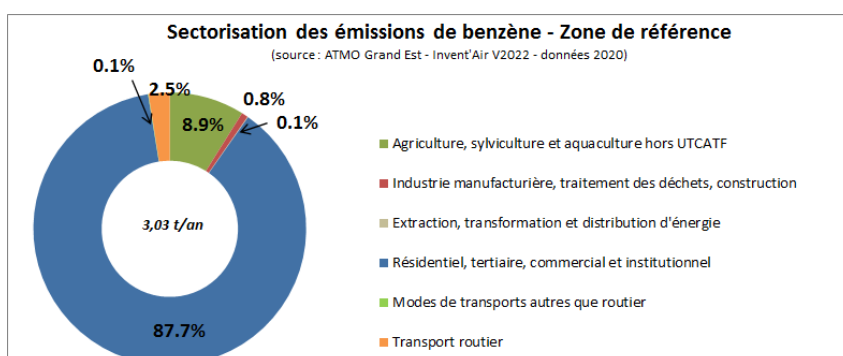


Figure 9 : Sectorisation des émissions en benzène sur la zone de référence

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel (88%), et dans les mêmes proportions les secteurs routier et agricole-sylvicole-aquacole (5% à 6%) sont à l'origine des émissions de ce composé.

5.8. AMMONIAC

En lien avec les données disponibles, nous présentons ci-après la sectorisation de l'ammoniac au niveau de la Communauté de communes Portes de Meuse. Sur cette zone, il provient pour la quasi-majorité du secteur agricole-sylvicole-aquacole (98%).

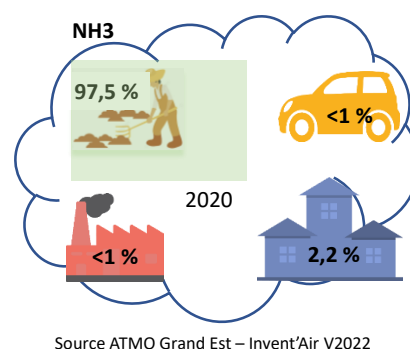
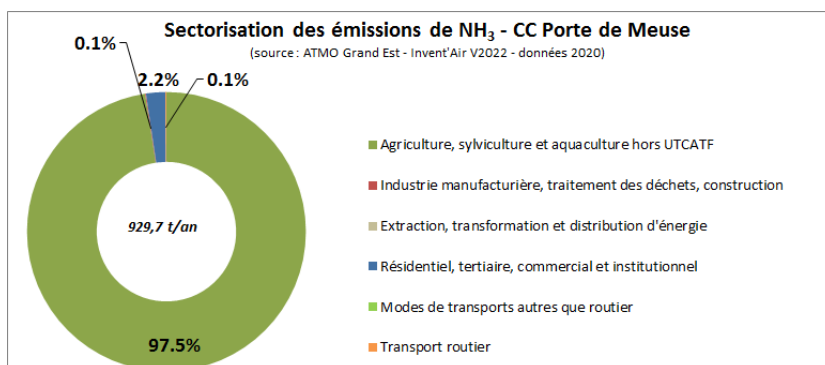


Figure 10 : Sectorisation des émissions en ammoniac sur la zone de

Une carte des émissions d'ammoniac dans la région Grand-Est est disponible au lien suivant : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Atlas_sectoriel_V2022.pdf, page 28).

5.9. BLACK CARBON

Nous présentons ci-après la sectorisation du black carbon au niveau de la Communauté de communes Portes de Meuse. Sur cette zone, il provient pour près de 70% du secteur agricole-sylvicole-aquacole. Vient ensuite le secteur résidentiel-tertiaire-commercial et institutionnel pour environ 23%.

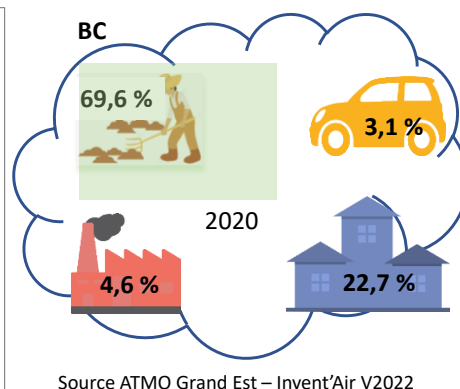
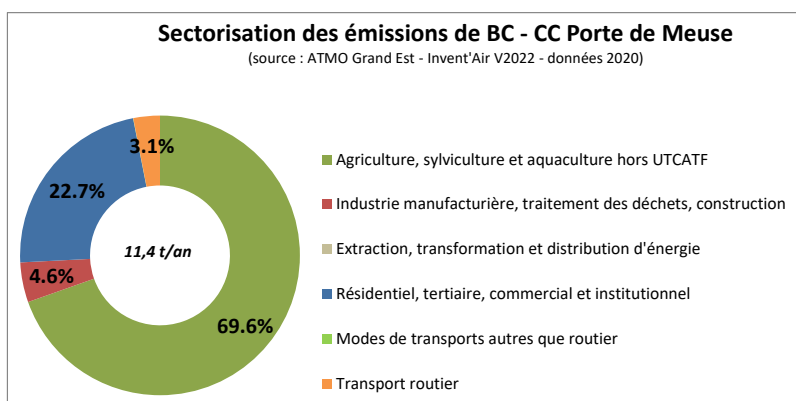


Figure 11 : Sectorisation des émissions en black carbon sur la Communauté de communes Portes de

Bilan des résultats de l'inventaire des émissions au niveau de la zone de référence :

Tout comme les années précédentes, les activités agricoles correspondent au principal émetteur des particules PM₁₀ (80%) et PM_{2,5} (51%), ainsi que des oxydes d'azote pour 86%. Ces activités émettent aussi la quasi-totalité de l'ammoniac (98%), ainsi que le black carbon (70%). Le secteur géographique, essentiellement rural et couvert par de larges surfaces agricoles, explique cette observation.





Les transports routiers émettent des oxydes d'azote à hauteur de 7% et des éléments traces métalliques (6%). Le benzo(a)pyrène et le benzène représentent pour chacun environ 3% des rejets.



Le secteur résidentiel-tertiaire est à l'origine des émissions de la quasi-totalité du benzo(a)pyrène (91%), du dioxyde de soufre (89%), du benzène (88%), de 86% du monoxyde de carbone, de 46% des PM_{2,5} et de près de 25% des éléments traces métalliques.

6. METHODOLOGIES DES MESURES MISES EN OEUVRE



6.1. LES MESURES

L'annexe 5 présente :

- les méthodes de mesures utilisées par les différents analyseurs automatiques, ainsi que les critères de validation des données, pour les mesures en continu,
- les prélèvements et les analyses réalisées en laboratoire, les objectifs de qualité des données, le plan d'échantillonnage et enfin la validation des données par rapport aux blancs, pour les mesures discontinues.



Figure 12 : AE33 mesurant le Black

6.2. METROLOGIE

La chaîne métrologique et les incertitudes de mesures sont présentées en annexe 6.

6.3. HOMOLOGATION ET CONFORMITE DES APPAREILS DE MESURES UTILISES A L'OPE

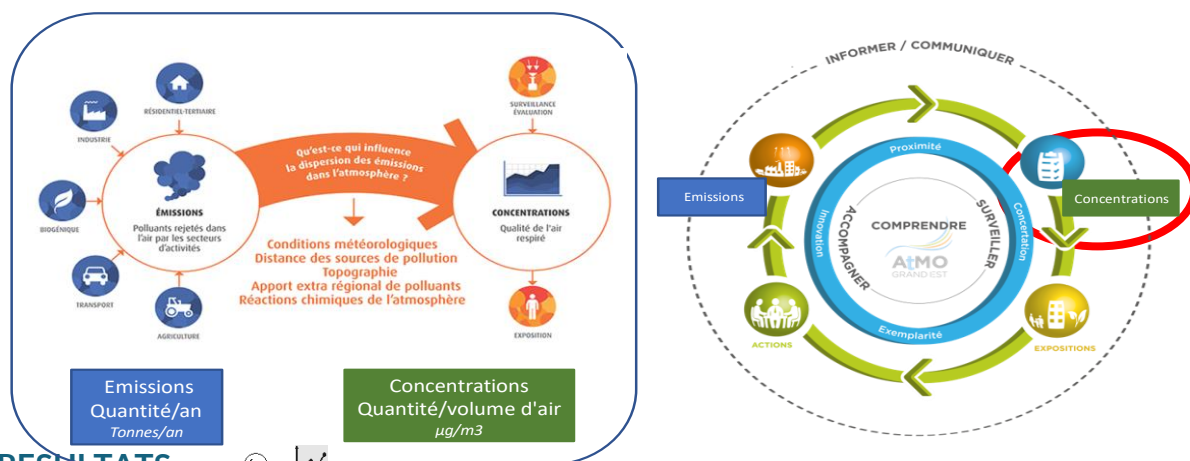
L'homologation et la conformité des appareils de mesures utilisés à l'OPE sont regroupées dans l'annexe 7.

7. LIMITES DE L'ETUDE

L'étude est limitée à une investigation concernant l'un des maillons du cycle de la pollution de l'air, celui de la qualité de l'air (concentrations atmosphériques de polluants). Compte tenu des périodes et de la fréquence des

mesures, l'étude permet de qualifier les niveaux observés au regard des normes actuelles de qualité de l'air (voir le paragraphe suivant).

Des informations relatives aux dépassements de normes horaires ou journalières ne pourront pas être apportées pour le benzène (mesuré avec les tubes passifs).



8. RESULTATS

Après une présentation des conditions météorologiques rencontrées en 2022, nous abordons la synthèse des étapes de validation des données, puis les résultats des mesures réalisées en 2022 à l'OPE pour les différents polluants.

Un bilan de l'évolution des teneurs moyennes mesurées depuis la création de la station fixe (2011) est ensuite détaillé.

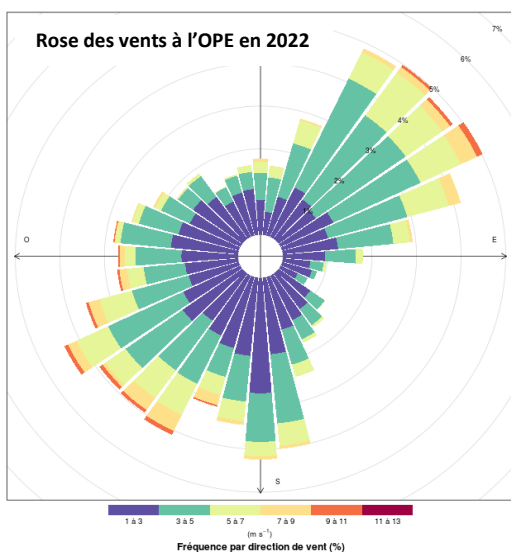
Par ailleurs, les résultats sont comparés à ceux d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est, que ce soient des sites de typologie semblable (station rurale des Hautes-Vosges, etc.) ou de typologie différente.

Pour finir, les concentrations obtenues en 2022 à l'OPE Houdelaincourt sont comparées à celles issues des sites ruraux participant à des observatoires nationaux ou programmes (exemples : MERA : observatoire national de Mesure et Evaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance - CARA : programme relatif à la Caractérisation chimique des particules...). Le programme MERA est coordonné par le LCSQA/Institut Mines Telecom Lille Douai (source des données fournies) avec l'appui des AASQA et financé par le Ministère en charge de l'Environnement.

8.1. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES



L'annexe 8 présente l'ensemble des paramètres météorologiques observés en 2022 provenant de la station fixe de l'OPE Houdelaincourt (source : ATMO GE).



Les vents dominants observés en 2022 proviennent dans des proportions équivalentes (33%) des quart sud-ouest et nord-est. Les quarts nord-ouest et sud-est représentent respectivement 18% et 16% du temps.

Les vitesses de vents les plus élevées proviennent majoritairement du sud-ouest, ces observations demeurant cohérentes avec celles des années précédentes.

La rose des vents réalisée depuis la mise en service du site fixe de l'OPE en 2011 présente à titre indicatif des directions privilégiées similaires et des vitesses de vents semblables et cohérentes d'une année sur l'autre.

Les variations conjointes entre les températures moyennes mensuelles mesurées en 2022 et le cumul des précipitations mensuelles à l'OPE indiquent des périodes contrastées.

Tout comme pour l'année 2021, le diagramme ombrothermique de 2022 présenté ci-après est atypique par rapport aux années antérieures, et ce, en lien avec les très faibles précipitations observées.

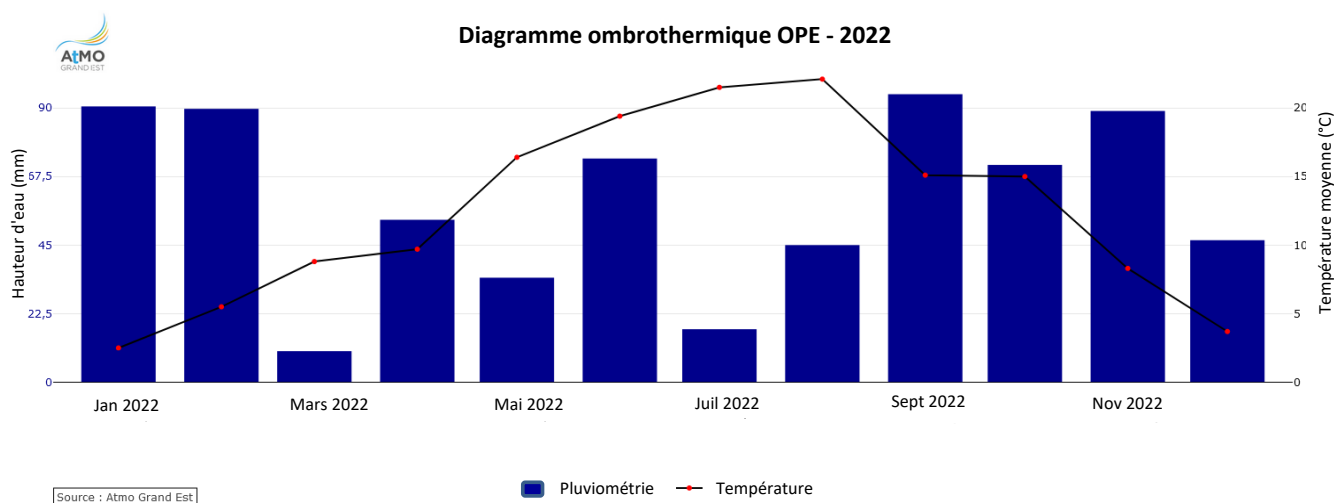


Figure 13 : Diagramme ombrothermique à l'OPE en 2022

- L'année 2022 fut l'année la plus chaude jamais enregistrée dans la région Grand Est et en France, depuis le début du XX^{ème} siècle (source Météo-France). Elle a été jalonnée de plusieurs épisodes de chaleur et de douceur remarquables.
- Globalement, les températures moyennes relevées en 2022 sont restées bien supérieures aux normales. A l'OPE, les plus fortes températures moyennes mensuelles ont été observées entre avril et octobre (comprises entre 10°C et 22°C) ; le maximum horaire relevé en 2022 a atteint 35°C le 18 juillet, et le minimum horaire -10,6°C le 18 décembre.

- La pluviométrie mesurée en 2022 fut très contrastée, avec de nettes fluctuations. Les mois de mars, mai et juillet ont été particulièrement déficitaires, avec un déficit record par rapport aux normales saisonnières (seulement 10 mm et 17 mm relevés pour les mois de mars et de juillet à l'OPE).
- L'ensoleillement a été excédentaire sur notre région (20% environ), le soleil ayant été beaucoup plus généreux qu'à l'ordinaire une grande partie de l'année, notamment en mai et juillet. Au niveau national, l'année 2022 a été la plus ensoleillée que le pays ait connu depuis le début des mesures, et de nombreux records annuels sur la période 1991-2022 ont été battus.

En guise de bilan synthétique concernant les conditions météorologiques rencontrées en 2022 en fonction des saisons sur le territoire national, nous pouvons indiquer que :

- L'hiver 2021-2022 (décembre à février) fut souvent sous l'influence de conditions anticycloniques. Sur le nord du pays, les passages perturbés ont été assez rares mais parfois agités, notamment en février avec une succession de trois tempêtes. Une certaine douceur a prédominé sur l'ensemble du pays.

-Le printemps 2022 (mars à mai) fut doux, s'achevant par un mois de mai classé au 1^{er} rang des mois de mai les plus chauds depuis le début du XX^{ème} siècle, accompagné d'un net déficit en précipitations.

-L'été 2022 (juin à août) fut particulièrement chaud (plusieurs épisodes de fortes chaleurs), bien ensoleillé et particulièrement déficitaire en précipitations (-25 % en moyenne sur la France).

A noter la présence d'orages, nombreux en juin, qui a enregistré un record de foudroiement et parfois des chutes de grêle dévastatrices dans certaines régions françaises.

- L'automne (septembre à novembre) fut caractérisé par des températures très élevées pour la saison (en moyenne +1 à +3 °C au-dessus des valeurs saisonnières sur la quasi-totalité du pays). Les précipitations ont été assez fréquentes sur la moitié nord du pays avec 30 à 50 jours de pluie soit 3 à 15 jours de plus que la normale saisonnière (53 jours relevé à l'OPE).

-Une fin d'année débutant par un coup de froid qui s'est abattu sur la France en décembre, avec de fortes gelées et quelques journées par endroits sans dégel sur un grand quart nord-est, suivi par une remontée spectaculaire des températures qui ont atteint des valeurs records, notamment le 31.

Remarque :

Au cours de l'année 2022 (tout comme l'an passé), des flux de sud ont généré début février, mi et début mars, ainsi que fin octobre, des remontées de sable saharien qui ont voilé le ciel d'une grande partie de l'Hexagone, dont le Grand Est. Ce phénomène a notamment donné lieu le 29 mars à un épisode de pollution aux particules PM₁₀ dans notre région (dont la Meuse), mais sans déclenchement de la procédure préfectorale.

Au cours de l'année 2022 et en fonction des données disponibles, les occurrences d'inversions thermiques, phénomènes défavorables à une bonne dispersion des polluants, ont concerné moins de 10% du temps (source : ATMO Grand Est), notamment en janvier, mai, juin, août, septembre, et quelques jours entre septembre et décembre.

Pour plus d'informations :

https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_climatique_definitif_2022_130123_synthese_P1-23.pdf

Bilan 2022 : année la plus chaude jamais enregistrée depuis le début du XX^{ème} siècle – ensoleillement en nette hausse – une pluviométrie contrastée dans la région Grand Est, avec de nettes fluctuations – des épisodes

météorologiques susceptibles d'être défavorables à une bonne qualité de l'air (chaleur propice à la formation d'ozone, absence de lessivage de l'air en raison d'un manque marqué de précipitations certains mois...)

En lien avec la qualité de l'air, les conditions météorologiques observées en 2022 sont contrastées, avec des alternances de périodes favorables à une bonne dilution et dispersion des polluants dans l'air, ce qui favorise une bonne qualité de l'air (présence de vents ; temps pluvieux), et de périodes défavorables à une qualité de l'air satisfaisante (temps anticyclonique et chaud combiné à des périodes d'air stable ou d'inversions thermiques ; quasi absence de précipitations en mars, mai et juillet ; apport de sable du Sahara quelques journées en février, mars, octobre....).

8.2. VALIDATION DES DONNEES

8.2.1. Mesures continues

Pour les polluants classiques, les calculs des moyennes, minima, maxima sont réalisés lorsqu'au moins 85% des données sont valides (période d'intervention/maintenance comprise).

En 2022, ces conditions sont respectées pour la totalité des polluants classiques mesurés à l'OPE.

Tableau 2 : Taux de données valides 2022 des appareils de mesure à l'OPE Houdelaincourt

Polluant	Taux de données valides (en %)
Dioxyde de soufre SO ₂	96%
Monoxyde et dioxyde d'azote NO et NO ₂	91% (91% en NOx)
Particules PM ₁₀	98%
Particules PM _{2,5}	98%
Ozone O ₃	96%
Monoxyde de carbone CO	85%
Ammoniac*	96%
Black carbon*	95%

* composés non réglementés

8.2.2. Mesures discontinues

L'utilisation de blancs terrain permet de valider les données et de s'assurer de l'absence de traces sur le matériel utilisé.

La validation des résultats fournis par les laboratoires d'analyses est réalisée à la réception du rapport d'analyses. Après chaque saisie d'une série de résultats, la cohérence des valeurs est examinée attentivement selon les recommandations des guides/notes du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) propres

à chaque famille de composés évalués au cours de l'étude.

Liens :

https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_auto

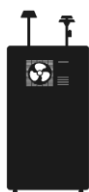
[matiques janvier 2016 vf.pdf](#) et

https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2019_Guide_Validation_donnees_mesures_differees.pdf.

Les résultats des blancs sont étudiés, ainsi que d'autres paramètres spécifiques aux composés suivis. A la suite de cet examen, les données sont validées et peuvent être exploitées à des fins statistiques.



COV : 12 blancs terrains



HAP : 17 blancs terrains

Éléments traces métalliques : 12 blancs terrains



Figure 14 : nombre de blancs terrain utilisés en 2022 en fonction du polluant

L'annexe 5 présente les différentes étapes concernant la gestion des blancs relative aux mesures des HAP, éléments traces métalliques et COV réalisées à l'OPE Houdelaincourt sur la fraction PM₁₀.

8.3. RESULTATS DES MESURES CONTINUES

Pour chaque composé suivi, nous comparerons les résultats obtenus en 2022 aux seuils réglementaires actuels (exposition chronique et exposition aiguë des populations). Un point sera ensuite réalisé sur l'évolution des concentrations depuis la mise en service en 2011 de la station fixe de l'OPE à Houdelaincourt.

Les teneurs moyennes obtenues à l'OPE seront ensuite comparées à celles provenant d'autres stations fixes de mesures d'ATMO Grand Est, ainsi qu'à des stations rurales nationales participant à des observatoires nationaux ou programmes, tels MERA ou CARA, dont les résultats proviennent de l'IMT Lille Douai.

8.3.1. Dioxyde d'azote NO₂

En 2022, la concentration moyenne annuelle atteint 4 µg/m³ en NO₂.

Au cours de l'année, les niveaux restent peu élevés la grande majorité du temps. Quelques légères hausses s'observent toutefois en 2022, notamment mi-janvier et entre le 30 novembre et le 18 décembre, les vents étant issus du quart nord-est. Ces hausses ont eu lieu en période hivernale et lors de conditions météorologiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air (présence d'inversions thermiques, bloquant les polluants dans les basses couches de l'atmosphère).

Le maximum horaire atteint $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 15 janvier, avec des vents faibles à modérés provenant du nord-est.

Les profils journaliers ne mettent pas en évidence de fluctuations très significatives des concentrations en fonction des heures. Le niveau de fond en NO_2 est essentiellement de l'ordre de $3-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tout comme les précédentes années.

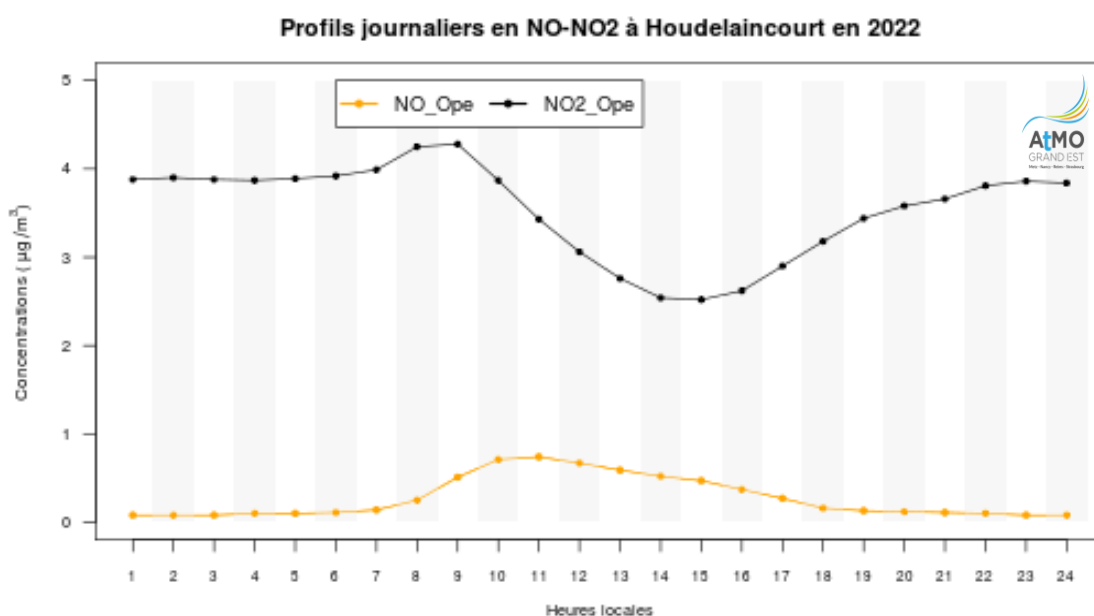


Figure 15 : Profils journaliers 2022 en NO et NO₂ à Houdelaincourt

Comparaison à la réglementation

Le tableau ci-après compare les valeurs moyennes annuelles 2022 en NO_2 à l'OPE Houdelaincourt avec les seuils réglementaires actuels.

Tableau 3 : Valeurs moyennes 2022 en dioxyde d'azote NO_2 à l'OPE Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂ :				
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non	4 (moyenne annuelle)
Valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (protection santé humaine)	Horaire	200	Non	44 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS : - valeur annuelle à ne pas dépasser - valeur à ne pas dépasser plus d'1h /an - valeur à ne pas dépasser plus d'1h /an	Annuelle Horaire 24 heures	10 200 25	Non Non Non	4 44 31
NOx :				

Valeur limite protection de la végétation	Annuelle	30	Non	4 (moyenne annuelle)
---	----------	----	-----	-------------------------

Les résultats en NO₂ et en NO_x mesurés en 2022 sont largement inférieurs aux différentes valeurs réglementaires.

Comparaison aux procédures préfectorales d'information/d'alerte

Aucun seuil d'information (200 µg/m³ en moyenne horaire sur critère de population et de superficie d'un département) et/ou d'alerte (400 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives sur critère de population et de superficie d'un département) n'a été dépassé pour le NO₂.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

La figure suivante présente l'évolution des valeurs moyennes annuelles et des maxima horaires depuis la mise en service de la station fixe.

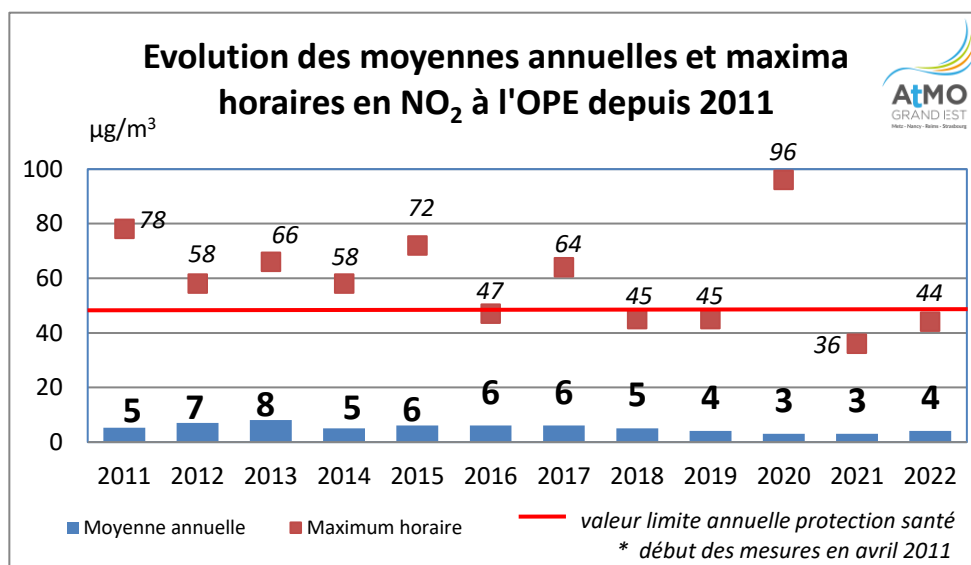


Figure 16 : Evolution des teneurs annuelles en NO₂ et des maxima horaires à Houdelaincourt depuis la création du site

Nous observons le même constat chaque année, à savoir que depuis le début des mesures les valeurs moyennes annuelles sont faibles et du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre. Aucune évolution significative n'est constatée.

Quasiment chaque année, quelques légères hausses ponctuelles sont parfois observées en cours d'année, essentiellement en période hivernale (janvier, février, novembre, décembre...), à relier avec des conditions météorologiques généralement défavorables à une bonne dispersion des masses d'air (inversions thermiques), des apports de masses d'air issues de villages voisins en fonction des vents et avec parfois des activités locales à proximité directe de la station fixe.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes de mesure d'ATMO Grand Est

Les résultats à l'OPE sont ensuite comparés à ceux provenant d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est. Le tableau suivant présente des exemples de valeurs moyennes annuelles 2022 obtenues à Houdelaincourt et sur d'autres sites fixes de l'ancienne région lorraine de typologies diverses et d'influence semblable (fond).

Tableau 4 : Comparaison des niveaux annuels en NO₂ en 2022 à Houdelaincourt à ceux d'autres sites fixes d'ATMO Grand Est sur l'ancien territoire lorrain (valeurs en µg/m³)

	Moyenne annuelle Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Agglo Nancy Ouest (périurbain/fond)	Moyenne annuelle Hautes Vosges (rural/fond)	Moyenne annuelle Agglo Metz centre (urbain/fond)	Moyenne annuelle Sites ruraux ex Lorraine	Moyenne annuelle Sites périurbains ex Lorraine
NO ₂ (µg/m ³)	4	11	2	15	3	11

La figure suivante prend quant à elle en compte l'ensemble des sites de la région Grand Est.

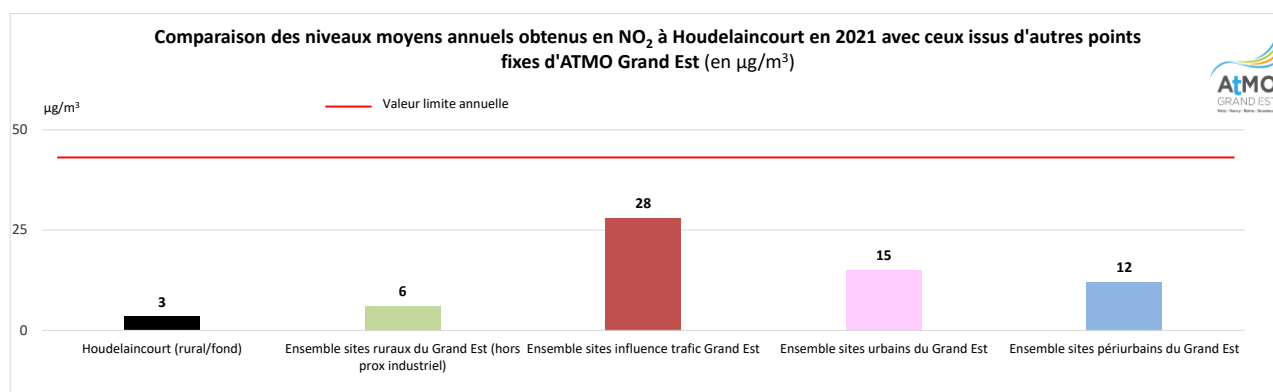


Figure 17 : Comparaison des concentrations moyennes annuelles 2022 en NO₂ à Houdelaincourt aux autres sites fixes d'ATMO Grand Est

La concentration moyenne annuelle en NO₂ à Houdelaincourt en 2022 est du même ordre de grandeur que celle issue de l'ensemble des sites de typologie rurale de fond de la région Grand Est. Ces teneurs moyennes correspondent au niveau de fond rural. A titre indicatif, la moyenne annuelle à l'OPE est cinq fois inférieure à celle provenant de l'ensemble des sites de typologie urbaine du Grand Est, et environ neuf fois plus faible que celle de l'ensemble des stations fixes d'influence trafic dans la grande région.

Comparaison des résultats NO₂ avec ceux des sites ruraux nationaux

En fonction des résultats disponibles, les valeurs moyennes annuelles en NO₂ sont comparées avec celles des sites ruraux participant aux programmes MERA ou CARA. L'annexe n°9 présente ces dispositifs.

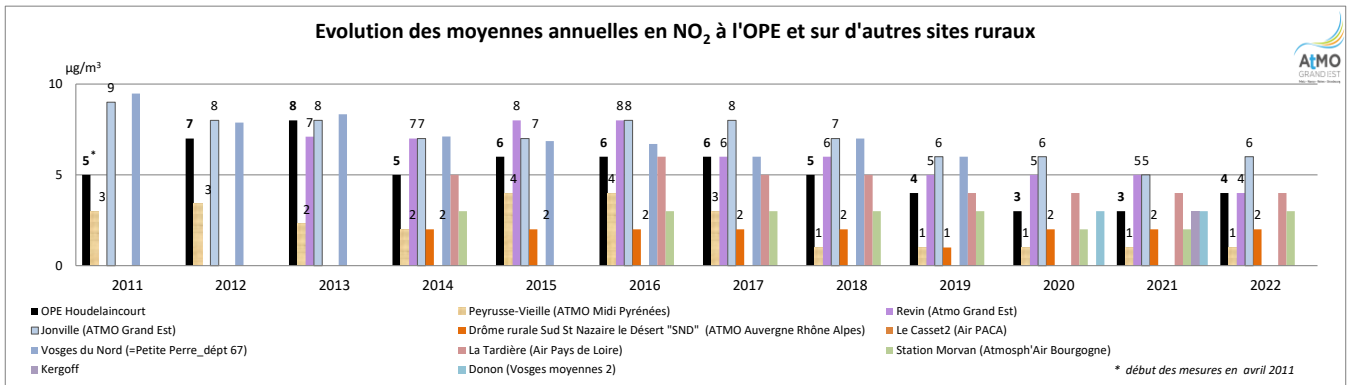


Figure 18 : Comparaison des valeurs annuelles en NO₂ à Houdelaincourt avec celles de sites ruraux nationaux

L'ensemble des résultats demeure inférieur à 10 µg/m³, quels que soit le site rural et l'année prise en compte. A l'OPE en 2022, les concentrations moyennes annuelles, du même ordre de grandeur que celles des autres points fixes ruraux, sont identiques à celles de Revin et du site de la Tardière.

8.3.2. Dioxyde de soufre SO₂

La valeur moyenne annuelle 2022 en SO₂ est de 1 µg/m³. Les niveaux sont négligeables tout au long de l'année. Le maximum horaire atteint 8 µg/m³ le 18 juillet.

Les profils journaliers ne mettent pas en évidence de fluctuations significatives des concentrations en fonction des heures. Le niveau de fond en SO₂ est inférieur à 1 µg/m³ tout au long des heures de la journée.

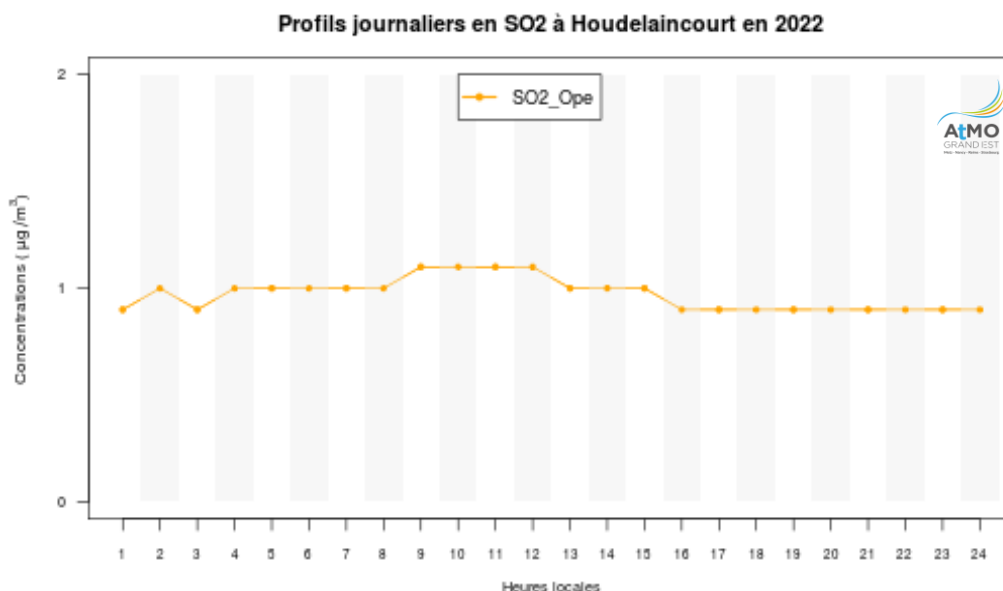


Figure 19 : Profils journaliers 2022 en SO₂ à Houdelaincourt

Comparaison à la réglementation

Tableau 5 : Valeurs moyennes 2022 en SO₂ à Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur en µg/m ³	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en µg/m ³
Objectif de qualité	Annuelle	50	Non	1 (moyenne annuelle)
Valeur limite pour la protection de la santé humaine, à ne pas dépasser plus de 3 fois par an	Journalière	125	Non	3 (maximum journalier)
Valeur limite pour la protection de la végétation	Année civile et du 01/10/21 au 31/03/22	20	Non	1 (moyenne annuelle) 1 (moyenne hivernale)
Valeur limite pour la protection de la santé humaine à ne pas dépasser plus de 24 fois par an	Horaire	350	Non	8 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS (moyenne journalière à ne pas dépasser sur un an civil)	Journalière	40	Non	3 (maximum journalier)

Les concentrations obtenues sont très largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires.

Comparaison aux procédures préfectorales d'information/d'alerte

Aucun seuil d'information (300 µg/m³ en moyenne horaire) et/ou d'alerte (500 µg/m³ en moyenne horaire) n'a été dépassé pour le SO₂ à l'OPE.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

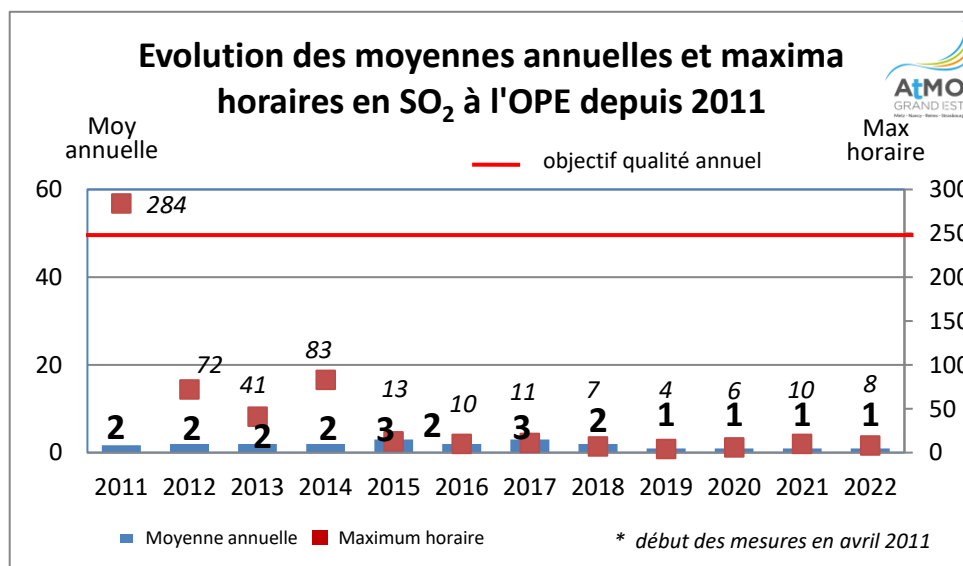


Figure 20 : Evolution des teneurs moyennes annuelles et des maxima horaires en SO₂ à Houdelaincourt depuis la création du site.

Les moyennes annuelles en SO₂ depuis 2011 demeurent identiques et très faibles depuis la mise en service du site (entre 1 et 3 µg/m³). Elles correspondent aux niveaux de fond rural pour ce composé.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes d'ATMO Grand Est

Tableau 6 : Comparaison des teneurs moyennes relevées en SO₂ à Houdelaincourt en 2022 à celles d'autres sites fixes sur l'ancien territoire lorrain

Polluant (µg/m ³)	Moyenne annuelle à Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Plaine Woèvre (rural/fond)	Moyenne annuelle Pays naborien (périurbain/industriel)	Moyenne annuelle Sites ruraux ex Lorraine	Moyenne annuelle Sites urbains de fond ex Lorraine	Moyenne annuelle Sites d'influence industrielle ex Lorraine
SO ₂ (µg/m ³)	1	<1	1	1	1	1

La figure suivante prend en compte l'ensemble des sites de la région Grand Est.

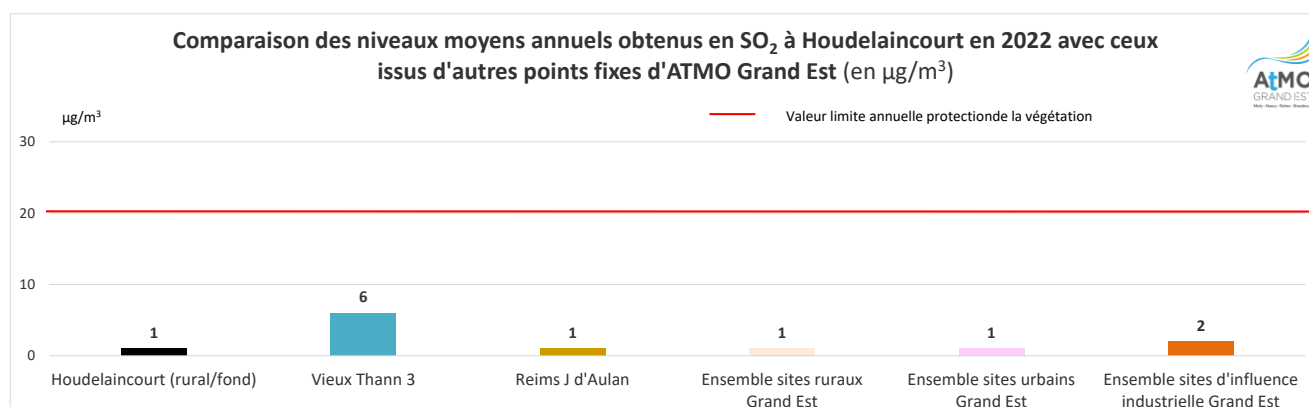


Figure 21 : Comparaison des teneurs 2022 en SO₂ à Houdelaincourt à celles d'autres sites d'ATMO Grand Est

La valeur moyenne annuelle en SO₂ obtenue à Houdelaincourt en 2022 est négligeable et du même ordre de grandeur que celles issues des autres stations fixes d'ATMO Grand Est, et ce, quelle que soit la typologie du site.

Comparaison des résultats en SO₂ avec d'autres sites ruraux nationaux

En raison, d'une part, de l'existence de niveaux très faibles en SO₂ à l'OPE et, d'autre part, de l'absence de mesure de ce composé sur des stations rurales, aucune comparaison de résultats n'est réalisée.

Recommandation

Les très faibles niveaux mesurés en SO₂ ces dernières années à l'OPE comme sur les autres stations fixes de la région Grand Est montrent d'une part qu'il n'y a pas d'enjeux de qualité de l'air concernant ce polluant et d'autre part que les concentrations dans l'air ambiant sont proches des seuils de détection des analyseurs utilisés dans les AASQA. Enfin l'analyseur de l'OPE est tombé en panne et ne peut être réparé, les mesures au cours des derniers mois ont été réalisées avec un analyseur de remplacement d'ATMO Grand Est. Au vu de ces constatations, faibles niveaux de concentrations, difficultés de mesure et indisponibilité de l'analyseur, ATMO Grand Est recommande d'arrêter la mesure de ce composé à la station de Houdelaincourt à partir de 2024.

8.3.3. Ozone O₃

Nous présentons ci-dessous les profils journaliers des teneurs en ozone mesurées d'avril à septembre en 2022 et d'avril à septembre en 2021 à l'OPE.

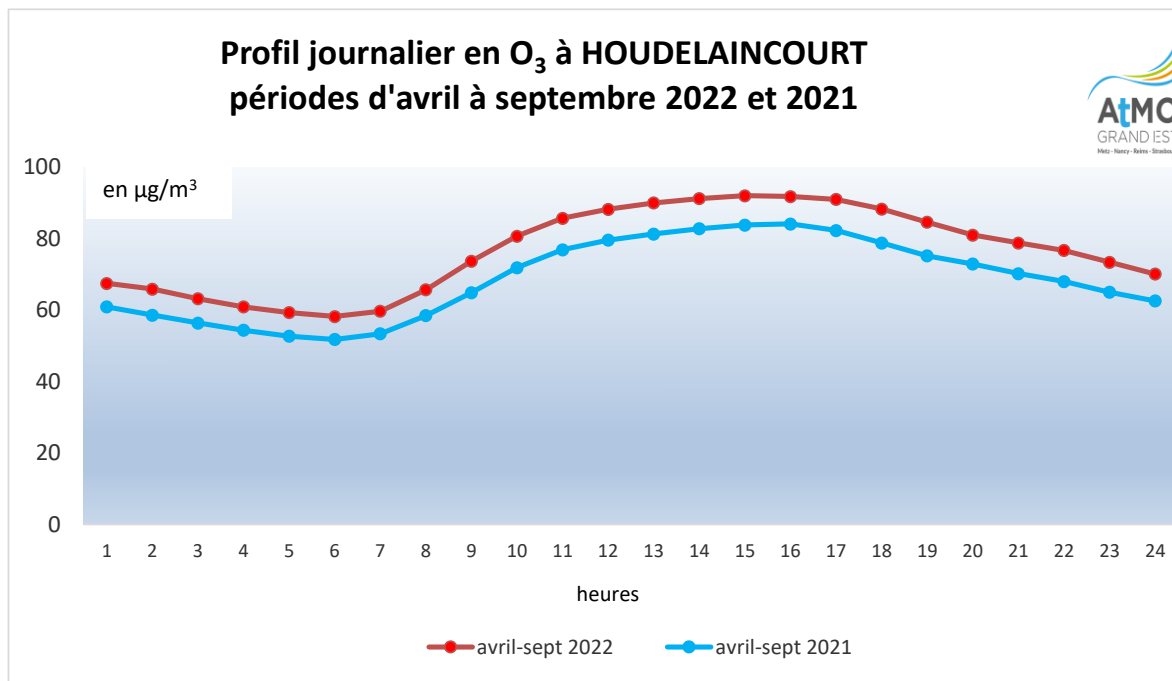


Figure 22 : Profils moyens journaliers en ozone à l'OPE Houdelaincourt pour la période du 1^{er} avril au 30 septembre des années 2022 et 2021

Les niveaux moyens d'ozone observés au cours d'une journée (que ce soit pour l'ensemble de l'année 2022 ou sur la période d'avril à septembre) indiquent les tendances suivantes :

- L'évolution des niveaux moyens se présente, comme ces dernières années, sous la forme de courbes dites « en cloche », les concentrations étant minimales en fin de soirée et la nuit, et maximales en milieu de journée.
Les émissions des polluants précurseurs, combinées aux conditions météorologiques et plus particulièrement au rayonnement solaire sont à l'origine de ce constat. Ainsi, l'amplitude des niveaux est plus marquée en cours de journée en période estivale et plus faible en période hivernale.
- Pour la période d'avril à septembre en 2022 et 2021, les niveaux mesurés sont en nette hausse en cours de journée en 2022 (environ +11%), en raison des conditions climatiques particulièrement chaudes et ensoleillées rencontrées (hausse marquée du nombre de journées très chaudes et ensoleillées par rapport à 2021 – été 2022 particulièrement chaud avec plusieurs périodes caniculaires favorisant la formation de ce polluant secondaire dans l'air ambiant, contrairement à un été 2021 médiocre).

Comparaison à la réglementation

Tableau 7 : Résultats 2022 en ozone O₃ à Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires.

Seuil	Période de calcul	Valeur (µg/m ³)	Dépassement	Valeurs obtenues
Valeur cible protection santé humaine, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an. (Moyenne calculée sur 3 ans)	Nombre de dépassements, en moyenne <i>sur la période 2020-2022</i> , du maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h	120	Non	11 jours de dépassements
Valeur cible protection de la végétation : AOT 40 (Moyenne calculée sur 5 ans)	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)	18 000	Non	14 478 µg/m ³
Objectifs à long terme pour la protection de la santé humaine (objectif de qualité)	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures pendant 1 an civil	120	Oui	155 µg/m ³
Objectifs à long terme pour la protection de la végétation AOT 40 (objectif de qualité)	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)	6 000	Oui	15 431 µg/m ³
Ligne directrice OMS	1 an civil *	100	Oui	155 µg/m ³ (70 jours de dépassements)

* Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h à ne pas dépasser sur un an civil

Pour l'ozone O₃, les valeurs correspondant aux objectifs à long terme pour la protection de la santé humaine et de la végétation sont dépassées, en lien avec des périodes ayant présenté un ensoleillement soutenu et des températures élevées à caniculaires, notamment :

- en mai avec des journées ensoleillées et très chaudes pour la saison (maximum horaire : 29,7°C),
- en été, entre le 14 juin et fin août, où plusieurs épisodes caniculaires ont été relevés (maximum horaire : 36,7°C),
- plusieurs journées en automne, caractérisé par des températures élevées pour la saison (en moyenne +1 à +3 °C au-dessus des valeurs saisonnières sur la quasi-totalité du pays notamment).

La valeur cible pour la protection de la santé humaine à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, est respectée en 2022 (11 jours) tout comme l'année précédente. La ligne directrice de l'OMS est quant à elle dépassée.

Pour rappel, il ne s'agit pas d'un phénomène local : l'ensemble de la grande région, les autres régions françaises et d'autres pays avoisinants sont également concernés par ces dépassements. L'ozone ne stagne pas sur place, mais il passe d'un secteur géographique à l'autre, présentant ainsi une problématique plutôt régionale à internationale que locale.

A titre indicatif, les moyennes journalières à l'OPE oscillent entre 6 µg/m³ (06 décembre) et 127 µg/m³ (19 juillet). Le maximum horaire atteint 165 µg/m³ le 16 juin lors d'une journée estivale, ensoleillée et chaude (jusqu'à 28 degrés en moyenne quart-heure), par vent majoritairement faible issu du secteur nord-ouest ce jour-là.

La figure suivante présente les AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion) calculés sur des sites fixes d'ATMO Grand Est en 2022 (objectif long terme de 6 000 µg/m³.h, calculé de mai à juillet de 8 heures à 20 heures). En raison d'une année particulièrement chaude et globalement bien ensoleillée, la valeur seuil est dépassée sur la totalité des points fixes du Grand-Est.

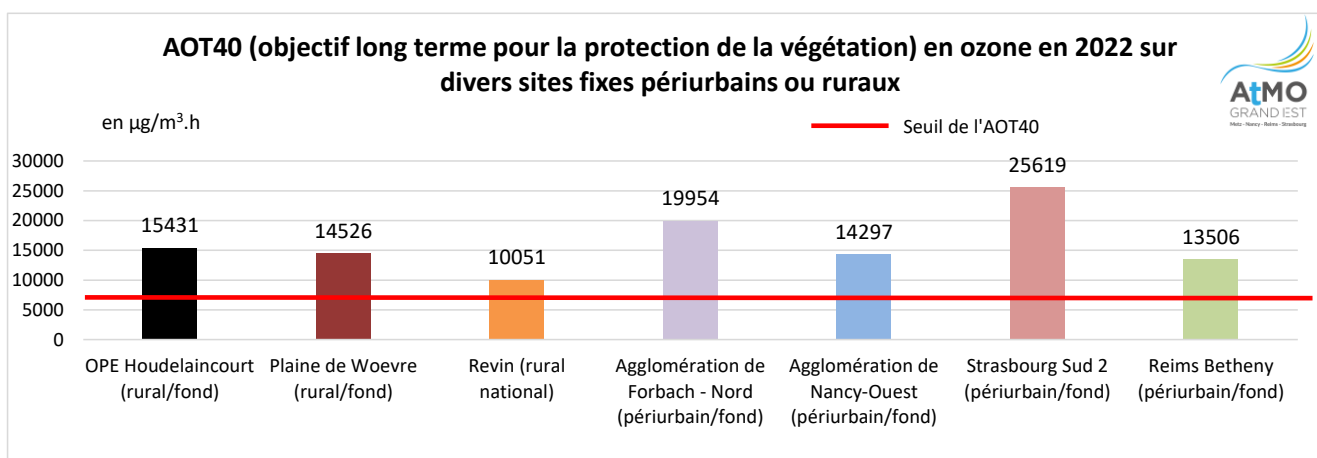


Figure 23 : AOT40 annuels calculés sur quelques points fixes d'ATMO Grand Est en 2022, en comparaison avec l'objectif de qualité de l'air fixé à 6 000 µg/m³.h

Comparaison aux procédures préfectorales d'information/d'alerte

Tableau 8 : Bilan 2022 des dépassements des seuils d'information-recommandations et d'alerte relatifs à l'ozone O₃ à l'OPE Houdelaincourt

Polluant	Seuil	Valeur de référence (µg/m ³)	Dépassement	Maximum horaire mesuré (µg/m ³)
O ₃ (µg/m ³)	Seuil d'information-recommandations	180*	Non	165
	Seuil d'alerte	240**	Non	

* Moyenne horaire sur une heure ** Moyenne horaire sur une heure

Dépassement de seuils et procédures réglementaires :

Le seuil d'information-recommandations relatif à l'ozone O₃ et le seuil d'alerte n'ont pas été atteints à l'OPE en 2022.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

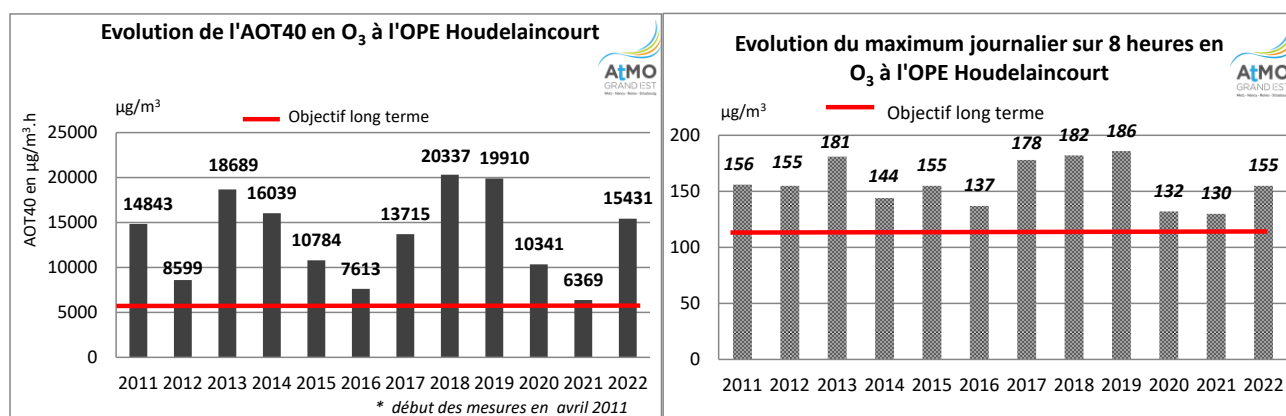


Figure 24 : Evolution de l'AOT40 et du maximum journalier sur 8 heures en ozone O₃ à Houdelaincourt depuis la création du site

Depuis la mise en service de la station fixe d'Houdelaincourt, l'objectif long terme pour la protection de la végétation (AOT40) est systématiquement dépassé.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est

Tableau 9 : Comparaison des valeurs moyennes annuelles 2022 en O₃ à Houdelaincourt à celles d'autres sites fixes sur l'ancien territoire lorrain

Polluant (µg/m ³)	Moyenne annuelle à Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Plaine de la Woèvre (rural/fond)	Moyenne annuelle Agglo Nancy Ouest (périurbain/fond)	Moyenne annuelle Agglo Metz centre (urbain/fond)	Moyenne annuelle Sites ruraux/fond ex Lorraine	Moyenne annuelle sites urbains/fond ex Lorraine
O ₃	66	57	60	51	62	51

La figure suivante prend en compte les stations fixes de la région Grand Est.

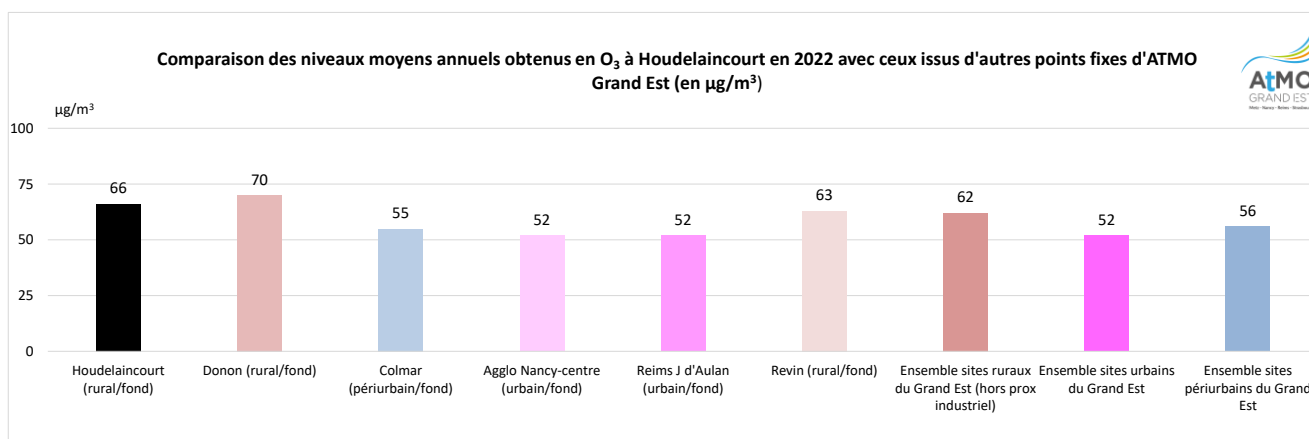


Figure 25 : Comparaison des niveaux moyens annuels 2022 en ozone O₃ à Houdelaincourt à ceux d'autres sites de la région Grand Est

En 2022, sur l'ensemble des sites de la région, la station de mesures d'Houdelaincourt reste le deuxième point fixe où les concentrations moyennes sont les plus élevées, après celles localisées dans les Hautes-Vosges (Donon), ces deux points étant de typologie rurale.

Les secteurs géographiques ruraux et de moyenne montagne présentent en général des teneurs moyennes d'ozone supérieures à celles des zones de typologie différente (sites urbains, périurbains, trafic...) en raison du processus complexe de formation-destruction de ce composé : les polluants précurseurs d'ozone, généralement émis au-dessus des agglomérations, se déplacent avec les masses d'air vers les zones rurales. Au fur et à mesure de leur migration, ceux-ci se transforment en ozone sous l'action du rayonnement solaire. Par ailleurs, les composés destructeurs d'ozone sont présents en moins grande quantité en dehors des zones urbaines. Les concentrations maximales d'ozone sont ainsi généralement mesurées dans les zones rurales ; cette situation explique pourquoi ces secteurs sont plus souvent touchés par l'ozone que les agglomérations.

Dans la grande région, le rayonnement solaire est plus important au niveau des sites de mesure des Hautes Vosges et d'Houdelaincourt. L'altitude des points fixes des Hautes-Vosges peut, de plus, favoriser les réactions chimiques conduisant à la formation d'ozone. Comme indiqué ci-dessus, la destruction d'ozone est moindre en milieu rural que dans les autres milieux, occasionnant ainsi des concentrations de fond plus élevées. Concernant les points fixes localisés dans les Hautes-Vosges, l'altitude (perturbations et proximité de la troposphère libre) favorise aussi la ré-alimentation par le fond d'ozone atmosphérique.

Comparaison des résultats en ozone avec des sites ruraux nationaux

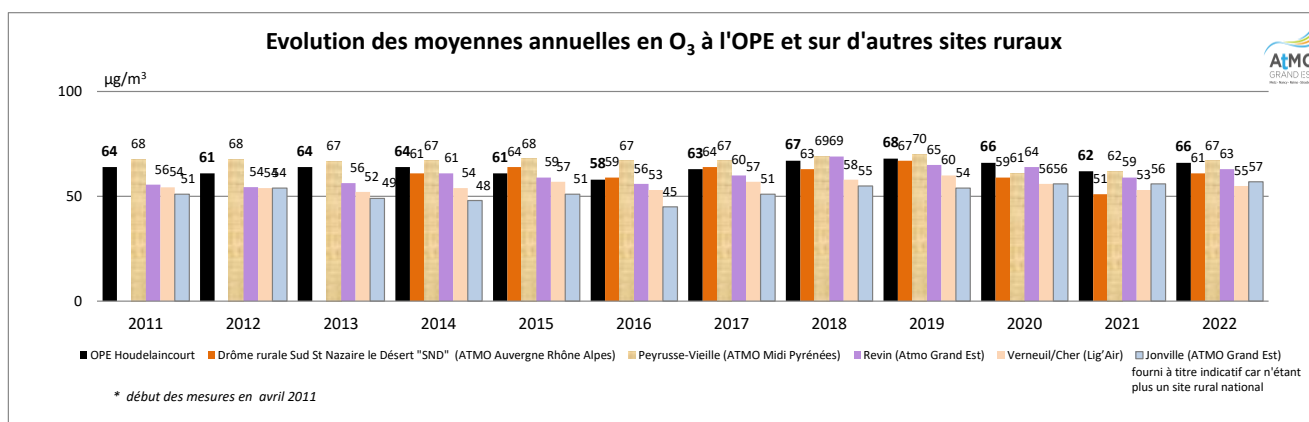



Figure 26 : Comparaison des niveaux moyens annuels d'ozone à Houdelaincourt avec ceux d'autres sites ruraux.

Le tableau ci-après regroupe les principales tendances :

Tableau 10 : Principales tendances 2012-2022 sur l'évolution des niveaux moyens de fond en ozone à Houdelaincourt par rapport à d'autres sites ruraux

Période concernée	Tendance	Photo du site
De 2012 à 2022	<p>Les teneurs moyennes à l'OPE tendent globalement à se rapprocher de celles mesurées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la station fixe de Kergoff à Merléac (département 22), qui remplace le site de Guipry fermé fin 2019 et - à la station Morvan (département 58) <p>en lien avec les conditions météorologiques rencontrées.</p>	 <p><i>Station fixe Kergoff (source : Air Breiz)</i></p>

8.3.4. Monoxyde de carbone CO

La valeur moyenne annuelle en CO atteint 0,1 mg/m³ en 2022.

Durant l'année, les concentrations demeurent très faibles, voire négligeables, sans hausse significative observée. A titre indicatif, le maximum horaire atteint 0,5 mg/m³ le 20 juillet.

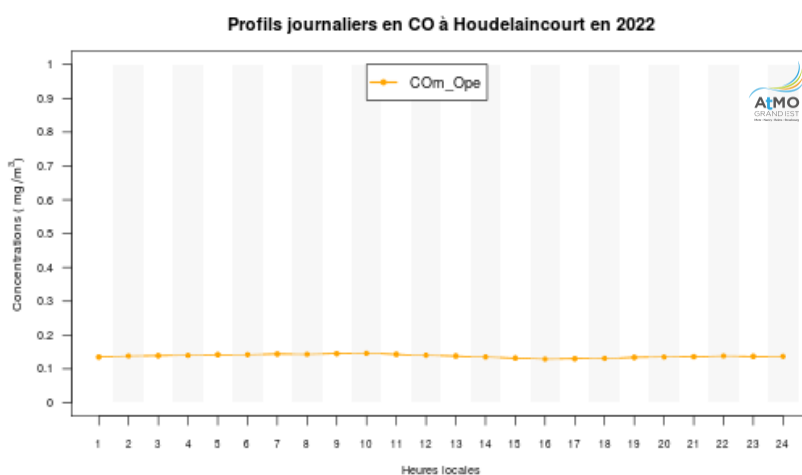


Figure 27 : Profils journaliers 2022 en SO₂ à Houdelaincourt

Les profils moyens journaliers 2022 ne mettent pas en évidence de variations significatives de concentrations en fonction des heures de la journée.

Comparaison à la réglementation

Tableau 11 : Résultats 2022 en monoxyde de carbone CO à Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires stop

Seuil	Période de calcul	Valeur en mg/m ³	Dépassement	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures en mg/m ³
Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	10	Non	0,5

Les concentrations obtenues en CO demeurent très faibles et largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

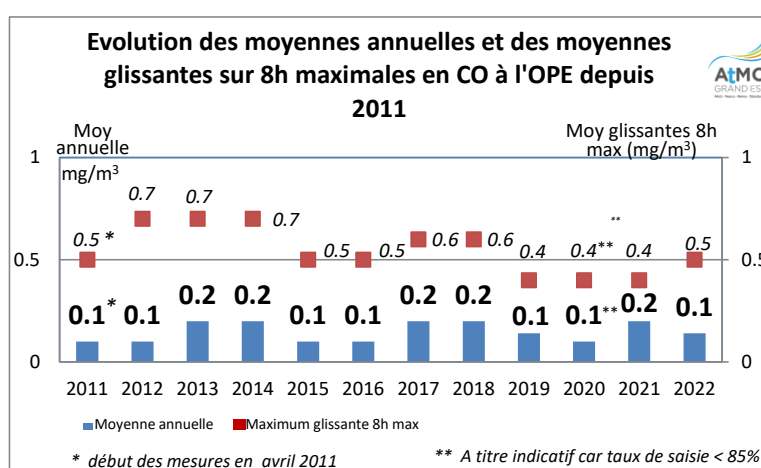


Figure 28 : Evolution des concentrations annuelles et des moyennes glissantes maximales sur 8 heures en CO à Houdelaincourt depuis la création du site

Les concentrations moyennes annuelles de ce composé issu de combustions incomplètes demeurent métrologiquement faibles et stables depuis le début des mesures. Il s'agit d'un niveau de fond. La moyenne glissante maximale sur 8 heures reste inférieure à 1 mg/m³.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Les niveaux moyens annuels mesurés en CO en contexte de fond à l'OPE Houdelaincourt demeurent négligeables et du même ordre de grandeur que ceux des autres sites d'ATMO Grand Est, et ce, quelle que soit la typologie et l'influence du point de mesure.

Ce composé ne faisant pas l'objet d'un suivi sur les stations rurales nationales, aucune comparaison de résultats n'est réalisée.

8.3.5. Particules PM₁₀

La valeur moyenne annuelle en PM₁₀ atteint 12 µg/m³ en 2022, tout comme l'an passé.

Tout comme les années précédentes, des hausses ponctuelles marquées et sur de courtes durées se produisent parfois en particules PM₁₀. Elles sont généralement observées lors de conditions météorologiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air (air stable), et/ou lors d'activités à proximité du point de mesures, ou lors de rabattement de panaches venant des villages voisins.

En 2022, quelques épisodes de hausses de particules fines se sont produits, notamment en février-mars où les niveaux en PM₁₀ ont augmenté lors de journées très douces en cette saison (jusqu'à 20,9°C en maximum quart-horaire le 28 mars), pour atteindre un pic horaire de 104 µg/m³ le 2 mars à 21 heures (heure locale). Cette hausse est en grande partie liée au passage de masses d'air chargées en sable en provenance du nord de l'Afrique (désert du Sahara), ce phénomène étant inhabituel mais non exceptionnel : en 2022 les premiers dépôts furent observés en région Grand-Est et en France en février, puis début et mi-mars ainsi que fin octobre. Des phénomènes similaires furent également indiqués en 2021, 2020 par exemple.

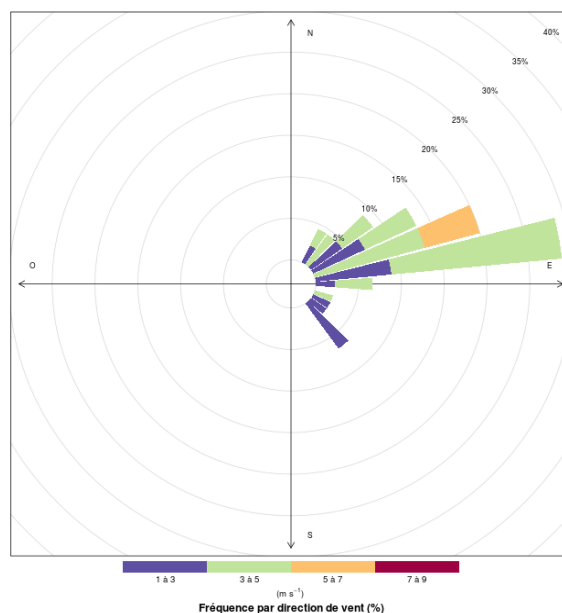


Figure 29 : Rose des vents du 02 au 03 mars 2022 à Houdelaincourt

Durant cette période, les particules sahariennes ont été mesurées au niveau du sol avec des dépassements de la valeur limite (moyenne journalière supérieure à 50 µg/m³) sur plusieurs stations fixes d'ATMO Grand Est (et non en Meuse).

Pour plus d'information : [Un nouvel épisode de poussières du Sahara s'invite en région Grand Est | ATMO GrandEst \(atmo-grandest.eu\)](https://www.atmo-grandest.eu/fr/actualites/un-nouvel-episode-de-poussieres-du-sahara-s-invite-en-region-grand-est)

Les profils moyens journaliers en 2022 ne mettent pas en évidence de variations significatives de concentrations en fonction des heures de la journée.

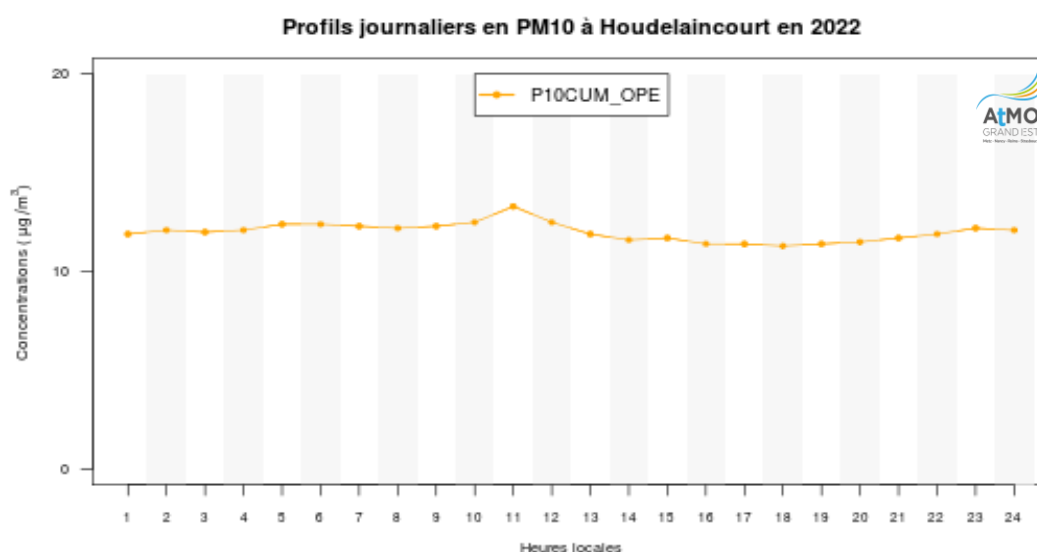


Figure 30 : Profils moyens journaliers 2022 en PM₁₀ à Houdelaincourt

Comparaison à la réglementation

Tableau 12 : Résultats 2022 en particules PM₁₀ à Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur en µg/m ³	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en µg/m ³
Valeur limite protection de la santé, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an	Journalière	50	Non	47 (max des moyennes journalières)
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non	12
Objectif de qualité	Annuelle	30	Non	12
Ligne directrice OMS :				
-moyenne à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	Journalière	45	Non*	47 (max des moyennes journalières)
-moyenne annuelle	Annuelle	15	Non	12

* valeur dépassée une seule fois

Les niveaux obtenus en PM₁₀ respectent les différentes valeurs réglementaires.

Comparaison aux procédures préfectorales d'information et d'alerte

Le seuil d'information-recommandations en PM₁₀ n'a pas été dépassé au niveau de la station fixe de l'OPE (valeur *mesurée*). Cependant, le communiqué du 30 mars 2022 fait état d'un épisode de pollution par modélisation observé dans la Meuse (ainsi qu'en Ardennes et Haut-Rhin) le 29 mars, sans déclenchement de la procédure préfectorale. Les conditions météorologiques stables des jours précédents ont en effet favorisé l'accumulation des polluants dans l'air.

En prenant en compte l'ensemble de la région, le seuil d'information-recommandations a été dépassé le 17 décembre en Meurthe-et-Moselle (procédure d'information-recommandations déclenchée), le 18 décembre dans le Haut-Rhin (déclenchement sans procédure) et le 19 décembre dans le Bas-Rhin et en Moselle (déclenchements sans procédure).

Lien des communiqués lors d'épisodes de pollution : [Episodes de pollution historique | ATMO GrandEst \(atmo-grandest.eu\)](#)



Surveillance et prévision de la qualité de l'air
www.atmo-grandest.eu



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Procédures et mesures d'urgence
Selon arrêté inter-préfectoral du 24 mai 2017
www.prefectures-regions.gouv.fr/grand-est

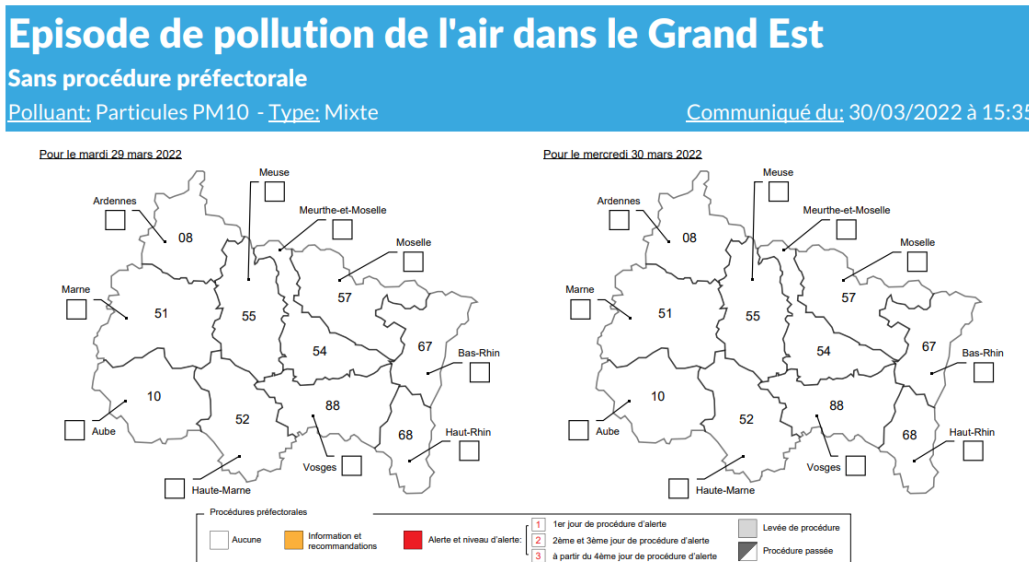


Figure 31 : communiqué du 30 mars 2022 sur l'épisode de pollution de l'air dans le Grand Est

Tableau 13 : Bilan 2022 des dépassements des seuils d'information-recommandations et d'alerte relatifs aux PM₁₀ à l'OPE Houdelaincourt

Polluant	Seuil	Valeur de référence	Dépassement	Maximum journalier calculé de 00h à 00h (µg/m ³)
PM ₁₀	Seuil d'alerte	80	Non	47
	Seuil d'information	50	Non	

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

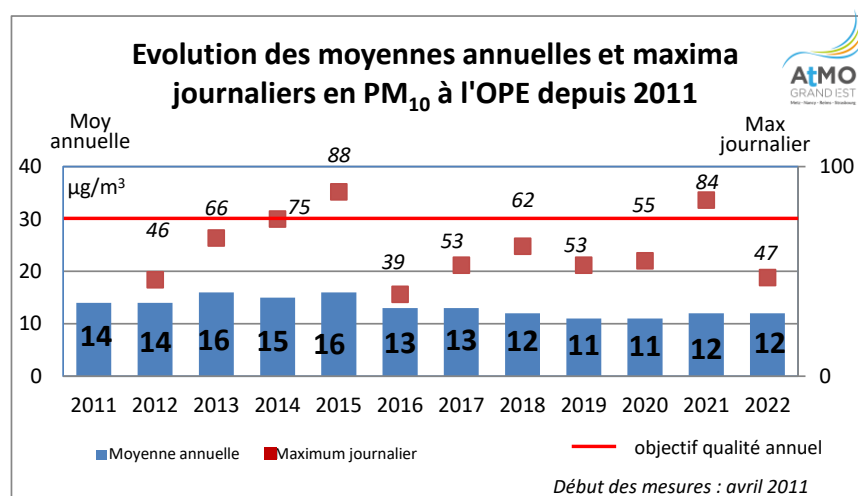


Figure 32 : Evolution des concentrations annuelles et des maxima journaliers en PM₁₀ à Houdelaincourt depuis la création du site

Depuis le début des mesures en PM₁₀, les concentrations moyennes annuelles observées oscillent entre 11 µg/m³ et 16 µg/m³. De manière récurrente (généralement entre janvier et mars, parfois en été...) des hausses ponctuelles et sur de courtes durées sont observées chaque année, le plus souvent en lien avec les conditions météorologiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air et des activités locales (moisson, récoltes en été...) ; la grande majorité des *pics horaires* observés chaque année demeure inférieure à 40 µg/m³. Concernant les *maxima journaliers* annuels mesurés depuis 2011, ils oscillent entre 39 µg/m³ en 2016 (21 janvier) et 88 µg/m³ en 2015 (le 19 mars, temps ensoleillé et froid, combiné à une très nette inversion thermique, et des hausses d'émissions en polluants à cette période).

Comme indiqué précédemment, quelques épiphénomènes sont observés en 2022 en février, mars et octobre en lien avec le dépôt de particules sahariennes, où les niveaux augmentent.

Les hausses ponctuelles récurrentes d'une année sur l'autre s'observent généralement plutôt en période estivale:

- entre le 17 et le 19 septembre 2020 (vents faibles à modérés de secteur nord-est),
- le 18 juillet 2019 (vents ouest-sud-ouest faibles),
- le 7 août 2018 (vents faibles à modérés de secteur nord-est),
- le 7 juillet 2017 (vents faibles de secteur sud-ouest),
- le 10 août 2016 (vents faibles de secteur nord-ouest),
- le 8 août 2015 (vents modérés de secteur nord-ouest),
- le 17 août 2013 (vents faibles Sud-Ouest).

Aucune direction privilégiée en vents n'est observée lors de ces épiphénomènes.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes de mesure d'ATMO Grand Est

Tableau 14 : Comparaison des teneurs moyennes 2022 en PM₁₀ à Houdelaincourt à celles d'autres sites fixes

Polluant (µg/m ³)	Moyenne annuelle à Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Heming (rural/prox industriel)	Moyenne annuelle Thionville (urbain/fond)	Moyenne annuelle Reims Doumer (urbain/trafic)	Moyenne annuelle Forbach-Nord (périurbain/fond)	Moyenne annuelle Mulhouse Briand (urbain/trafic)
PM ₁₀	12	22	19	24	16	19

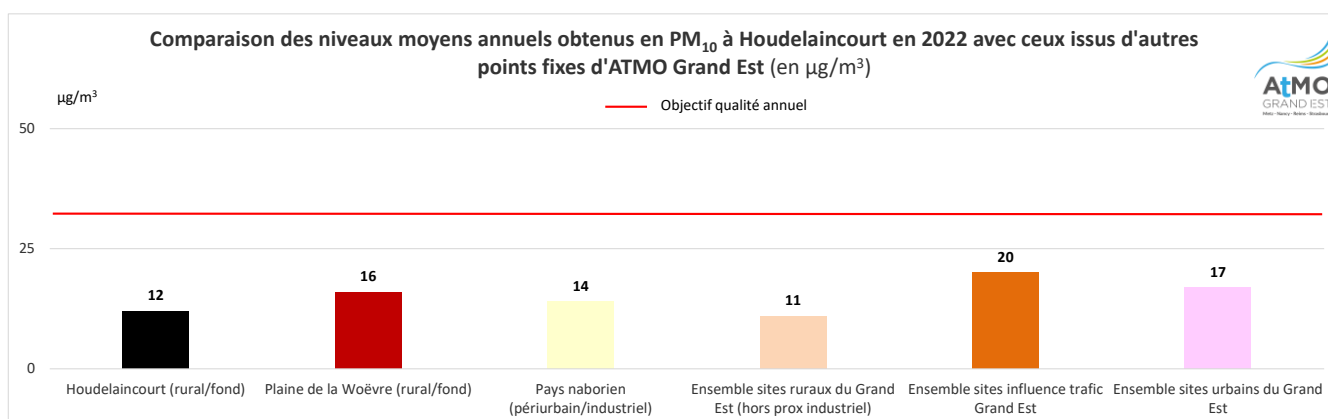


Figure 33 : Comparaison des taux moyens 2022 en PM₁₀ à Houdelaincourt à ceux d'autres sites d'ATMO Grand Est

La moyenne annuelle à Houdelaincourt, assimilée à un niveau moyen de fond rural, est inférieure à celles issues des zones urbaines de fond dans le Grand Est (-30% en moyenne).

Comparaison des résultats en PM₁₀ avec d'autres sites ruraux

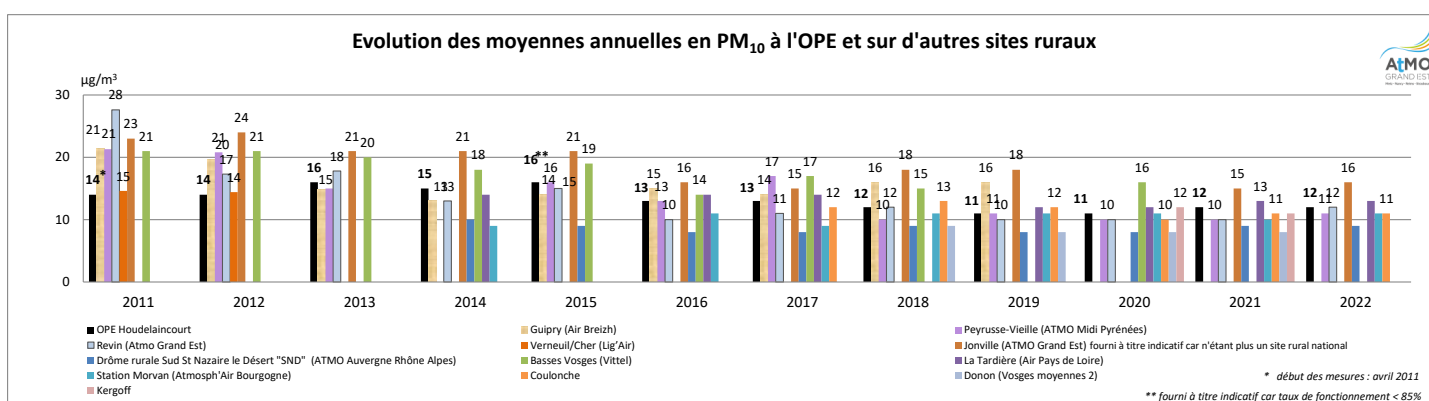


Figure 34 : Comparaison des valeurs annuelles en PM₁₀ (en µg/m³) à Houdelaincourt avec celles des sites ruraux

Les teneurs moyennes 2022 des différents points fixes ruraux demeurent globalement assez semblables, hormis le site de Jonville-en-Woèvre : pour rappel ce point de mesures, localisé au centre du village, mesure des concentrations plus élevées en raison des activités anthropiques à proximité directe de ce point de mesures (chauffage, transport...), d'où son déclassement national, à titre indicatif.

Depuis 2013, les teneurs en PM₁₀ demeurent globalement très proches de celles des sites de Peyrusse-Vieille, et Revin, et de la Tardière. En 2011 et 2012, les concentrations moyennes relevées à Houdelaincourt tendaient, quant à elles, à se rapprocher de celles issues du site de Verneuil/Cher implanté en fond rural dans un secteur éloigné de toute activité humaine (mesures arrêtées depuis 2013).

8.3.6. Particules PM_{2,5}

La valeur moyenne annuelle en PM_{2,5} atteint 8 µg/m³ en 2022.

Nous observons quelques hausses ponctuelles plus ou moins marquées et sur de courtes durées durant l'année, mi-janvier, début et fin mars, mi-avril, et entre juin et mi-août. Elles se produisent généralement lors de conditions météorologiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air (air stable, inversions thermiques), combinées à des activités locales et/ou lors de rabattement de panaches issus des villages voisins.

Par ailleurs, cette année et tout comme l'an passé, quelques épisodes de hausses de particules fines (nuages chargés en sable saharien) observés notamment en mars, ont impacté les concentrations qui ont sensiblement augmenté.

A l'OPE, le maximum horaire atteint 46 µg/m³ le 16 janvier à 04 heures du matin (heure locale), et le maximum ¼ horaire 63 µg/m³ le 12 février à 05 heures 15 (heure locale) en lien avec la présence dans le ciel de sable saharien.

Les profils moyens journaliers ne mettent pas en évidence de variations significatives de concentrations en fonction des heures de la journée.

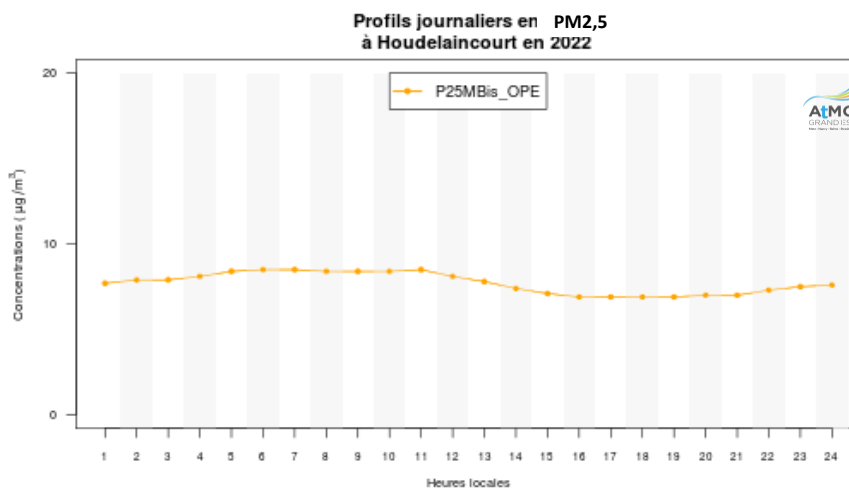


Figure 35 : Profils moyens journaliers 2022 en PM_{2,5} à Houdelaincourt

Comparaison à la réglementation

Tableau 15 : Résultats 2022 en particules PM_{2,5} à Houdelaincourt et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valeur limite	Annuelle	25	Non	8
Valeur cible	Annuelle	20	Non	8
Objectif de qualité	Annuelle	10	Non	8
Ligne directrice OMS :				
-moyenne à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	Journalière	25	Oui*	34*
-moyenne annuelle	Annuelle	10	Non	7

* valeur dépassée cinq fois les 2, 3, 8, 25 et 26 mars (lors d'un épisode de passage de sable du Sahara).

Les niveaux obtenus en PM_{2,5} respectent les différents seuils, sauf à celui de la Ligne directrice relative aux valeurs journalières à ne pas dépasser plus de trois jours par an. Notons que ces dépassements se sont produits lors d'un épisode de passage de nuages chargés en sable saharien.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

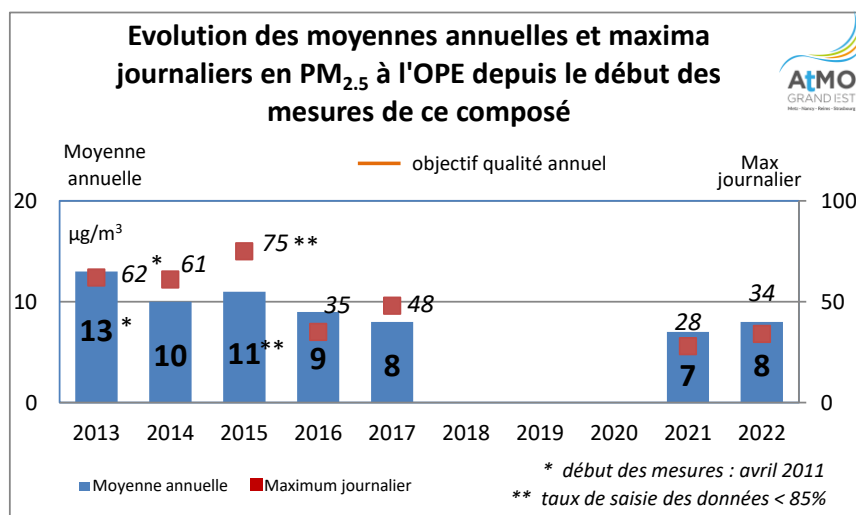


Figure 36 : Evolution des concentrations annuelles et des maxima journaliers en PM_{2,5} à Houdelaincourt depuis la création du site

Depuis le début des mesures, les concentrations moyennes annuelles observées oscillent entre 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les maxima journaliers mesurés depuis 2013 oscillent entre 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes de mesure d'ATMO Grand Est

Tableau 16 : Comparaison des teneurs moyennes 2022 en $PM_{2,5}$ à Houdelaincourt à celles d'autres sites fixes

Polluant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Moyenne annuelle à Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Jonville (rural/prox industriel)	Moyenne annuelle Donon Etoile (rural/fond)	Moyenne annuelle Lunéville (urbain/trafic)	Moyenne annuelle Forbach (urbain/fond)	Moyenne annuelle Colmar (urbain/fond)
$PM_{2,5}$	8	9	6	11	9	8

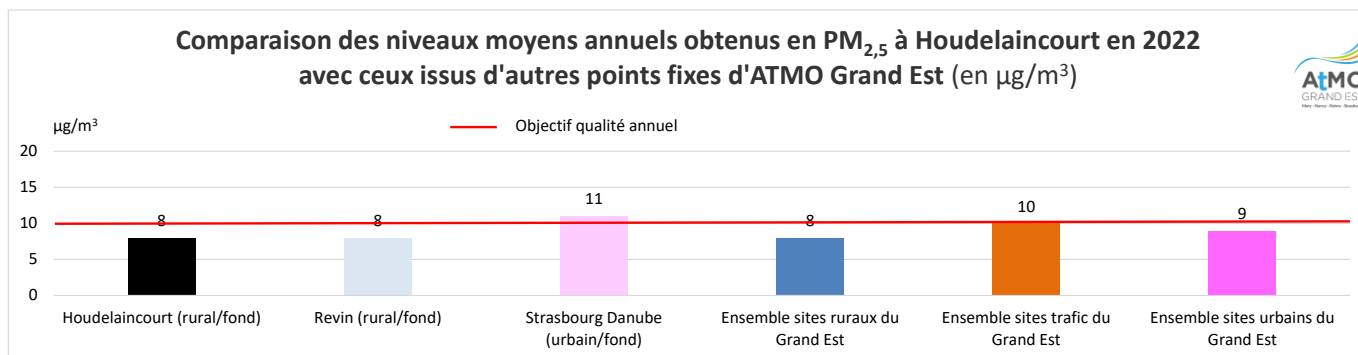


Figure 37 : Comparaison des taux moyens 2022 en $PM_{2,5}$ à Houdelaincourt à ceux d'autres sites d'ATMO Grand Est

La valeur moyenne annuelle obtenue à l'OPE est semblable à celle de l'ensemble des stations fixes de typologie rurale de la région Grand Est. Elle peut être assimilée à un niveau moyen de fond rural. A titre indicatif, elle est inférieure de 11% à celle de l'ensemble des sites urbains du Grand Est, et de -20 % par rapport aux sites urbains d'influence trafic.

Comparaison des résultats en $PM_{2,5}$ avec d'autres sites ruraux

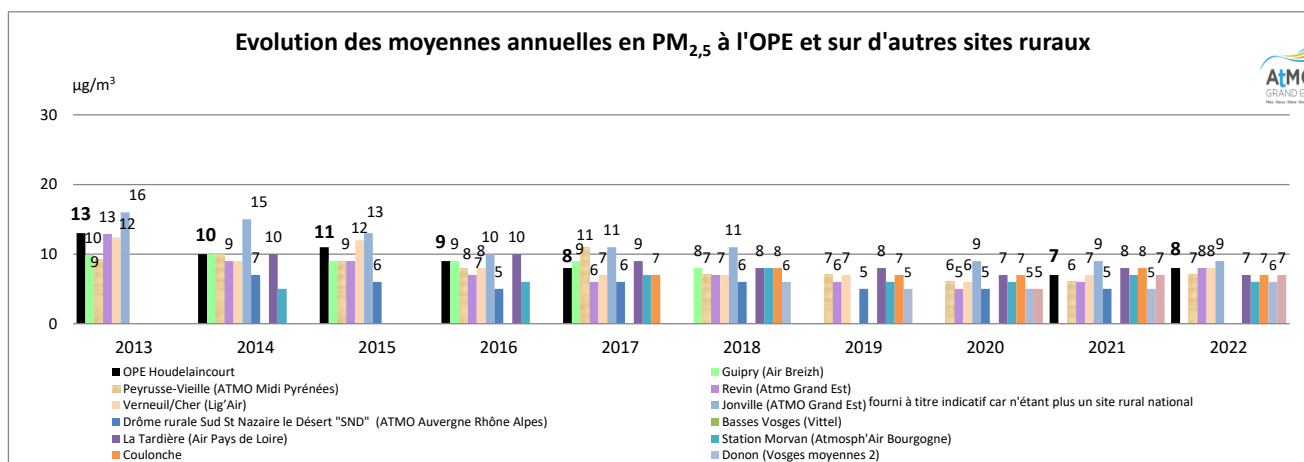


Figure 38 : Comparaison des valeurs annuelles en PM_{2,5} (en µg/m³) à Houdelaincourt avec celles des sites ruraux

Les teneurs moyennes 2022 des différents points fixes ruraux sont assez semblables, hormis, tout comme pour les mesures en PM₁₀, à Jonville-en-Woëvre en raison de sa localisation au cœur du village.

8.3.7. Ammoniac NH₃

Un analyseur d'ammoniac est en service depuis septembre 2020.

La moyenne annuelle atteint 3 µg/m³ : à titre indicatif, elle dépasse le niveau critique annuel pour la protection des lichens/bryophytes (1 µg/m³), et elle atteint celui relatif à la protection des végétaux supérieurs (3 µg/m³). Pour rappel, il n'existe pas à l'heure actuelle de seuils réglementaires pour la qualité de l'air.

Sont présentés ci-après l'évolution des valeurs moyennes mensuelles et journalières en 2022, ainsi qu'un zoom sur la période où les teneurs horaires sont les plus significatives.

Le mois de mars présente les concentrations les plus élevées (maximum horaire de 31 µg/m³ le 16 mars à 18 heures (heure locale) avec des vents faibles à modérés orientés au nord-est (55% du temps) et sud-est (20%)). Quelques hausses sont également mesurées principalement mi-février et en mars, lors d'épisodes de hausses des niveaux en particules fines en raison du passage de nuages chargés en sable saharien.

Les conditions météorologiques rencontrées, couplées aux activités agricoles locales en cette période de l'année (épandage ...) peuvent également expliquer ces observations.

A titre indicatif, le maximum mensuel observé en NH₃ à l'OPE (< 10 µg/m³) est inférieur au niveau critique mensuel de 23 µg/m³ retenu provisoirement pour prendre en compte de possibles pics d'émissions pendant les périodes d'épandage (par exemple au printemps).

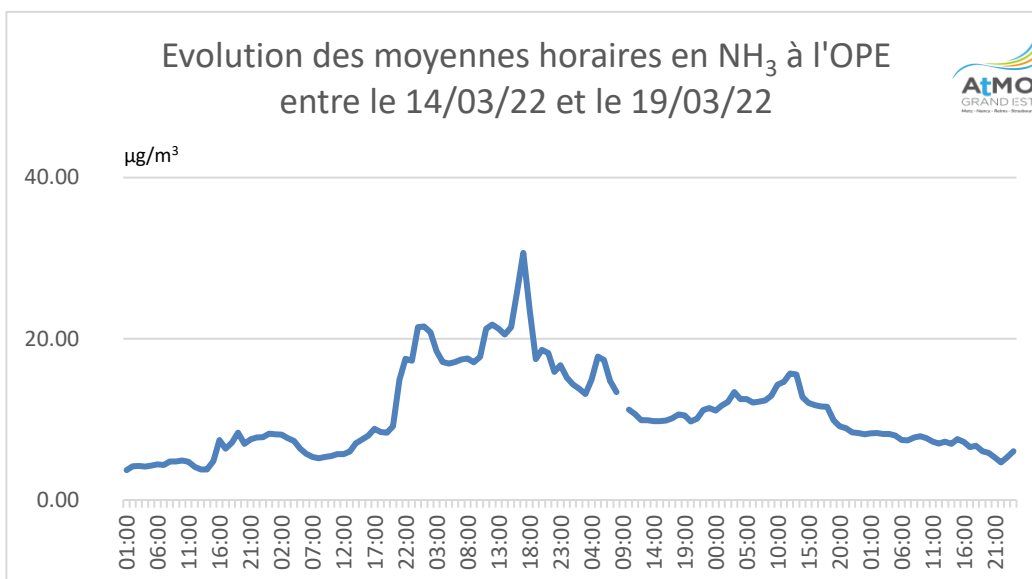
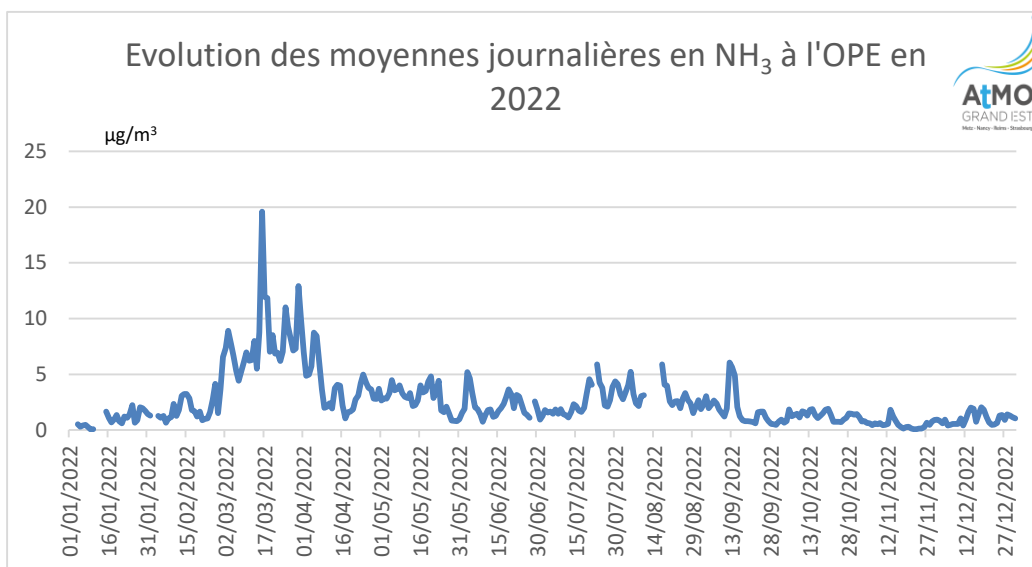
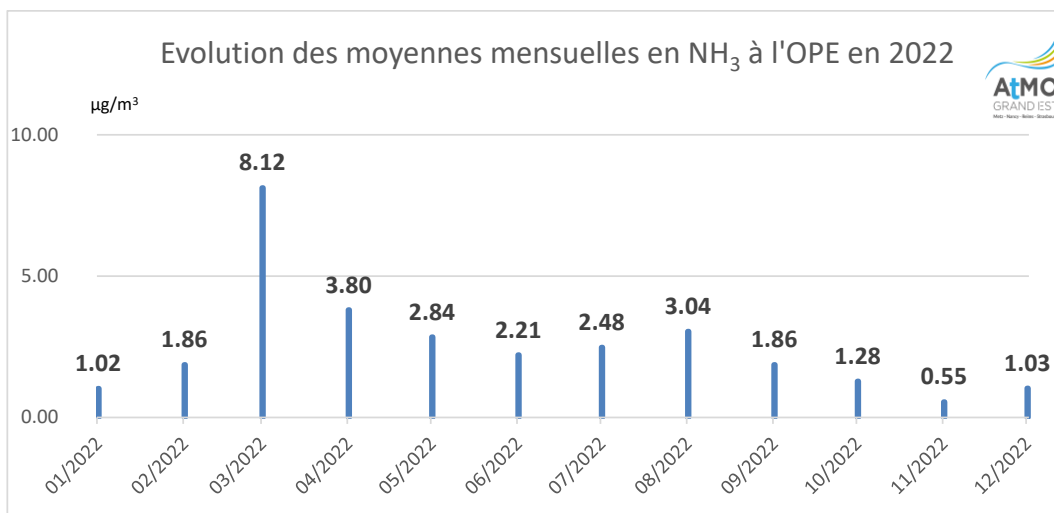


Figure 39 : Valeurs moyennes mensuelles et journalières en NH₃ à Houdelaincourt en 2022 et zoom sur les niveaux horaires les plus élevés

Les profils moyens journaliers ne mettent pas en évidence de variations très significatives de concentrations en fonction des heures de la journée.

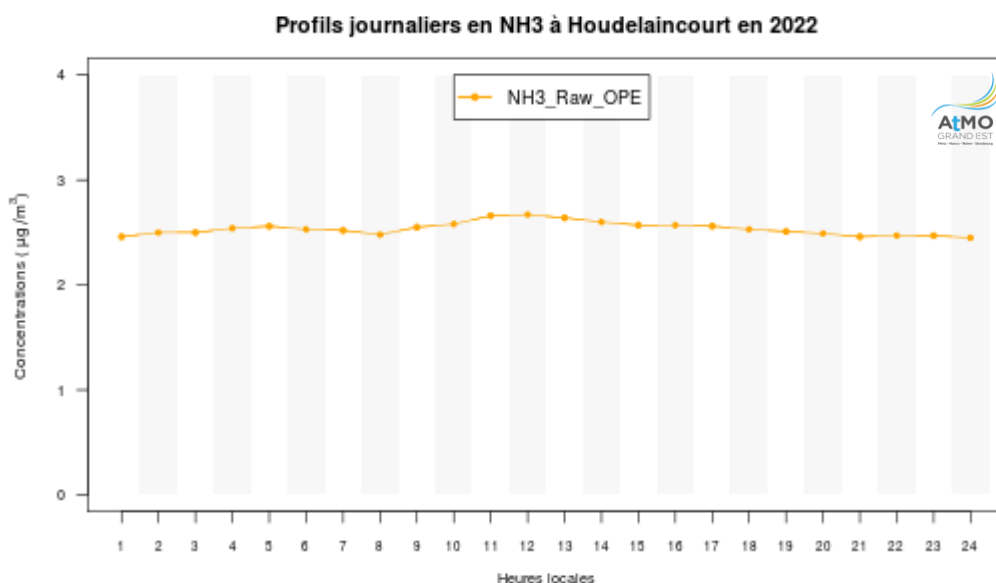


Figure 40 : Profils moyens journaliers 2022 en NH₃ à Houdelaincourt

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

La figure suivante présente l'évolution des niveaux moyens annuels mesurés en NH₃ depuis 2021.

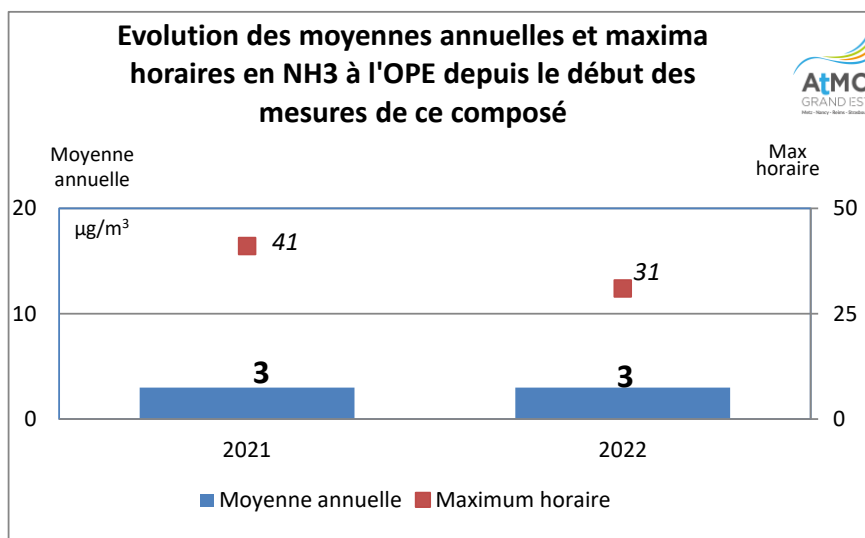


Figure 41 : évolution des moyennes annuelles en NH₃ à Houdelaincourt

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes de mesure d'ATMO Grand Est

Tableau 17 : Comparaison des teneurs moyennes 2022 en NH₃ à Houdelaincourt à celles d'autres sites fixes

Polluant (µg/m ³)	Moyenne annuelle Houdelaincourt (rural/fond)	Moyenne annuelle Jonville (rural/prox industriel)	Moyenne annuelle Reims Doumer (urbain/trafic)	Moyenne annuelle Strasbourg Danube (urbain/fond)	Moyenne annuelle Revin (rural/fond)
NH ₃	3	8	5	5	2

En fonction des données disponibles, la valeur moyenne annuelle obtenue à Houdelaincourt est proche de celle issue du site rural de Revin, et environ deux voire près de trois fois plus basse que celles provenant des autres sites d'ATMO Grand Est.

Comparaison des résultats en NH₃ avec d'autres sites ruraux

En fonction des données disponibles, le graphique suivante présente les valeurs moyennes annuelles 2022 obtenues en NH₃ sur d'autres sites ruraux nationaux (source IMT).

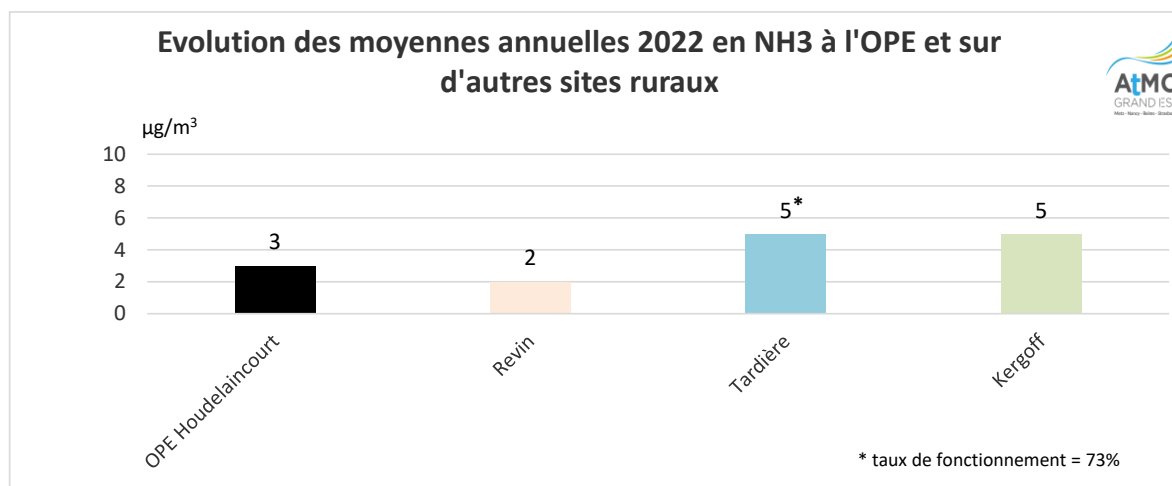


Figure 42 : moyennes annuelles en NH₃ à Houdelaincourt et sur d'autres sites ruraux en 2022

La valeur moyenne annuelle en NH₃ obtenue à l'OPE en 2022 est environ 40% plus faible que celles des sites ruraux de Kergoff (Finistère) et de la Tardière (Air Pays de Loire). Elle se rapproche de celle mesurée sur le site de Revin.

8.3.8. Black carbon

Le Black Carbon est mesuré par un analyseur AE33 permettant de distinguer la part provenant de la combustion incomplète d'hydrocarbures appelée BCff (fossil fuel), essentiellement issue du trafic routier, de celle issue de la combustion de biomasse appelée BCwb (wood burning).

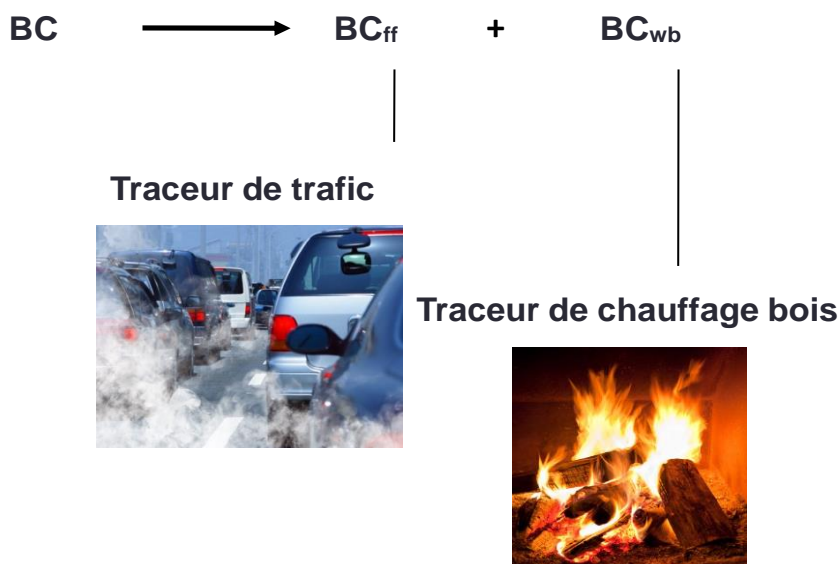


Figure 43 : distinction entre le Black Carbon total, celui issu de la combustion incomplète de fuel fossile (BCff) et celui provenant de la combustion incomplète de biomasse BCwb (chauffage au bois, brûlis...).

La figure suivante présente les valeurs moyennes annuelles 2022 à Houdelaincourt en Black Carbon total BC, BCff et BCwb.

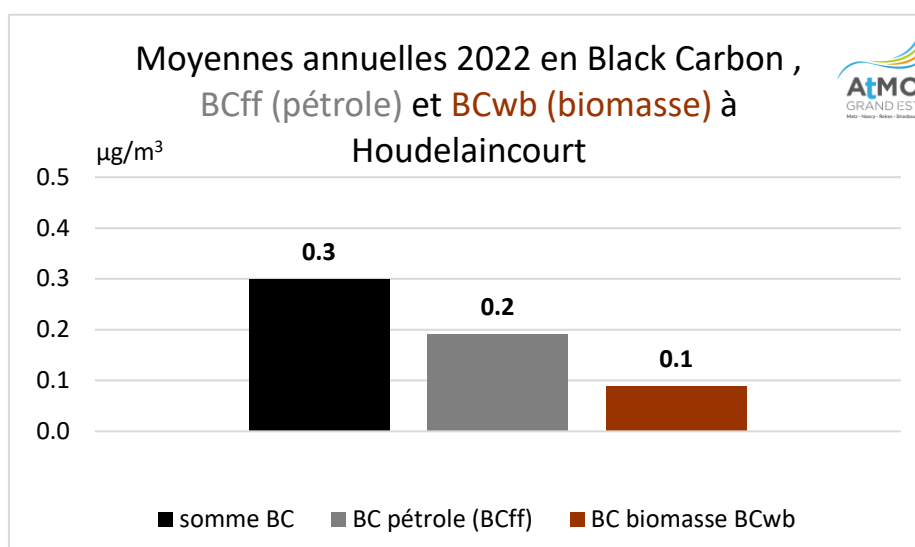


Figure 44 : valeurs moyennes annuelles 2022 en BC, BCff et BCwb obtenues à Houdelaincourt

Le Black Carbon mesuré à l'OPE est associé à des concentrations très faibles par rapport aux autres sites régionaux en zone urbaine (BC entre 0,7 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en site urbain de fond en 2022). Le Black Carbon issu de la combustion d'hydrocarbures (BCff) représente 63% du BC total, probablement en lien avec les engins à moteur liés à l'agriculture. Ces résultats sont cohérents avec la typologie rurale de la station, entourée par des zones agricoles dégagées à plusieurs centaines de mètres des habitations et des routes les plus proches, sans la présence d'activités industrielles à proximité directe de celle-ci.

Evolution des niveaux depuis la mise en service de la station fixe de l'OPE

La figure suivante présente l'évolution des niveaux moyens annuels mesurés en Black Carbon depuis 2021.

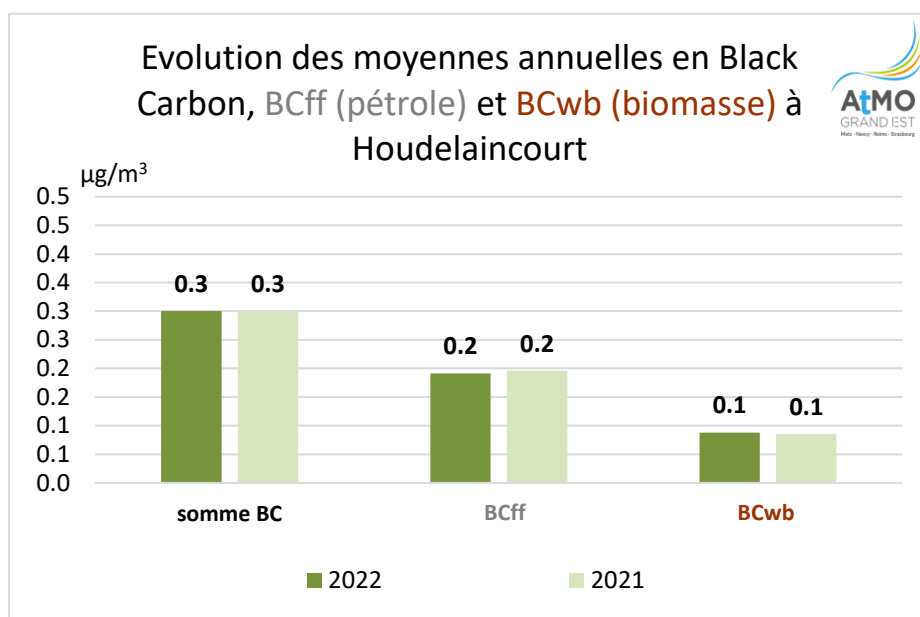


Figure 47 : évolution des valeurs moyennes annuelles en Black Carbon à Houdelaincourt

Les valeurs moyennes annuelles du BCff et BCwb sont globalement similaires en 2021 et 2022.

Lors des périodes relatives au printemps et à l'été en 2021 et 2022, le constat est globalement similaire : la part du BCff représente environ 80% minimum du carbone suie, contre 20% pour la combustion de biomasse (chauffage au bois), ce constat étant cohérent avec la période de l'année où l'on ne chauffe pas.

Comparaison des résultats à ceux d'autres sites fixes

Comparaison des résultats avec d'autres points fixes de mesure d'ATMO Grand Est

La figure suivante compare les valeurs moyennes annuelles 2022 obtenues en BCff et BCwb à Houdelaincourt à celles des autres stations fixes d'ATMO Grand Est mesurant actuellement ces composés.

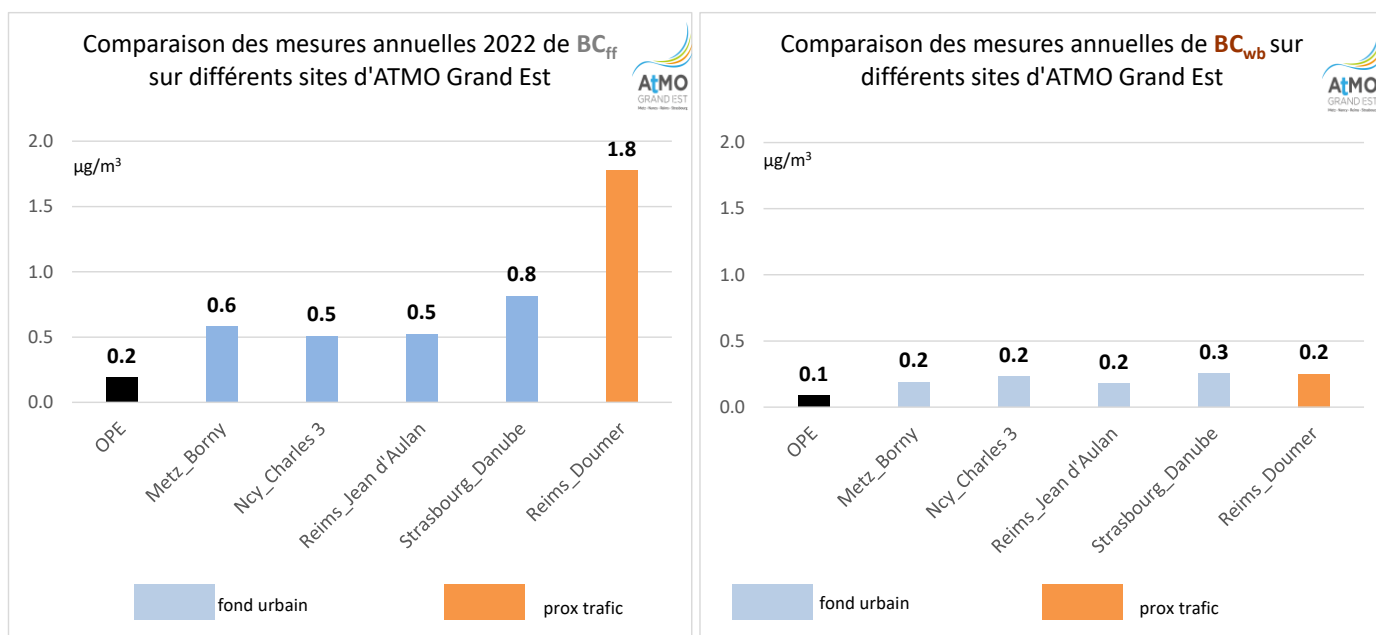


Figure 48 : moyennes annuelles 2022 de BC_{ff} et BC_{wb} à Houdelaincourt et sur d'autres sites d'ATMO Grand Est

Les concentrations moyennes annuelles BC_{ff} et BC_{wb} sont les plus faibles à Houdelaincourt : la valeur moyenne annuelle en BC_{ff} est environ deux à quatre fois plus basse que celles provenant des sites de fond urbain d'ATMO Grand Est, et neuf fois plus faible que celle du site de proximité trafic localisé à Reims Doumer.

La tendance est la même pour le BC_{wb}, à savoir une teneur moyenne annuelle à Houdelaincourt entre deux et trois fois plus faible que celles des autres stations urbaines d'ATMO Grand Est.

Comparaison des résultats en black carbon avec d'autres sites ruraux

Les sites ruraux nationaux n'étant pas d'équipés de mesures en continu du black carbon, nous ne réaliserons pas de comparaison avec les résultats d'Houdelaincourt.

La figure suivante l'évolution des concentrations en BC_{ff} et BC_{wb} à l'échelle mensuelle, journalière et horaire.

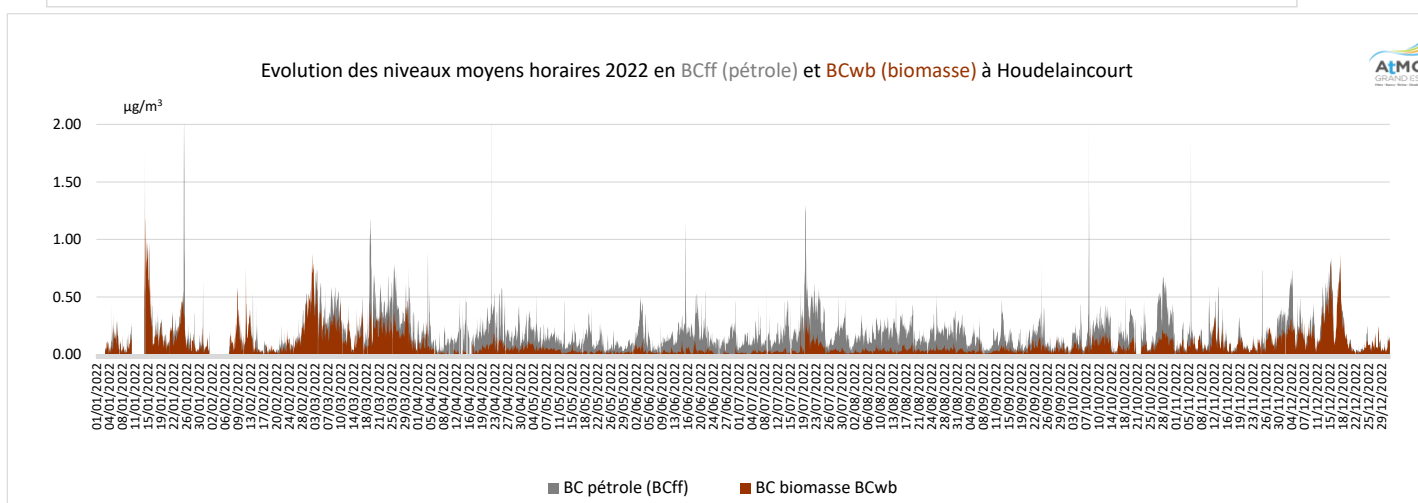
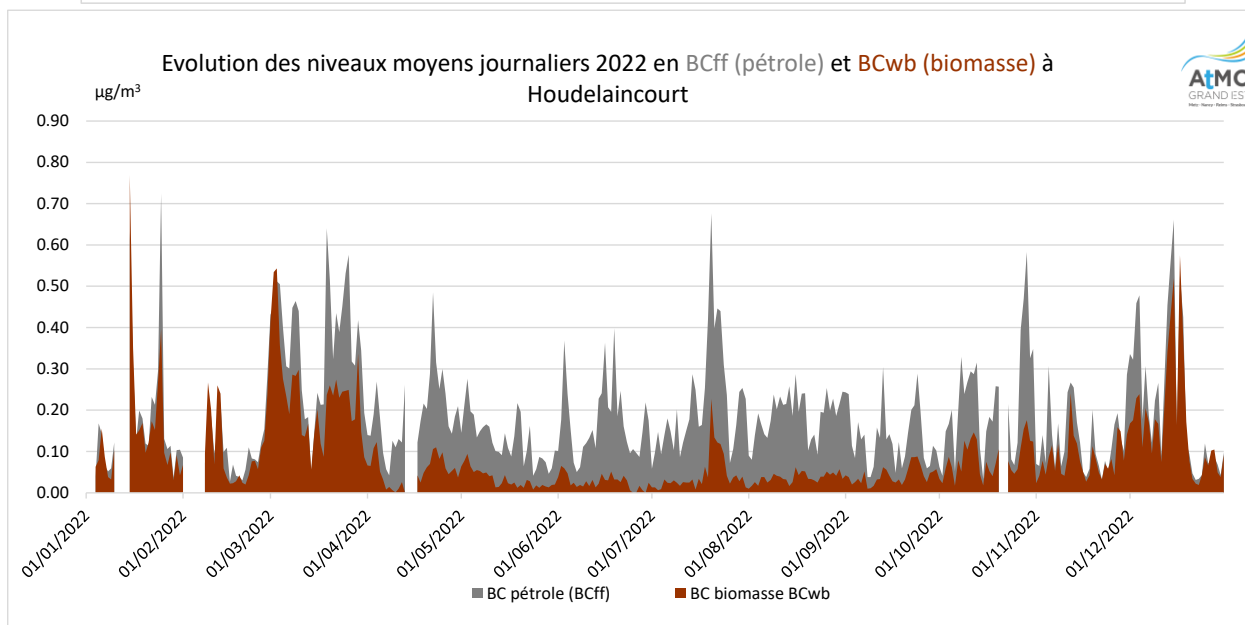
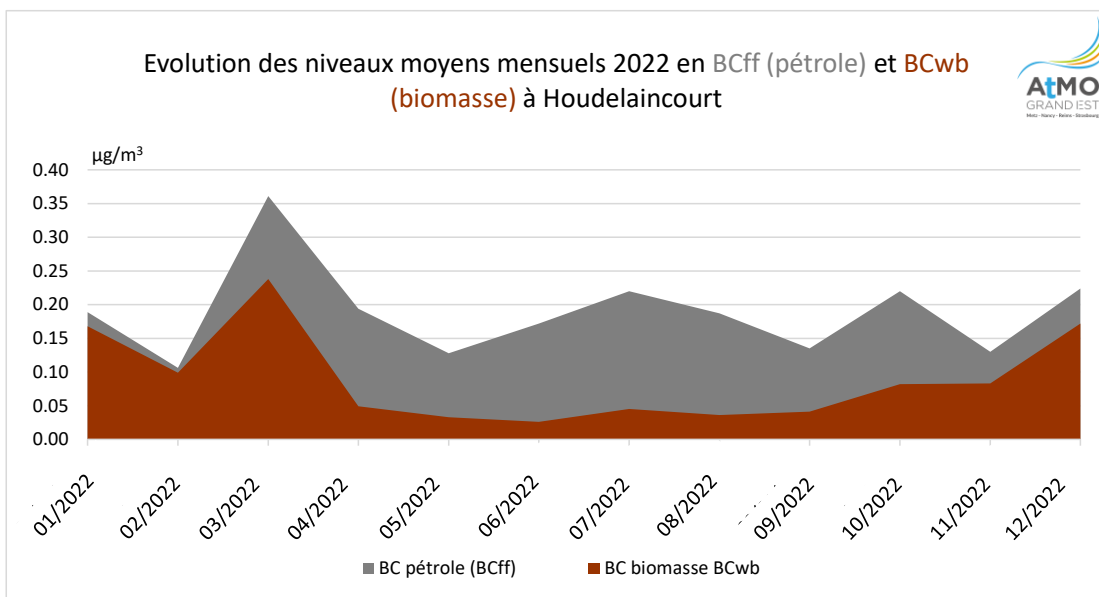


Figure 45 : évolution des concentrations mensuelles, journalières et horaires en Black Carbon à Houdelaincourt en 2022

En prenant en compte les variabilités temporelles du BCff et BCwb à l'échelle du mois et au cours des journées en 2022, la période printanière et l'été correspondent aux périodes où le BCff représente la majorité des concentrations en carbone suie (plus de 80% en moyenne). En période hivernale (de novembre à mars), la proportion de BCwb est plus élevée, atteignant 43% en moyenne.

L'augmentation du BCff en été peut s'expliquer par une hausse de l'utilisation des engins à moteurs liées à l'activité agricole et l'augmentation du BCwb en période hivernale par l'utilisation accrue du chauffage au bois.

En 2022 à l'OPE, le maximum horaire atteint 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en BCff (le 22 avril 15 heures, heure locale) et 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en BCwb (le 14 janvier 19 heures, heure locale).

Les profils moyens journaliers ne mettent pas en évidence de variations très significatives de concentrations en fonction des heures de la journée confirmant l'absence d'une source locale très marquée.

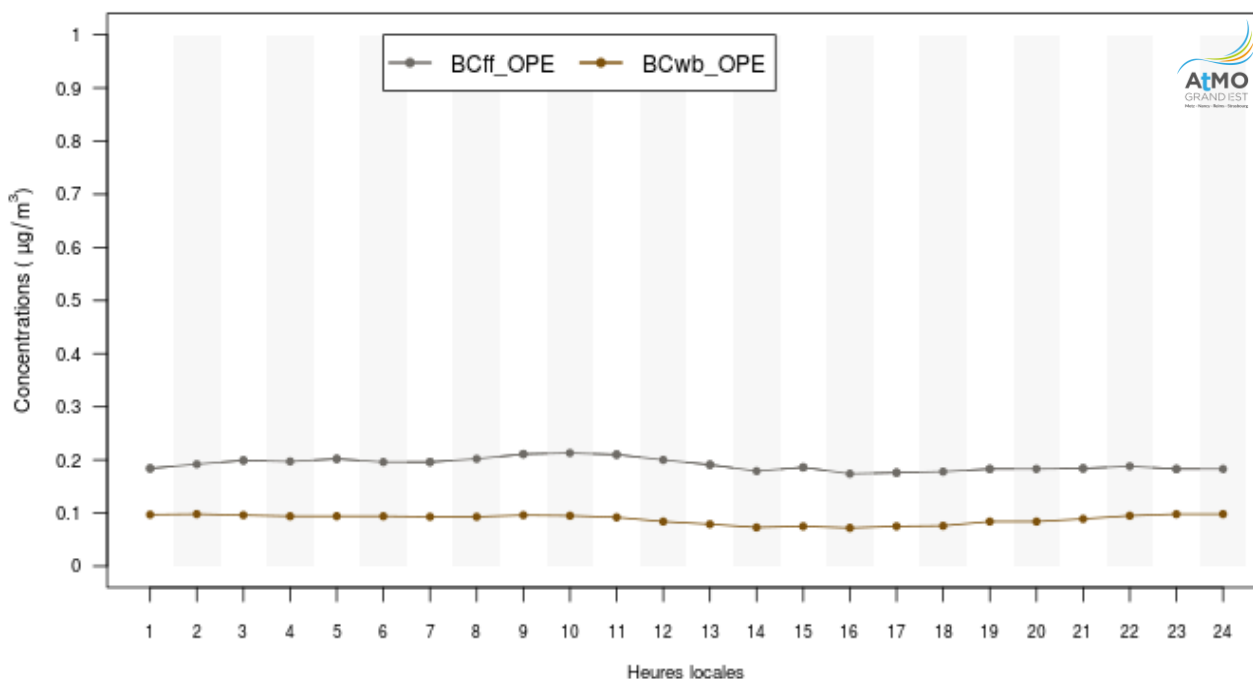


Figure 46 : Profils moyens journaliers 2022 en BCff et BCwb à Houdelaincourt

Bilan concernant les mesures continues à l'OPE en 2022...

- En **NO₂**, **PM₁₀**, **PM_{2,5}** et **O₃** : les concentrations moyennes mesurées en 2022 demeurent **satisfaisantes** et à des ordres de grandeur similaires à celles obtenues sur les autres sites fixes ruraux pour ces mêmes polluants. Les teneurs en **SO₂** et **CO** restent **négligeables**.
- En **NH₃**, on obtient une moyenne annuelle de 3 µg/m³, proche du site rural de Revin, et deux voire près de trois fois plus faible que celles des autres sites d'ATMO Grand Est. Il n'existe pas de seuil réglementaire en lien avec la qualité de l'air actuellement.
- Pour le **Black carbon BC**, les concentrations moyennes annuelles en **BCff** et **BCwb** (respectivement 0,2 µg/m³ et 0,1 µg/m³) sont les plus faibles à l'OPE : la valeur moyenne annuelle en BCff est jusqu'à quatre fois plus basse que celles issues des sites de fond urbain d'ATMO Grand Est, et neuf fois plus faible que celle du site de proximité trafic de Reims. En BCwb, on observe la même tendance à savoir un niveau moyen annuel de deux à presque trois fois plus faible que ceux des autres stations fixes d'ATMO Grand Est. Il n'existe pas de seuil réglementaire en lien avec la qualité de l'air actuellement.
- Comme chaque année, des hausses ponctuelles marquées et sur de courtes durées se produisent parfois en particules PM, tout comme les années antérieures. Elles sont généralement observées lors de conditions météorologiques défavorables à une bonne dispersion des masses d'air (air stable), et/ou lors d'activités à proximité du point de mesures, et/ou lors de rabattement de panaches venant des villages voisins. De plus, comme en 2021 ou 2020, de nouveaux épisodes de hausses sensibles des niveaux en PM₁₀-PM_{2,5} se sont produits notamment en février et en mars, liés au passage de masses d'air chargées en sable du Sahara.
- Des comparaisons aux seuils réglementaires actuellement en vigueur indiquent de nouveau que seul l'ozone ne respecte pas les valeurs réglementaires relatives aux objectifs à long terme pour la protection de la végétation et de la santé. Ce constat est récurrent à l'OPE depuis la mise en service du site en 2011. Les caractéristiques du point de mesures, rural, combinées aux conditions météorologiques rencontrées et aux particularités de formation et destruction de ce polluant photochimique secondaire expliquent ces dépassements qui ne correspondent pas à un phénomène localisé.

Par rapport aux lignes directrices remises à jour en 2021 fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'ozone et les PM_{2,5} les dépassent (seuils abaissés en 2021).

- Concernant les dépassements des seuils réglementaires en lien avec l'exposition aiguë des populations, aucun dépassement de la procédure d'information-recommandations ou d'alerte relatif au **NO₂**, **O₃**, et **SO₂** en 2022 à l'OPE Houdelaincourt n'est observé. Pour les **PM₁₀**, le seuil d'information-recommandations est dépassé au niveau de la station fixe de l'OPE le 29 mars et sur certains autres sites du réseau d'ATMO (déclenchement effectué, mais sans procédure préfectorale) : l'import de particules d'origine saharienne a également pu contribuer aux niveaux enregistrés.
- Des comparaisons entre les niveaux des polluants mesurés en 2022 à l'OPE et sur diverses stations fixes rurales sur le territoire national indiquent des concentrations moyennes en **NO₂**, **PM** et **O₃** globalement similaires ; elles correspondent à des niveaux de fond rencontrés sur ce type de point fixe de mesures.

8.4. RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

Mesures des HAP effectuées à l'OPE Houdelaincourt

En 2022, 75* prélèvements de HAP dans les PM₁₀ ont été réalisés (dont 17 blancs), soit 58 échantillons hors blancs, la périodicité étant d'un prélèvement sur vingt-quatre heures tous les six jours.

L'annexe 10 présente les résultats obtenus en 2022.

Tableau 18 : Valeurs minimales et maximales obtenues en HAP (ng/m³) dans les PM₁₀ à l'OPE Houdelaincourt en 2022

	Composé	Moyenne annuelle (ng/m ³)
HAP réglementé	Benzo(a)pyrène	0,05
HAP non réglementés	Chrysène	0,05
	Benzo(j)fluoranthène	0,05
	Benzo(g,h,i)pérylène	0,07
	Dibenzo(a,h)anthracène	0,01
	Benzo(a)anthracène	0,03
	Benzo(e)pyrène	0,06
	Benzo(b)fluoranthène	0,08
	Benzo(k)fluoranthène	0,04
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,07

La concentration moyenne annuelle obtenue en benzo(a)pyrène en 2022 (composé réglementé) est significativement faible par rapport à la valeur cible annuelle fixée à 1 ng/m³.

Les profils du benzo(a)pyrène ainsi que les autres composés non réglementés sont visualisés ci-après. Pour rappel, lorsque les valeurs identifiées sont inférieures à la valeur limite de quantification (LQ), elles sont remplacées par la valeur de la LQ/2 (0,01 ng/m³).

** 77 prélèvements initialement prévus, mais deux n'ont pas été effectués en juillet en raison d'une campagne (EMEP) réalisée au niveau des PM₁₀ du 12 au 20 juillet 2022 sur le site.*

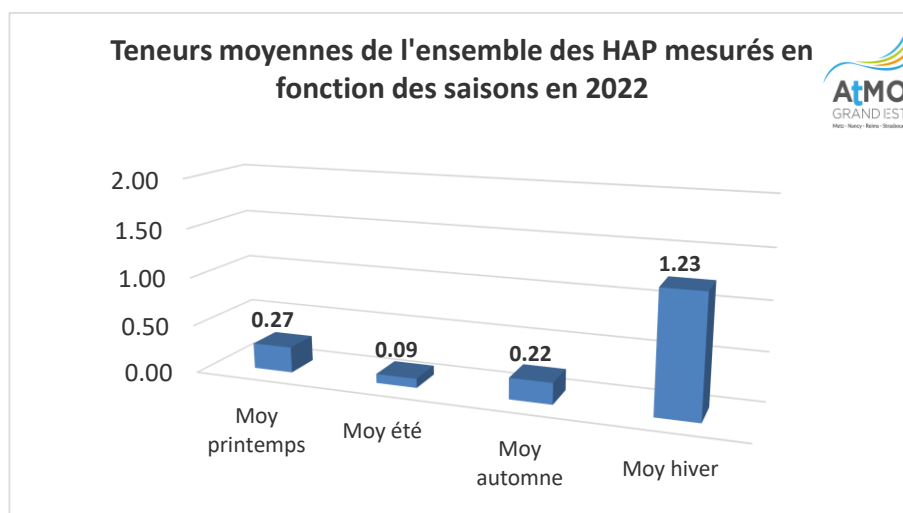
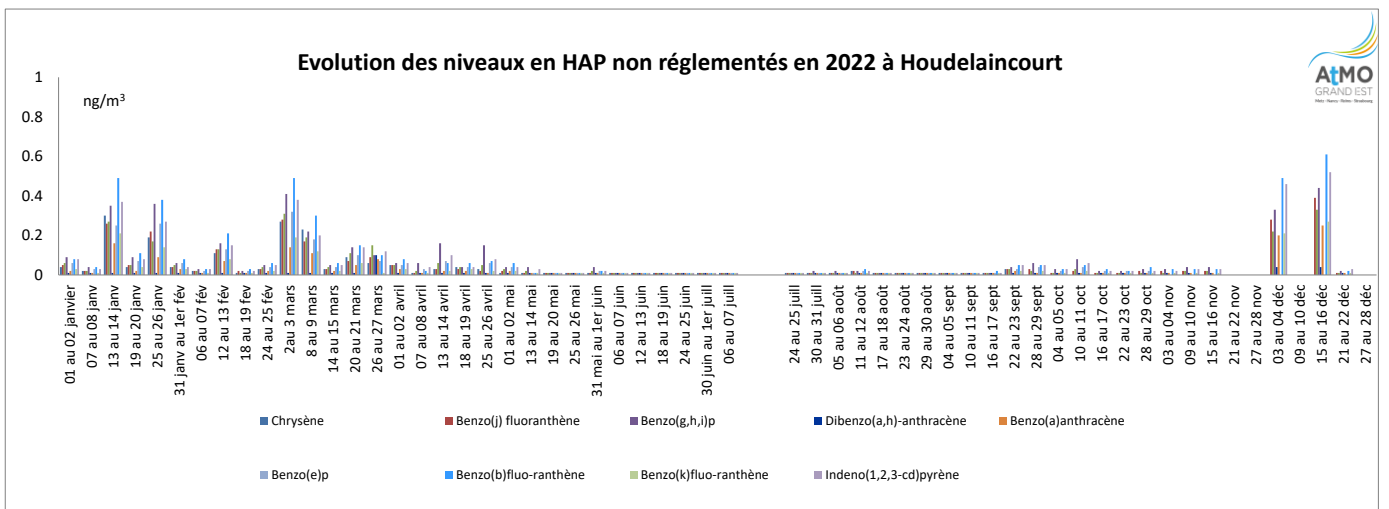
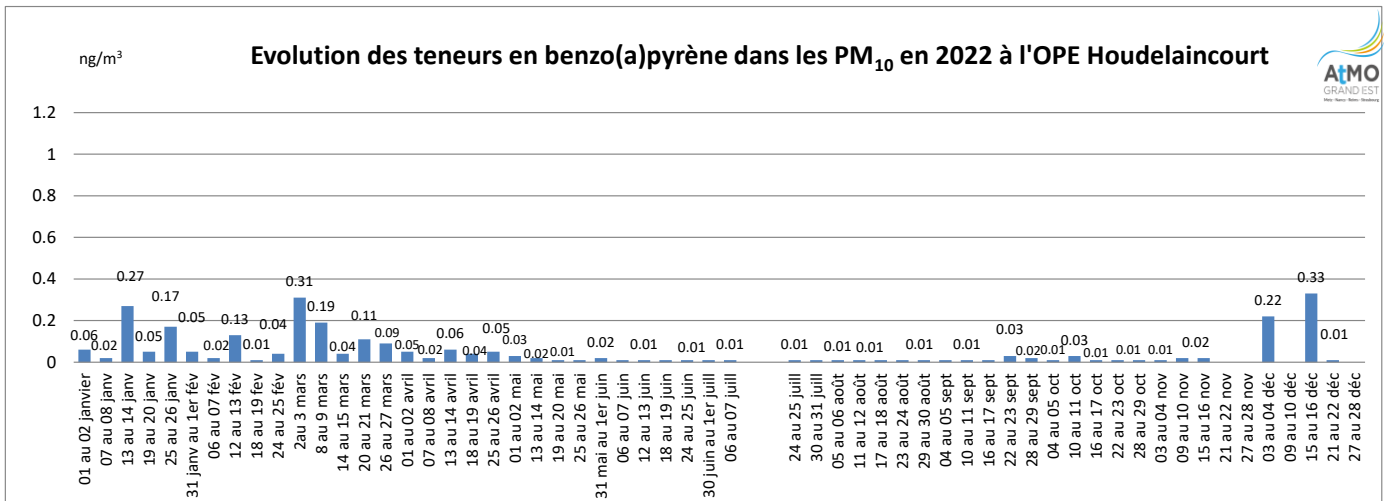


Figure 49 : Teneurs en HAP mesurées dans les PM₁₀ à l'OPE Houdelaincourt en 2022

Tout comme les années précédentes, un profil saisonnier est visible, avec des niveaux moyens faibles en été et plus élevés en période hivernale. Cette observation demeure cohérente puisque les HAP présentent généralement des concentrations moyennes plus élevées en automne-hiver qu'en période estivale.

Plusieurs facteurs expliquent cette tendance :

- un facteur d'émission : les émissions liées au chauffage individuel ou collectif sont généralement plus importantes en hiver. Pour rappel, le secteur résidentiel est le principal émetteur de HAP.
- un facteur chimique : la dégradation des HAP est plus importante en période estivale, en lien avec des réactions photochimiques plus intenses et des températures plus importantes.
- un facteur météorologique : l'atmosphère est généralement plus stable en hiver, avec la présence d'inversions thermiques/air stable, ce qui limite la dispersion des polluants.

Concernant la répartition des divers composés mesurés, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(g,h,i)pérylène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène représentent les HAP dont les concentrations moyennes sont les plus élevées : ces composés représentent en effet respectivement 16%, 14%, et 14% des HAP mesurés en 2022.

Tout comme les années précédentes, les plus faibles teneurs moyennes proviennent du dibenzo(a,h)anthracène, avec 2%, tout comme pour la période allant de 2018 à 2021 (1% en 2017). Ce constat est cohérent avec les éléments fournis dans la littérature.

Evolution des niveaux en HAP dans les PM₁₀ depuis la mise en service du site fixe

La figure suivante présente l'évolution des niveaux moyens annuels mesurés en HAP depuis 2012 (absence de moyennes annuelles en 2019 et 2020).

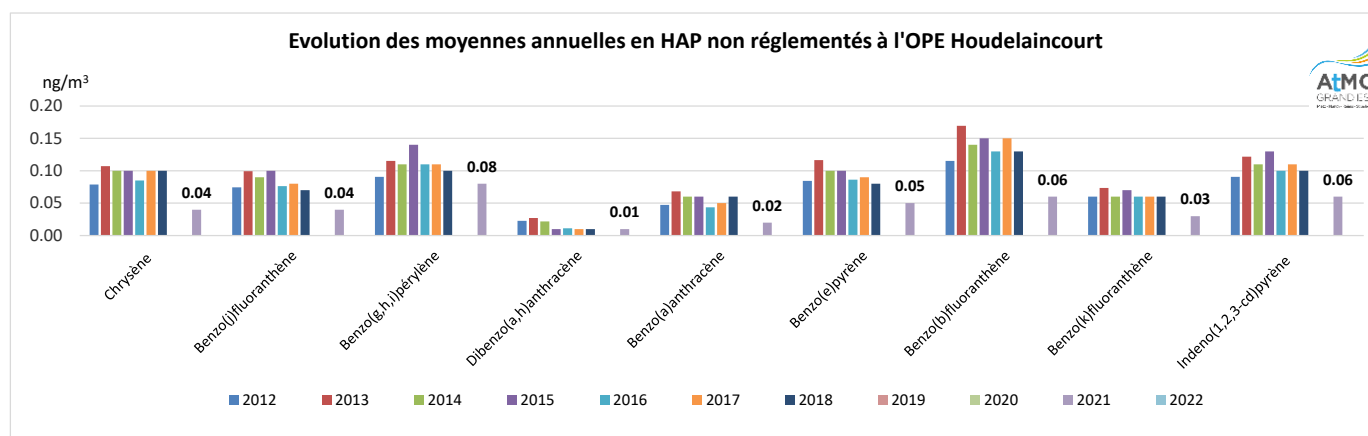
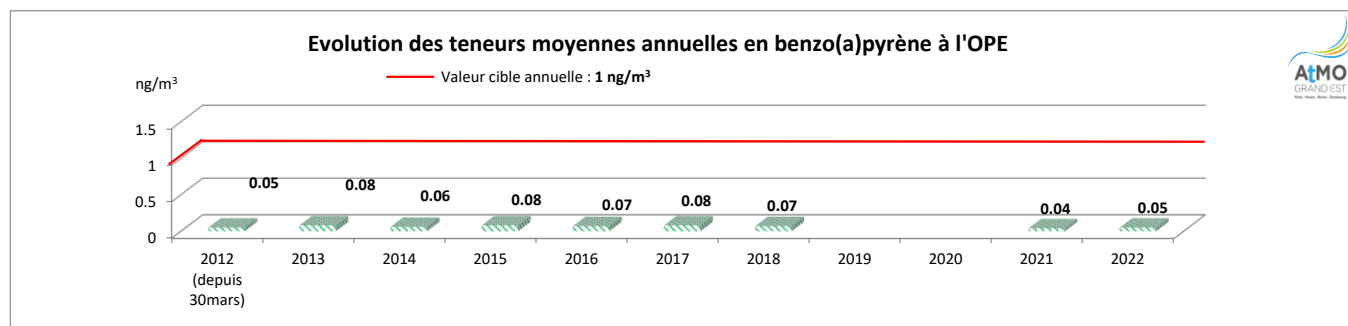


Figure 50 : Evolution des teneurs en HAP à l'OPE Houdelaincourt depuis 2012

L'évolution des concentrations moyennes annuelles en benzo(a)pyrène depuis 2012 (en fonction des données disponibles) indique qu'elles demeurent faibles (inférieures à 0,1 ng/m³), soit dix fois moins élevées que la valeur cible annuelle (1 ng/m³). Pour les autres HAP, les concentrations moyennes annuelles restent faibles.

Comparaison des niveaux en HAP à Houdelaincourt avec ceux d'autres sites ruraux

En fonction des données disponibles, les niveaux moyens annuels obtenus en HAP en 2022 à l'OPE Houdelaincourt sont comparés à ceux obtenus sur d'autres sites fixes ruraux présents sur le territoire national, dont certains font partie du dispositif MERA (annexe n°9).

Pour rappel, le site de Jonville en Woëvre, localisé au centre du village, n'est pas pris en compte.

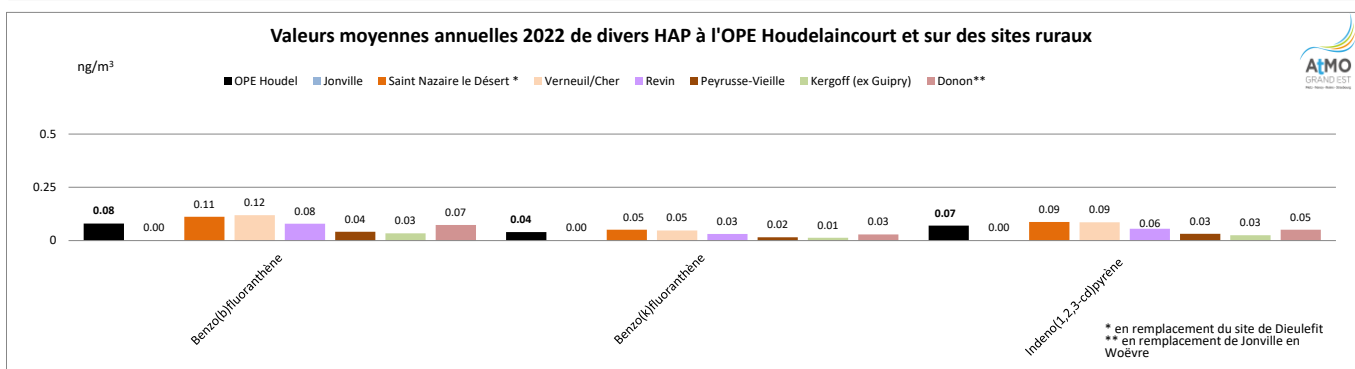
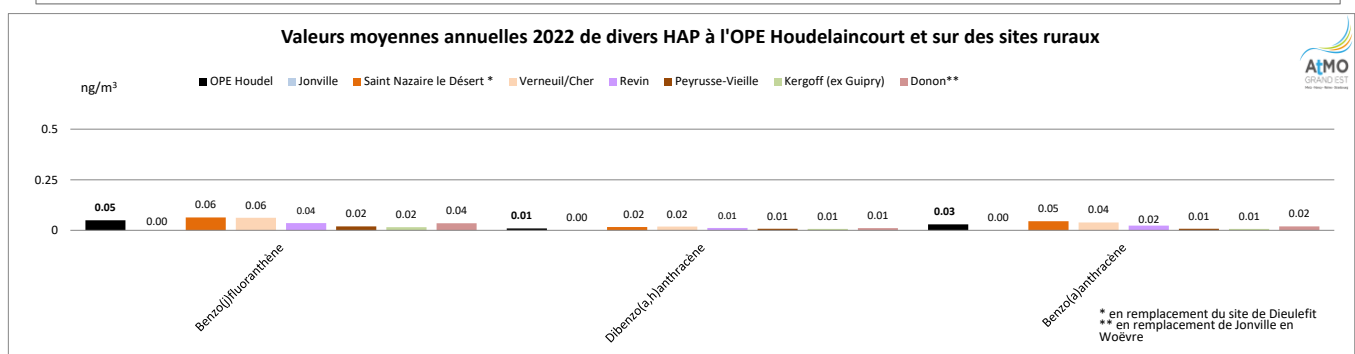
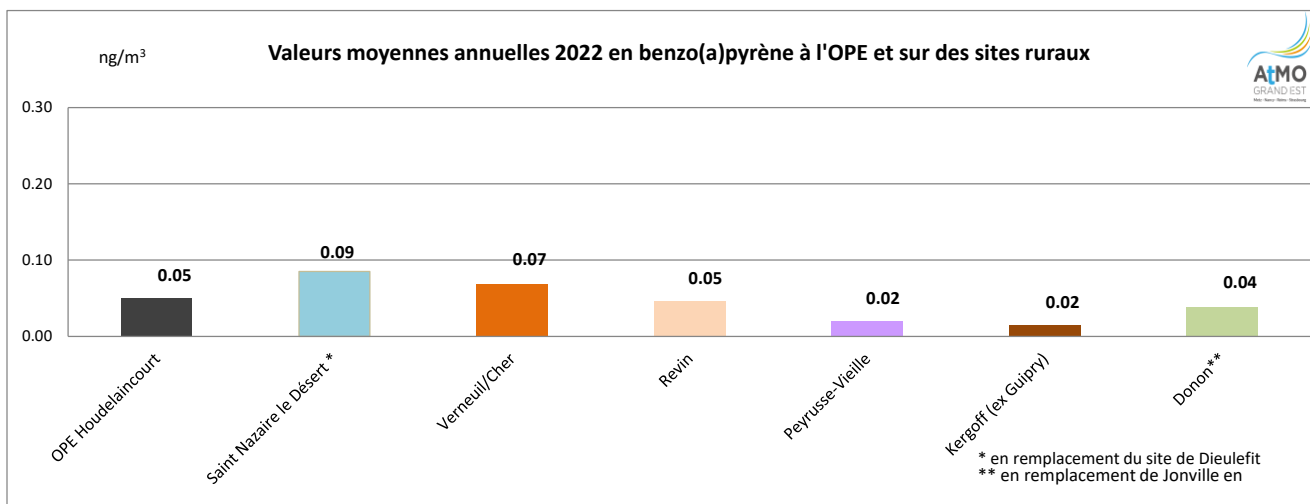


Figure 51 : Evolution des niveaux en HAP à Houdelaincourt et sur d'autres sites ruraux en 2022

Sur l'ensemble des sites, les concentrations moyennes annuelles en benzo(a)pyrène sont comprises entre 0,02 ng/m³ et 0,09 ng/m³.

Les niveaux moyens annuels des autres HAP non réglementés oscillent entre 0,01 ng/m³ et 0,18 ng/m³ en fonction du composé et du site de mesure. Comme les années précédentes, et quelle que soit la station fixe prise en compte, le dibenzo(a,h)anthracène présente les concentrations moyennes les plus basses et le benzo(b)fluoranthène les teneurs les plus élevées. La valeur moyenne annuelle 2022 en benzo(a)pyrène (0,05 ng/m³) est similaire à celles mesurées à Revin et au Donon.

8.5. RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES ELEMENTS TRACES METALLIQUES

Les métaux lourds sont recherchés dans les fractions granulométriques des particules fines en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns.

Pour rappel, les directives 2008/50/CE (concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe) et 2004/107/CE (concernant notamment l'arsenic, le cadmium, le nickel dans l'air ambiant) fixent pour ces métaux lourds en phase particulaire une valeur cible en moyenne annuelle à respecter pour les trois premiers métaux lourds, ainsi qu'une valeur limite et un objectif de qualité pour le plomb.

Mesures des éléments traces métalliques effectuées à l'OPE Houdelaincourt

En 2022, 39 prélèvements ont été réalisés (dont 12 blancs terrain), la périodicité étant d'un prélèvement sur quatorze jours avec le préleveur Partisol : ils ont débuté le 22 décembre 2021 et se sont achevés le 4 janvier 2023. La couverture temporelle en 2022 atteint 100%. Tous les prélèvements sont exploitables et l'ensemble des blancs terrain a été validé.

L'annexe 10 présente les résultats détaillés.

Tableau 19 : Teneurs moyennes obtenues en éléments traces métalliques dans les PM₁₀ à l'OPE Houdelaincourt en 2022

	Composé	Moyenne annuelle 2022 en ng/m ³ (sauf le plomb en µg/m ³)
Eléments traces métalliques	Nickel	<1 (0,45)
	Arsenic	<1 (0,19)
	Cadmium	<1 (0,05)
	Plomb	<0,1 (0,0023)

Les niveaux moyens enregistrés demeurent très faibles au regard des valeurs réglementaires (20 ng/m³ pour le nickel, 6 ng/m³ pour l'arsenic, 5 ng/m³ pour le cadmium et 0,5 µg/m³ pour le plomb).

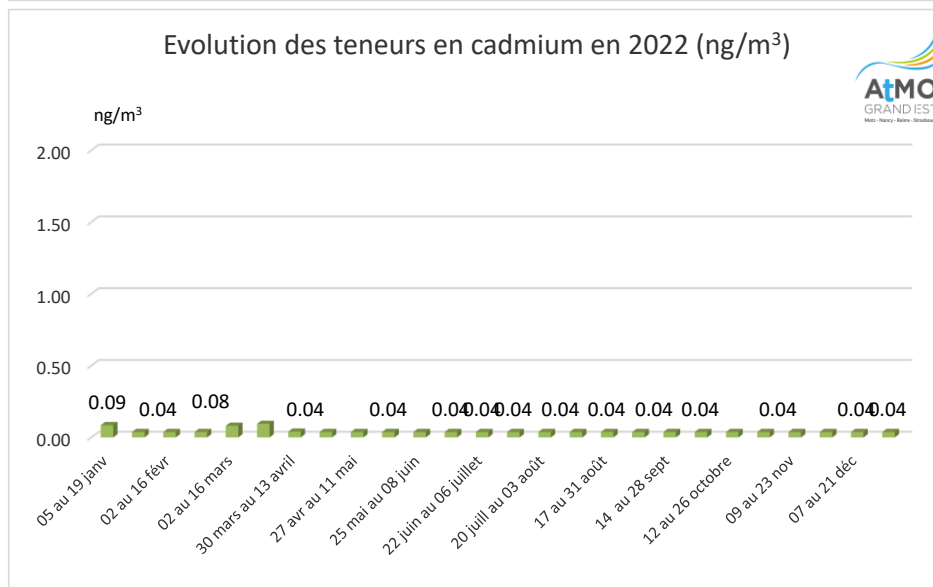
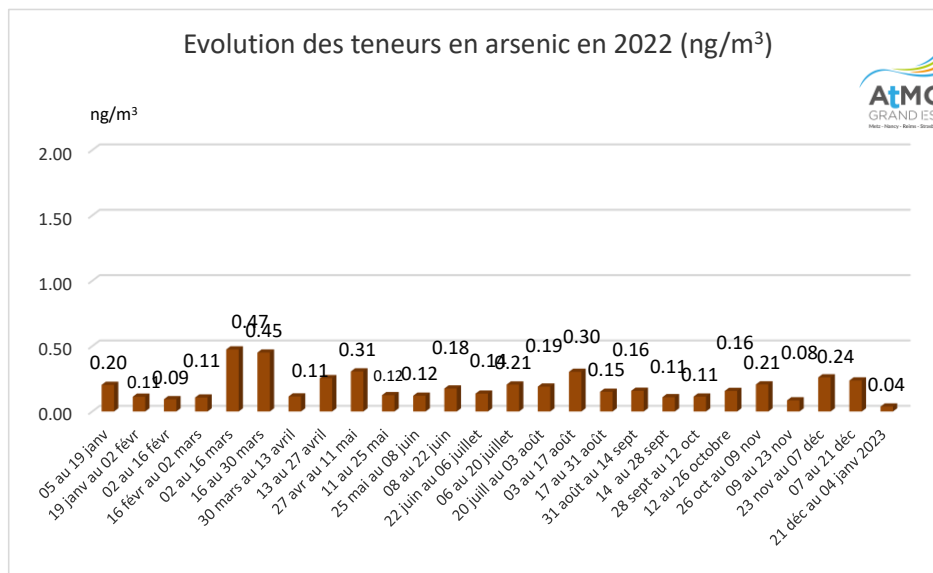
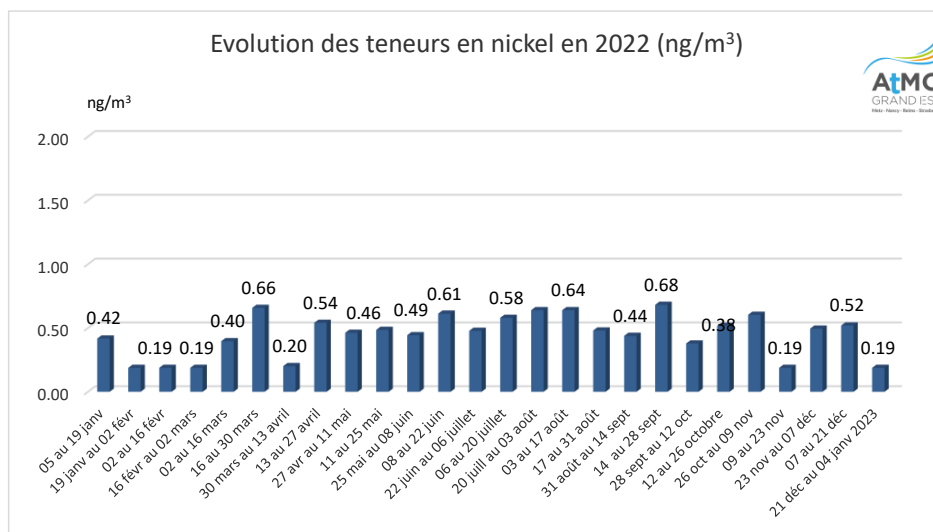


Figure 52 : Evolution des teneurs en nickel, arsenic et cadmium dans les PM₁₀ à Houdelaincourt en 2022

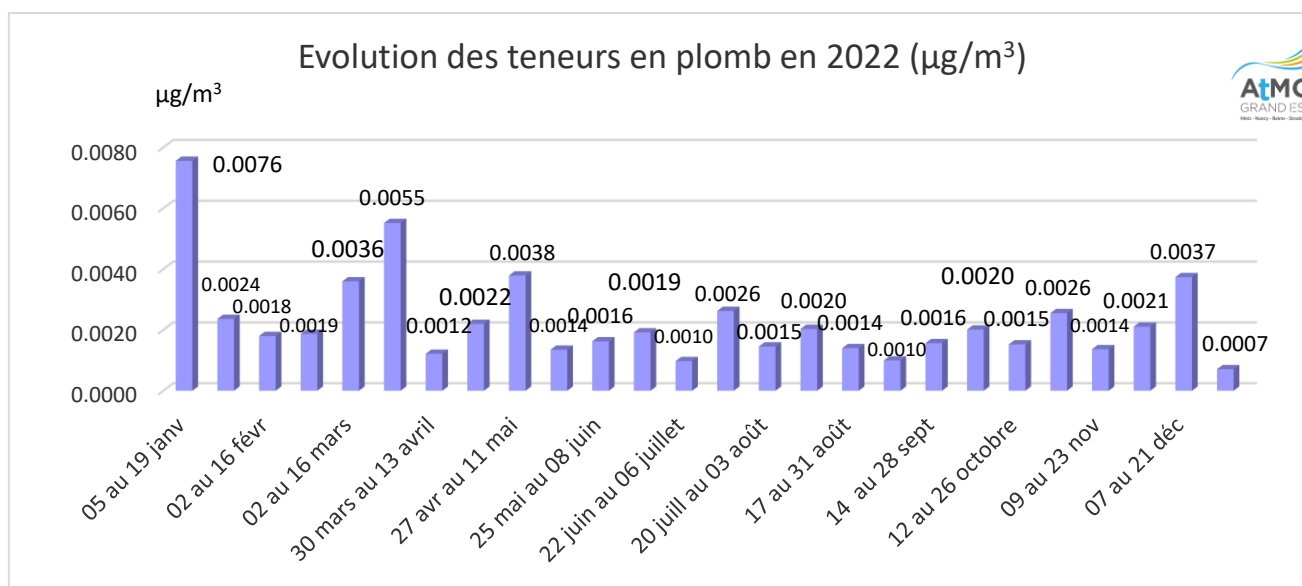


Figure 53 : Evolution des teneurs en plomb dans les PM₁₀ à Houdelaincourt en 2022

En nickel, les résultats oscillent entre 0,19 ng/m³ pour le minimum et 0,68 ng/m³ pour la valeur moyenne maximale.

Pour l'arsenic, les niveaux moyens sont compris entre 0,04 ng/m³ pour le minimum et 0,47 ng/m³ en ce qui concerne la valeur moyenne maximale.

Concernant le cadmium, les concentrations moyennes sont comprises dans une fourchette allant de 0,04 ng/m³ à 0,09 ng/m³.

Quant au plomb, les résultats oscillent entre 0,0006 et 0,0076 µg/m³ pour la valeur moyenne maximale.

Les conditions météorologiques rencontrées lors des prélèvements jouent un rôle sur les variations des niveaux en éléments traces métalliques. On observe quelques épiphénomènes, avec une tendance à une légère élévation générale des niveaux de fond, notamment en mars.

En 2022, les teneurs observées demeurent globalement faibles et aucune tendance très significative ne se dégage en fonction des saisons, si ce n'est des concentrations un peu plus élevées au printemps et en été.

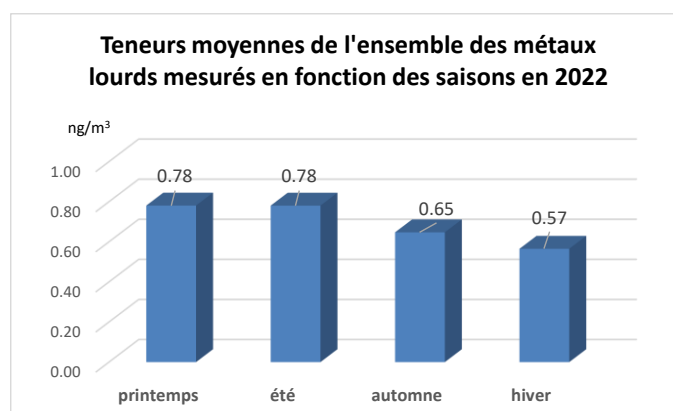


Figure 54 : Teneurs en métaux lourds mesurées dans les PM₁₀ à l'OPE Houdelaincourt en 2022 en fonction des saisons

Evolution des niveaux en éléments traces métalliques dans les PM₁₀ depuis la mise en service du site fixe

L'évolution des niveaux moyens annuels mesurés en éléments traces métalliques depuis 2012 à l'OPE est présentée ci-après.

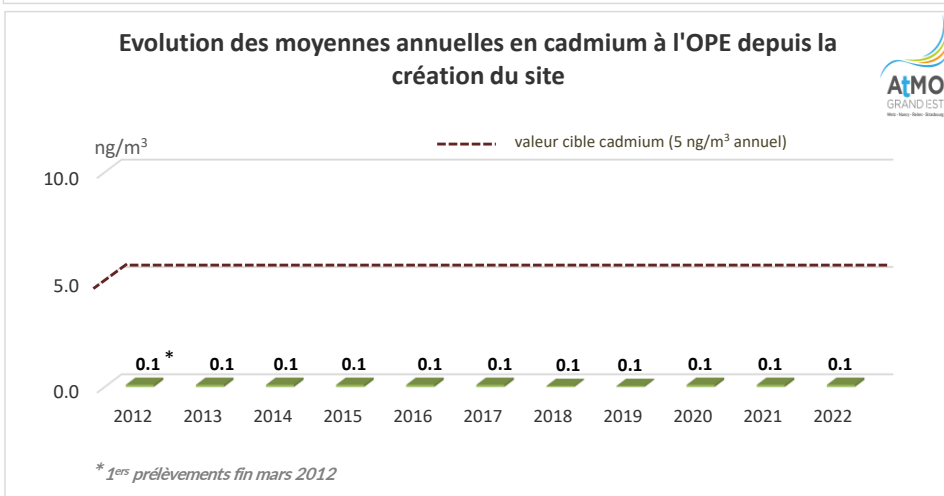
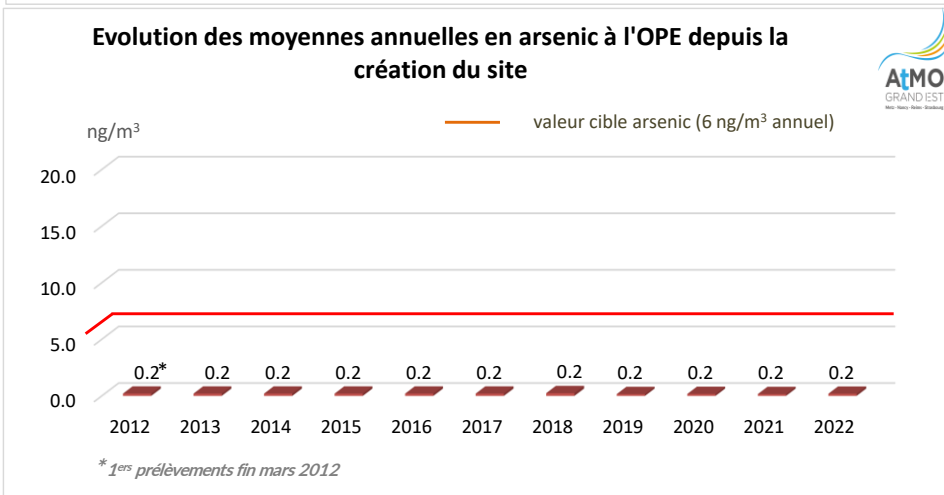
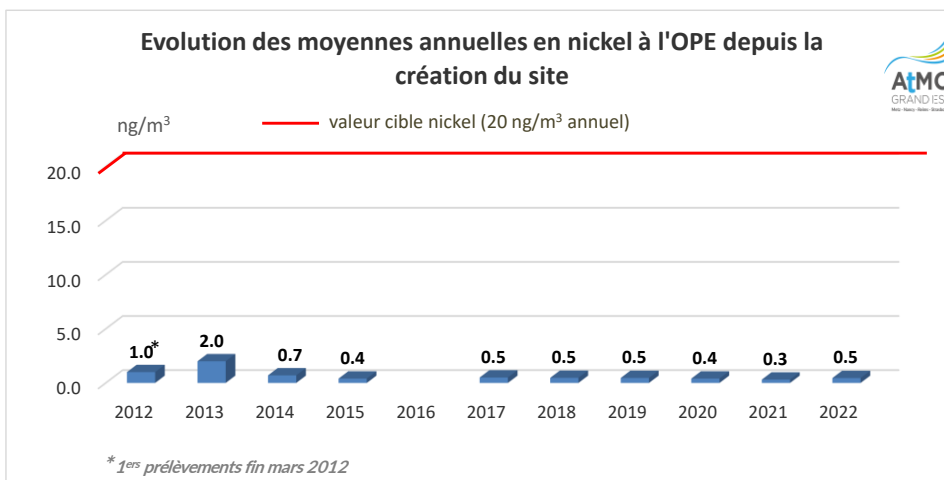


Figure 55 : Evolution des concentrations annuelles en nickel, arsenic et cadmium à Houdelaincourt depuis la création du site.

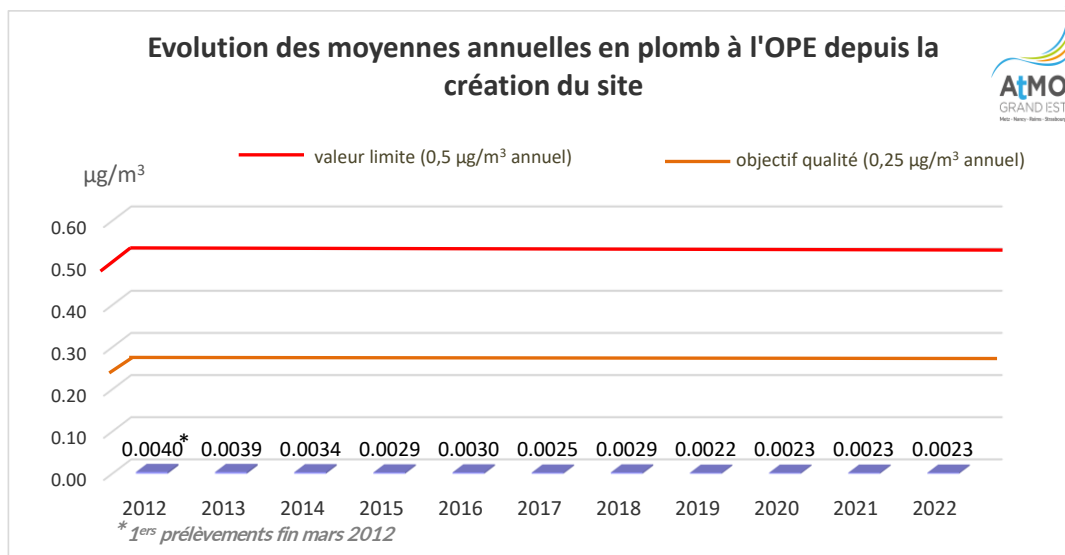
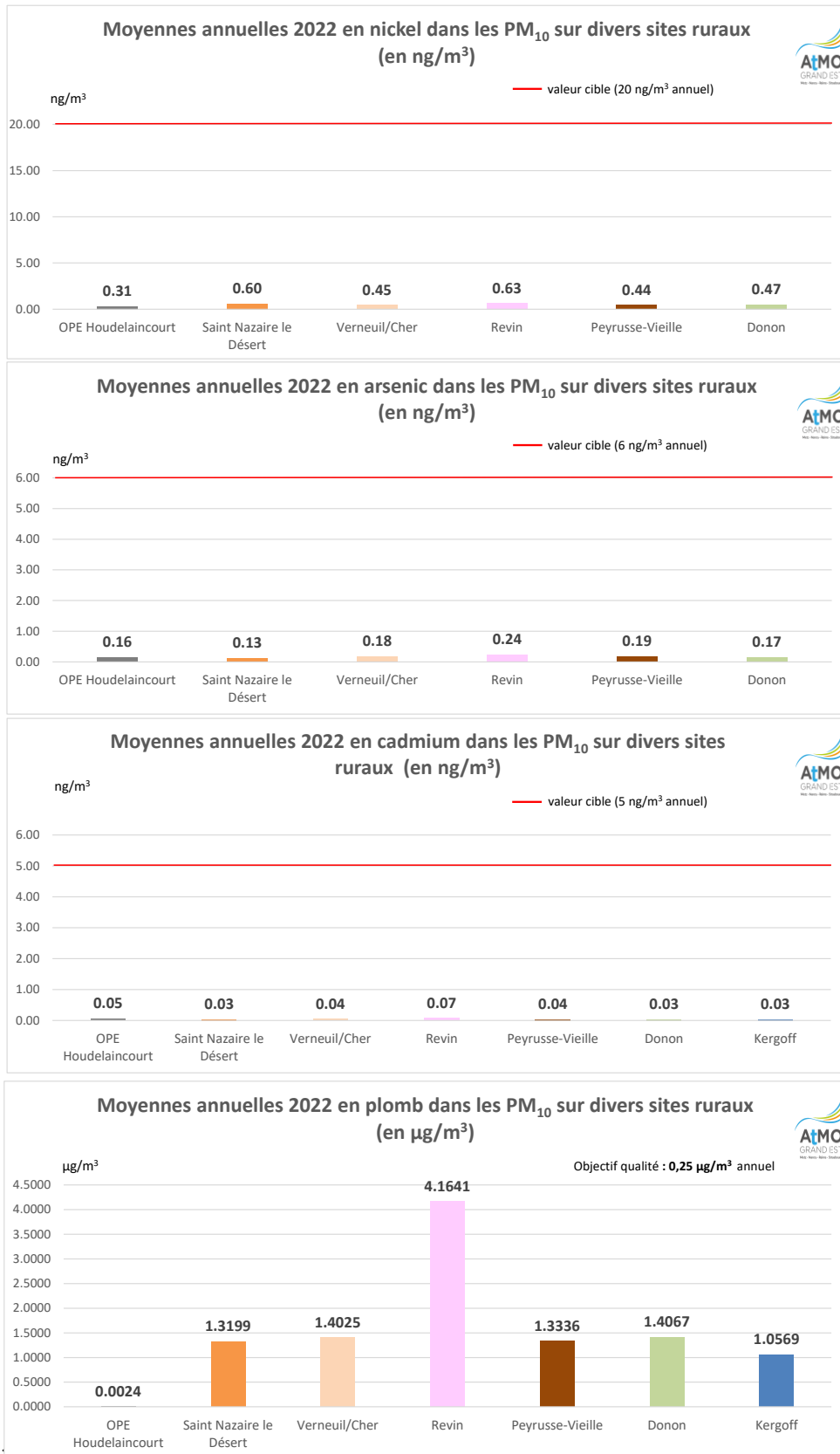


Figure 56 : Evolution des concentrations annuelles en plomb à Houdelaincourt depuis la création du site.

Les concentrations moyennes annuelles en nickel et en plomb, bien que très faibles, amorcent une baisse de 2012 à 2019, pour se stabiliser ensuite, et ce, bien en deçà des divers seuils réglementaires. Les teneurs annuelles en arsenic et cadmium sont stables depuis 2012.

Comparaison des niveaux en éléments traces métalliques à Houdelaincourt avec ceux d'autres sites ruraux

En fonction des données disponibles et à titre indicatif, les niveaux moyens annuels obtenus en éléments traces métalliques en 2022 à l'OPE sont comparés à ceux obtenus sur d'autres stations fixes rurales présents sur le territoire national, dont certains font partie du dispositif MERA.



Figure

oudelaincourt et

sur divers sites ruraux (source : ATMO GE et IMT)

Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Houdelaincourt en 2022

SURV-EN-922-2

En 2022, les divers résultats des quatre éléments traces métalliques restent dans des ordres de grandeur similaires et demeurant en deçà des valeurs seuils réglementaires. Ils sont en effet compris entre :

- 0,19 et 0,68 ng/m³ en nickel,
- 0,04 et 0,47 ng/m³ en arsenic,
- 0,04 et 0,09 ng/m³ en cadmium,
- 0,0007 et 0,0076 µg/m³ en plomb.

La typologie et l'environnement local du site expliquent majoritairement ces faibles niveaux.

La figure suivante compare les concentrations mesurées depuis 2014 sur les sites ruraux, en fonction des données disponibles. Elle montre des niveaux moyens annuels globalement stables et du même ordre de grandeur, et ce, quels que soient les sites.

Pour rappel et tout comme pour les HAP, toutes les comparaisons réalisées avec les moyennes annuelles 2020 des sites MERA sont à considérer avec précaution (prélèvements perturbés pendant la période du 1^{er} confinement - invalidation technique de certains prélèvements...).

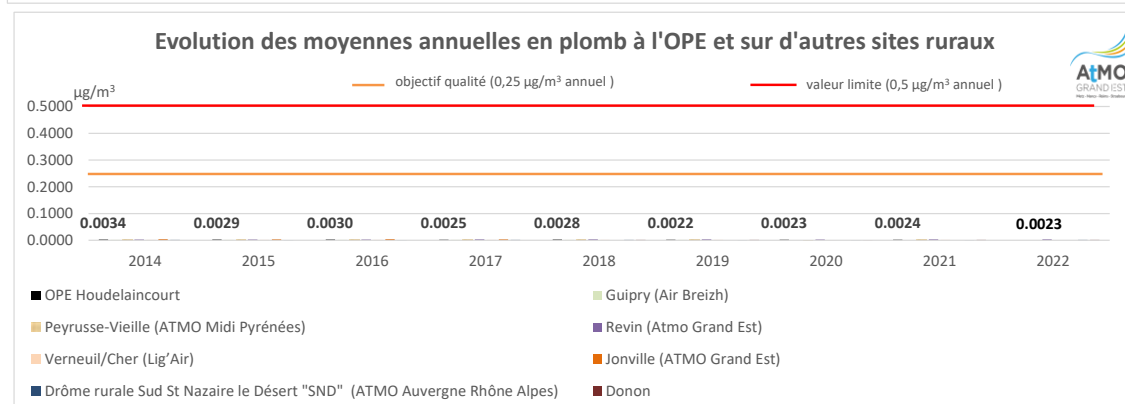
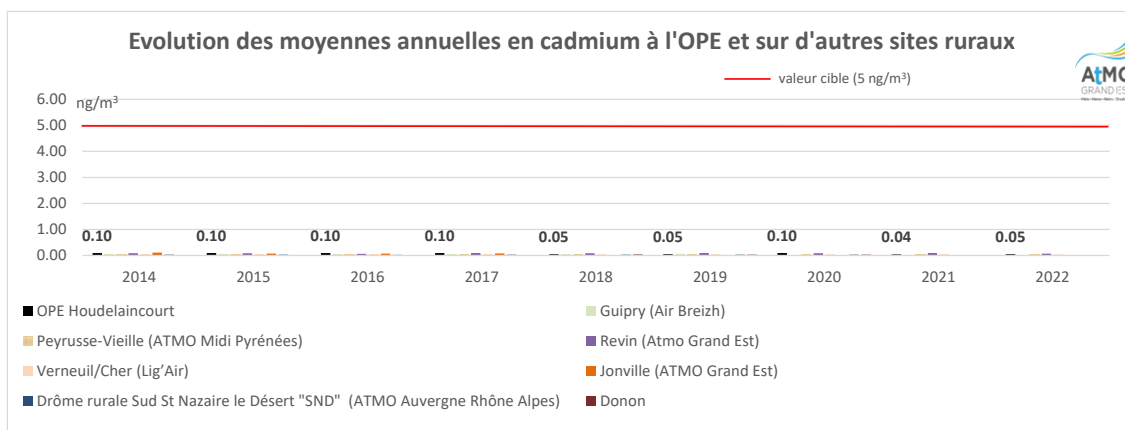
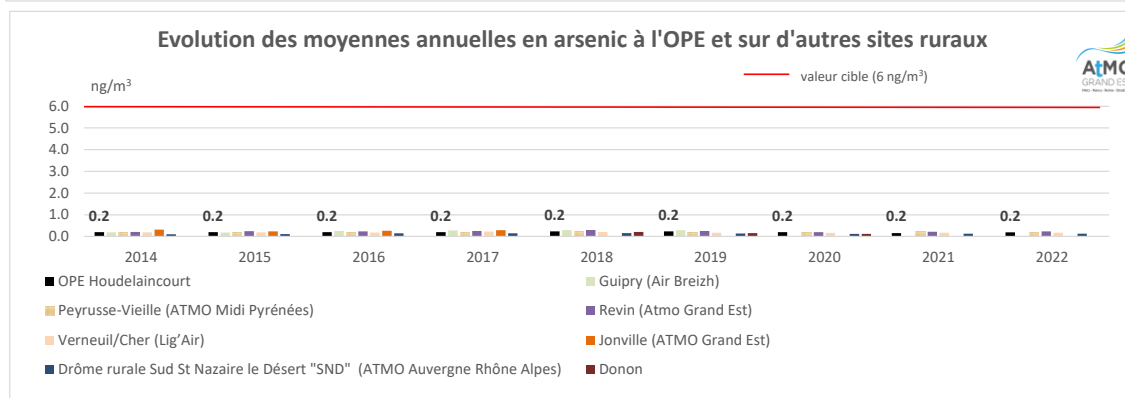
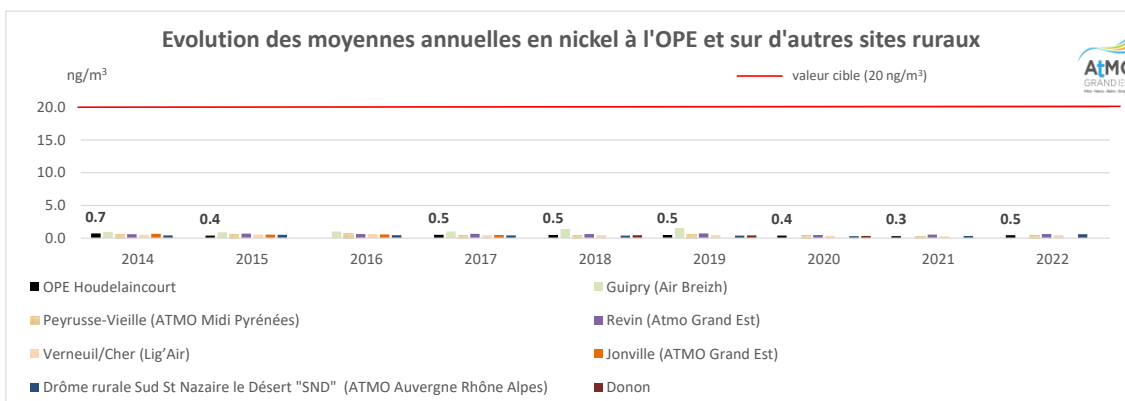


Figure 58 : Evolution des niveaux moyens annuels en éléments traces métalliques dans les PM₁₀ à Houdelaincourt et sur d'autres sites ruraux

8.6. RESULTATS DES MESURES DISCONTINUES : LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS

En 2022, le site a de nouveau été instrumenté en tubes passifs pour la mesure des composés organiques suivants : benzène, toluène, ethylbenzène, m+p-xylène, et o-xylène. Seul le benzène est actuellement réglementé.

Douze campagnes de mesures avec les tubes passifs ont été réalisées en 2022, un blanc terrain étant posé à chaque campagne. Les tubes ont été exposés quatorze jours.

En ce qui concerne les résultats des blancs, tous sont satisfaisants, validés, confirmant ainsi l'absence de contamination ou d'altération.

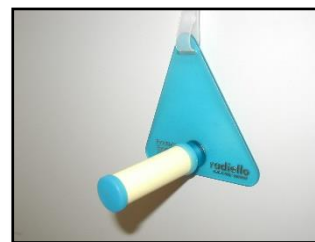
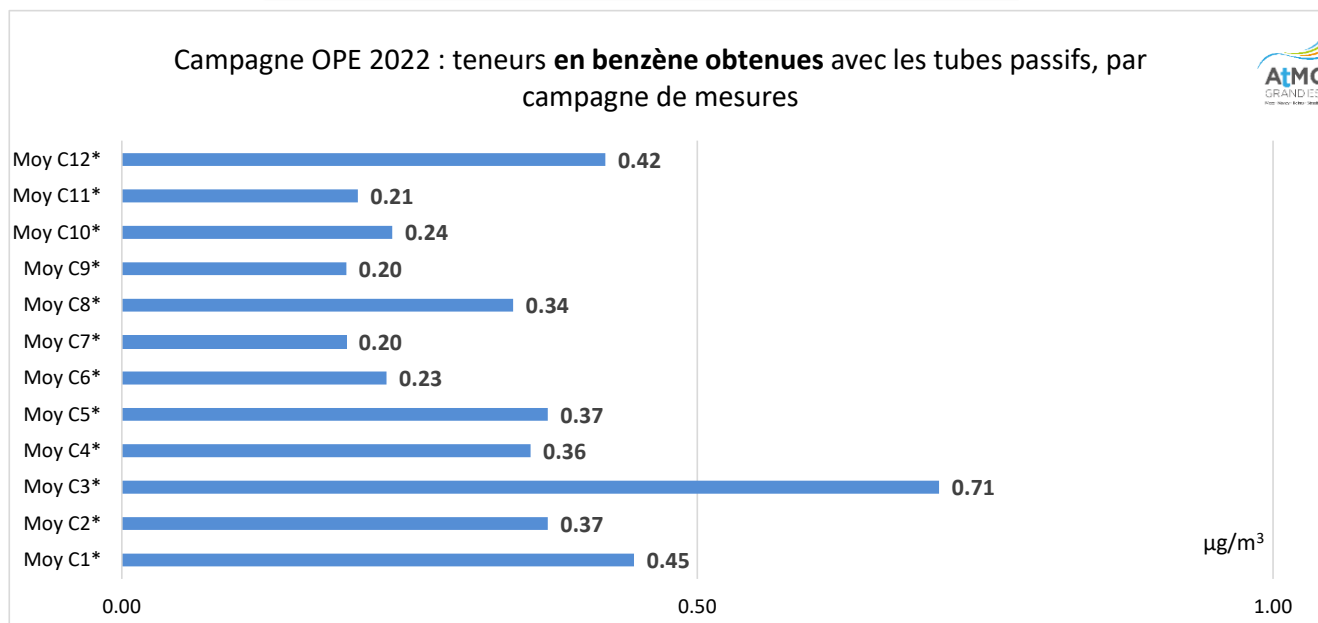
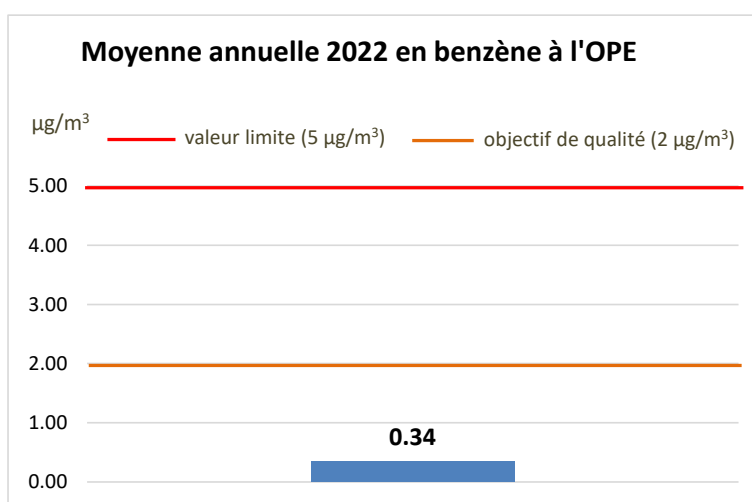


Figure 59 : Tube passif COV et son support



* : C1 : 03/01/22 au 17/01/22, C2 : 07/02/22 au 21/02/22, C3 : 07/03/22 au 21/03/22, C4 : 04/04/22 au 19/04/22,
 C5 : 02/05/22 au 16/05/22, C6 : 07/06/22 au 20/06/22, C7 : 04/07/22 au 18/07/22, C8 : 01/08/22 au 16/08/22,
 C9 : 05/09/22 au 19/09/22, C10 : 03/10/22 au 17/10/22, C11 : 07/11/22 au 21/11/22, C12 : 08/12/22 au 22/12/22

Figure 60 : concentrations moyennes obtenues en benzène à Houdelaincourt en 2021

La valeur moyenne annuelle 2022 en benzène, identique à celle de 2021, est inférieure à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tout comme en 2020 ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) respectant ainsi les seuils réglementaires fixés à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an pour l'objectif de qualité, et à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la valeur limite annuelle.

Durant l'année 2022, la teneur la plus élevée en benzène, bien que globalement très faible, a été mesurée sur la période du 7 au 21 mars.

Concernant les autres composés organiques volatils non réglementés analysés (toluène, éthylbenzène, m+p-xylènes et o-xylène), les valeurs moyennes annuelles 2022 sont comprises entre $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction du composé. En 2021, elles oscillaient entre $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, étant ainsi dans des gammes de concentration équivalentes.

L'ensemble des résultats obtenus pour chaque campagne est présenté en annexe n°10.

Evolution des niveaux en benzène depuis la mise en service du site fixe

L'évolution des niveaux moyens annuels mesurés en benzène depuis 2020 à l'OPE est présentée ci-après.

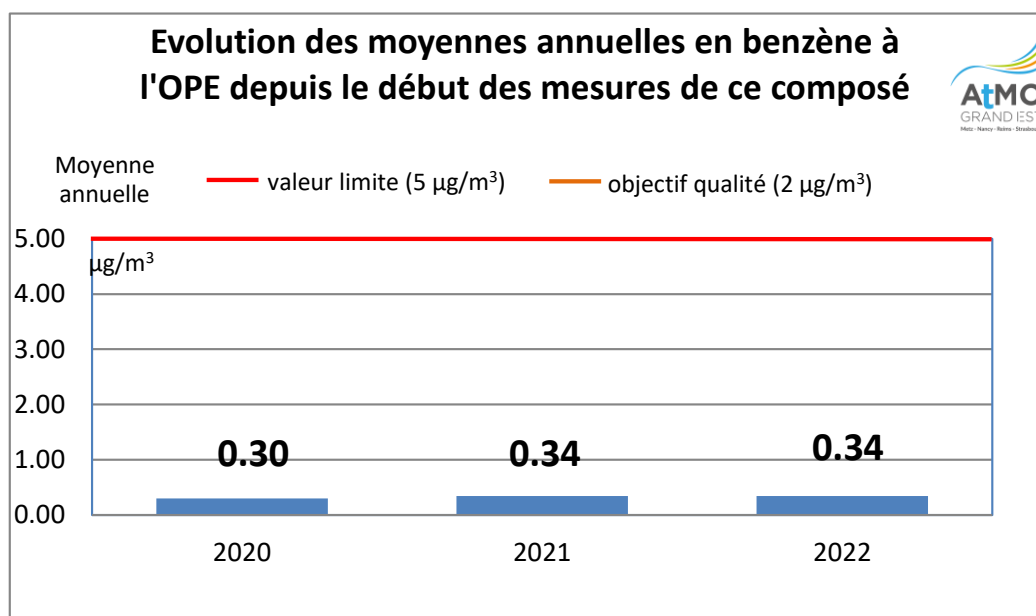


Figure 61 : évolution des concentrations moyennes annuelles en benzène à l'OPE depuis 2020

Depuis le début des mesures, les concentrations moyennes annuelles en benzène sont stables.

9. CONCLUSION

Les polluants mesurés dans l'air ambiant à l'OPE à Houdelaincourt en 2022 présentent des concentrations qui restent satisfaisantes au regard des seuils réglementaires actuels pour les polluants classiques réglementés.

Les résultats en ammoniac, essentiellement émis par les activités agricoles et actuellement non réglementé, indiquent une valeur moyenne annuelle ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) du même ordre de grandeur que celle de Revin, et inférieure à celles des autres sites d'ATMO Grand Est (Reims et Strasbourg-Danube de typologie urbaine, ainsi que Jonville en site rural).

Le black carbon, non réglementé, indique des concentrations moyennes annuelles en BCff et BCwb (respectivement $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) les plus faibles à l'OPE, au regard des résultats issus des autres sites fixes d'ATMO Grand Est.

Concernant la pollution chronique... 

Pour le dioxyde d'azote NO_2 , le dioxyde de soufre SO_2 , les particules PM_{10} - $\text{PM}_{2,5}$, et le monoxyde de carbone CO , mesurés en continu par les analyseurs, les valeurs limites réglementaires demeurent respectées. Les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) lorsqu'elles existent le sont également, hormis pour les $\text{PM}_{2,5}$ (moyenne journalière dépassée cinq fois au lieu de trois autorisée).

Quant aux autres valeurs réglementaires (valeurs cibles et/ou objectifs de qualité en fonction des composés) et tout comme les années précédentes, elles sont respectées, hormis pour l'ozone O_3 , polluant photochimique dont les concentrations mesurées sont de manière récurrente supérieures aux valeurs réglementaires correspondant aux objectifs à long terme pour la protection de la santé humaine et de la végétation. La valeur correspondant à la ligne directrice OMS est à nouveau dépassée. Ce constat n'est pas typique du site fixe de l'OPE, mais il concerne l'ensemble des stations fixes de la région Grand Est et les autres régions françaises mesurant ce composé.

Concernant les prélèvements discontinus, le benzo(a)pyrène, seul HAP réglementé, présente de nouveau des niveaux moyens respectant largement la valeur cible annuelle et ce, depuis le début des mesures à l'OPE.

Les concentrations annuelles en éléments traces métalliques (arsenic, cadmium, nickel et plomb) surveillés en 2022 demeurent stables par rapport aux années précédentes. Les différents seuils réglementaires actuellement en vigueur sont ainsi respectés.

Quant au benzène, il respecte largement les seuils réglementaires ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an pour l'objectif de qualité, et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la valeur limite), ce constat étant identique à celui de l'an passé.

L'ammoniac, non réglementé, présente une valeur moyenne annuelle inférieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Au cours de l'année, le mois de mars présente les plus fortes teneurs, essentiellement en lien avec les activités agricoles (épandages...) en cette période de l'année.

La valeur moyenne annuelle en black carbon, non réglementé, atteint $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en BCff et $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en BCwb), les maxima étant observés au printemps et en été pour le BCff, et en période hivernale pour le BCwb.

Concernant la pollution aigüe...

Concernant les dépassements des seuils réglementaires en lien avec l'exposition aigüe des populations, aucun déclenchement de la procédure d'information-recommandations ou d'alerte relatif au NO_2 , O_3 , et SO_2 en 2022 à l'OPE Houdelaincourt n'est observé.

Pour les PM_{10} , le seuil d'information-recommandations n'est pas dépassé au niveau de la station fixe de l'OPE (valeurs mesurées). Cependant, le communiqué du 30 mars 2022 fait état d'un épisode de pollution par modélisation observé dans la Meuse le 29 mars (ainsi qu'en Ardennes et Haut-Rhin) sans déclenchement de la

procédure préfectorale. Cet épisode est à relier au passage de masses d'air chargées en sable venu du Sahara ce mois-là.

De manière récurrente d'une année sur l'autre, quelques hausses ponctuelles en particules PM₁₀ se produisent parfois en cours d'année. Elles sont généralement observées lors de périodes d'air stable/d'inversions thermiques qui ne permettent pas une bonne dispersion des masses d'air, et à combiner à des activités locales à proximité du site (activités agricoles) ainsi que, pour l'année 2022, tout comme en 2021, à des passages de masses nuageuses chargées en particules sahariennes ayant traversé notre région au cours de l'année. En 2022, le maximum horaire en PM₁₀ atteint 104 µg/m³ le 02 mars à 22 heures (heure locale).

Comparaison avec les sites ruraux nationaux...

Des comparaisons entre les niveaux des polluants mesurés en 2022 à l'OPE et sur diverses stations fixes rurales sur le territoire national indiquent des concentrations moyennes en NO₂, PM et O₃ qui demeurent globalement similaires ; elles correspondent à des niveaux de fond rencontrés sur ce type de point fixe de mesures.

Les niveaux relevés en 2022 à l'OPE en NO₂ sont identiques à celles de Revin et du site de la Tardière.

Depuis 2013, les concentrations en PM₁₀ demeurent globalement proches de celles des sites de Peyrusse-Vieille, Revin, et de la Tardière.

Les teneurs moyennes en PM_{2,5} relevées en 2022 à Houdelaincourt et sur les différents points fixes ruraux sont assez semblables, hormis, tout comme pour les mesures en PM₁₀, à Jonville-en-Woëvre en raison de sa localisation au cœur du village.

Les niveaux moyens en O₃ tendent à se rapprocher de ceux issus de la station fixe de Kergoff à Merléac (département 22) et à la station Morvan (département 58).

Pour le benzo(a)pyrène, la valeur moyenne annuelle 2022, significativement faible (0,05 ng/m³), est similaire à celles mesurées à Revin et au Donon.

Les éléments traces métalliques présentent quant à eux des concentrations moyennes annuelles globalement stables et du même ordre de grandeur, et ce, quels que soient les sites.

La valeur moyenne annuelle en ammoniac NH₃ obtenue à l'OPE en 2022 se rapproche de celle mesurée sur le site de Revin.

En guise de bilan, les concentrations mesurées sur le site fixe d'Houdelaincourt demeurent représentatives et du même ordre de grandeur que celles observées sur les autres stations rurales du territoire, en fonction des résultats disponibles (excepté le site de la plaine de la Woëvre pour les PM₁₀ notamment, dû à l'implantation du site).

Les mesures de la qualité de l'air se poursuivent à l'OPE en 2023 et le rapport annuel sera édité au premier semestre 2024.



ANNEXES

ANNEXE 1 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA ZONE OPE

ANNEXE 2 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

ANNEXE 4 : PRINCIPALES EVOLUTIONS ENTRE LES VERSIONS V2021 ET V2022 DE L'INVENTAIRE

ANNEXE 5 : METHODOLOGIE DES MESURES

ANNEXE 6 : METROLOGIE

ANNEXE 7 : HOMOLOGATION ET CONFORMITE DES APPAREILS DE MESURES A L'OPE

ANNEXE 8 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RELEVES A HOUDELAINCOURT EN 2022

ANNEXE 9 : RESUME DU DISPOSITIF MERA

ANNEXE 10 : RESULTATS 2022 EN HAP, ELEMENTS TRACES METALLIQUES ET COV A HOUDELAINCOURT

ANNEXE 11 : DOCUMENTS TECHNIQUES CONCERNANT LES APPAREILS DE MESURES (RAPPORTS D'ESSAIS...)

ANNEXE 1 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA ZONE OPE

Deux zones sont à distinguer :

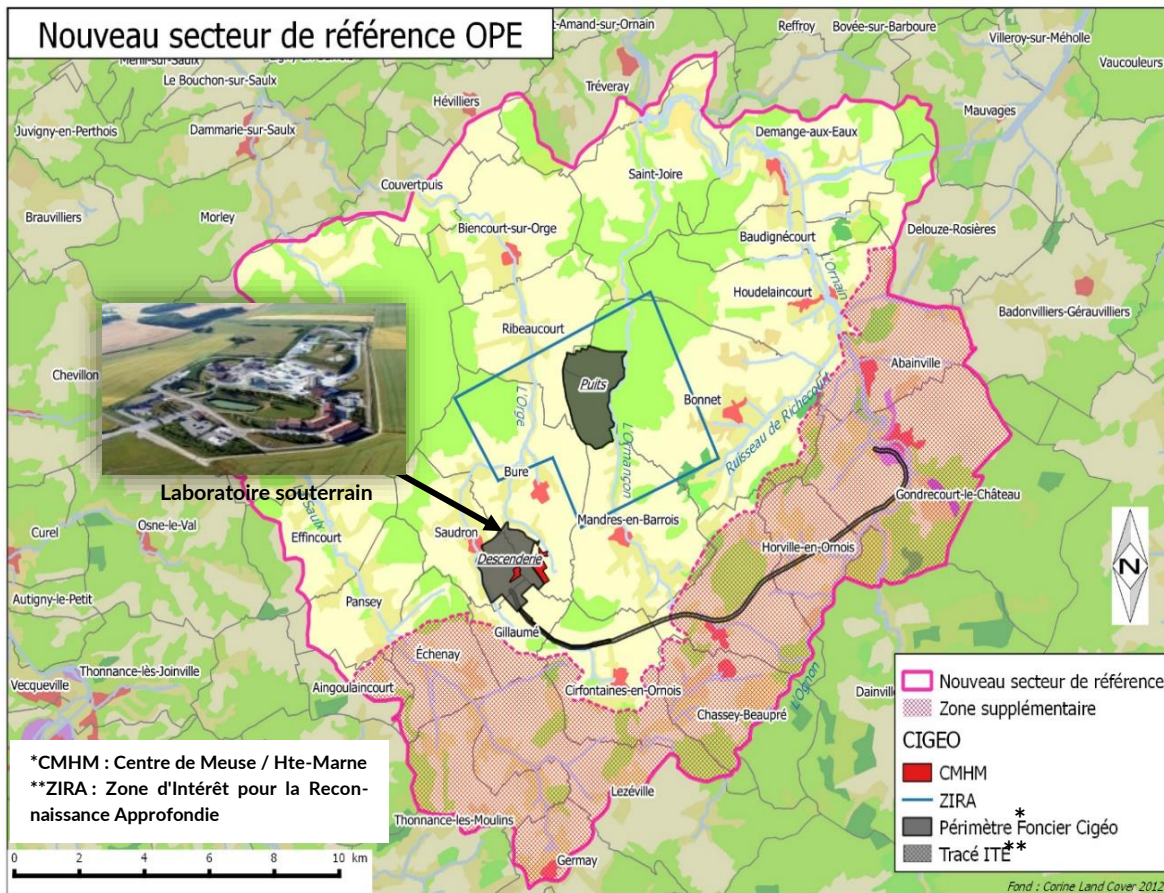
- La « *zone d'observation de l'OPE* » qui se situe sur les départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Elle correspond à un territoire d'environ 900 km² situé pour les deux tiers dans le département de la Meuse et pour un tiers dans celui de la Haute-Marne. Ce secteur est localisé en bordure orientale du bassin parisien, dans une région caractérisée par une vaste zone de plateaux calcaires, dont l'altitude varie de 300 à 400 mètres. Les paysages sont très ouverts. De larges surfaces agricoles agrémentées de massifs boisés composent la zone d'étude. Cette zone regroupait un total de 82 communes jusqu'en mai 2017, avec une faible densité de population (moyenne de 22 habitants par kilomètre carré). Les contours de la zone d'étude sont délimités par des repères naturels (cours d'eau, forêt, etc.) ou anthropiques (routes, etc.). Depuis mai 2017, l'ensemble de la zone OPE regroupe 83 communes pour une superficie d'environ 950 km².
- La « *zone de référence OPE* », qui est incluse dans la zone d'observation. Elle fut délimitée pour mener des observations plus approfondies autour de la zone étudiée par l'ANDRA en vue de l'implantation du futur centre industriel de stockage géologique (Cigéo). Celle-ci représentait 240 km² jusqu'en mai 2017, date à laquelle cette zone a été agrandie avec l'ajout de nouvelles communes, pour représenter environ 550 km².

La *zone de référence OPE* comprend le laboratoire souterrain de l'ANDRA en exploitation depuis 2007, et la station atmosphérique à Houdelaincourt.



Photographie aérienne du laboratoire souterrain en exploitation à Bure et photo de la station atmosphérique A Houdelaincourt (source : ANDRA)

La figure suivante présente la zone de référence actuelle, ainsi que la localisation de la station de mesure atmosphérique.



Localisation de la zone de référence OPE (source : ANDRA)

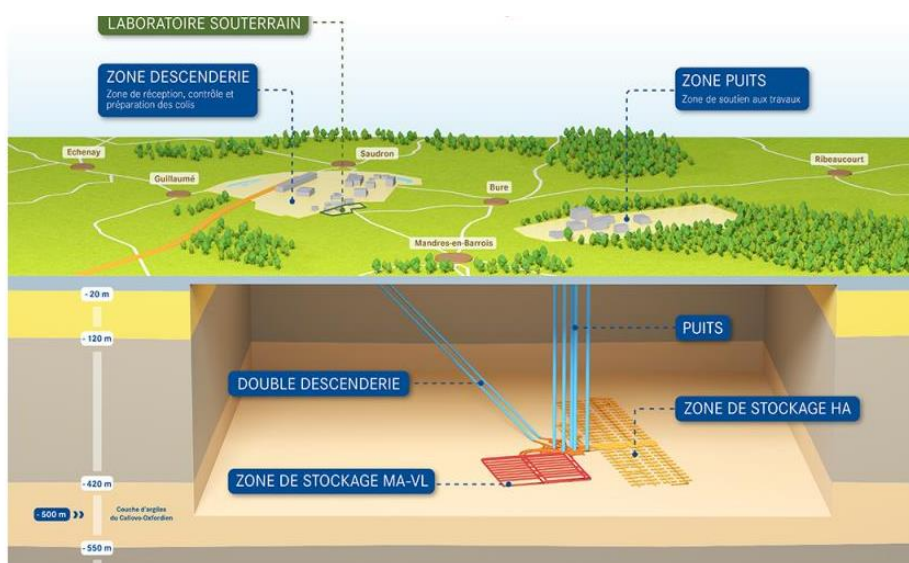


Schéma du projet de stockage CIGEO (source : ANDRA)

Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Houdelaincourt en 2022

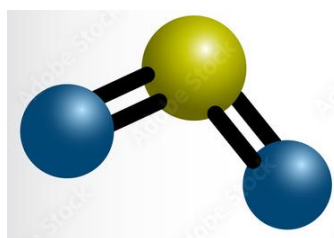
SURV-EN-922-2

ANNEXE 2 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

DIOXYDE DE SOUFRE SO₂

Gaz principalement émis par le secteur industriel, et plus particulièrement par les centrales de production thermique. Il est émis lors de l'utilisation de combustibles fossiles contenant du soufre (fuel, charbon...).

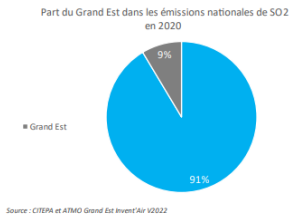
En région Grand-Est : Les secteurs émissifs de SO₂ sont les secteurs de l'industrie manufacturière-construction, puis le résidentiel-tertiaire et enfin l'industrie de l'énergie.



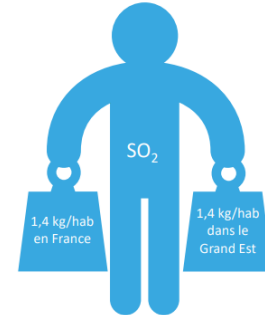
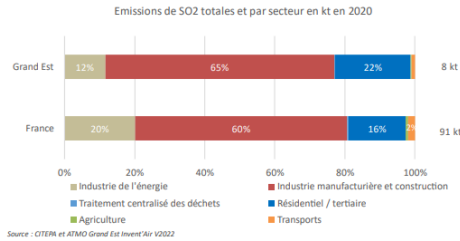
Environnement : Il se transforme, au contact de l'humidité de l'air, en acide sulfurique et contribue ainsi directement au phénomène des pluies acides et de ce fait, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux...).

SANTÉ : Il affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons ; il provoque des irritations oculaires... L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires.

• Contribution du Grand Est aux émissions de SO₂ en France

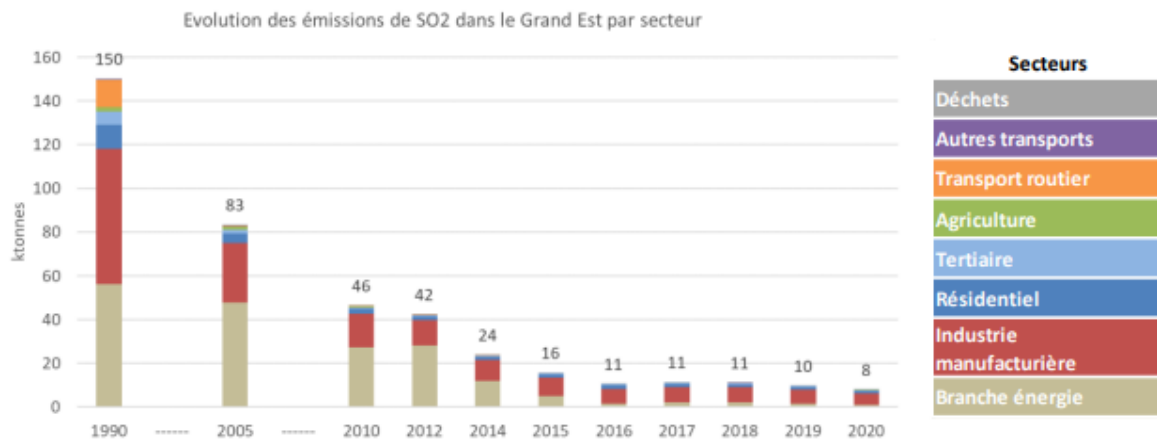
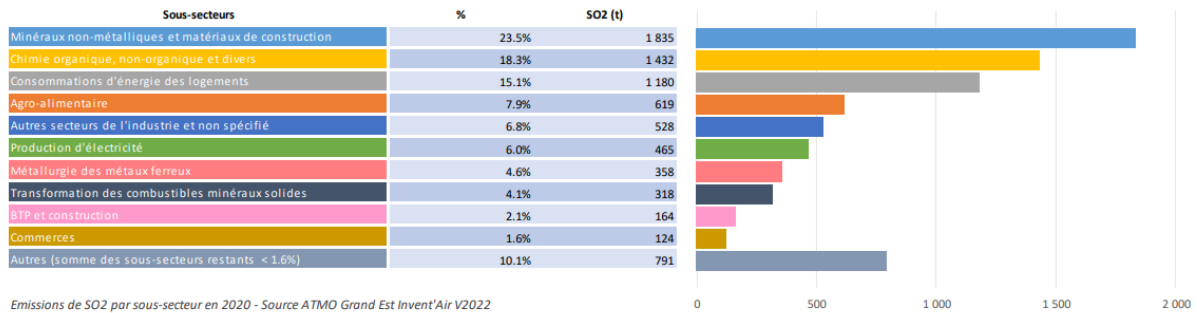


Le Grand Est participe à hauteur de 9% aux émissions nationales de SO₂



Les secteurs émissifs de SO₂ sont similaires aux niveaux national et régional, avec un poids du secteur industriel plus important dans la région Grand Est

• Les principales émissions de SO₂ par sous-secteurs en Grand Est

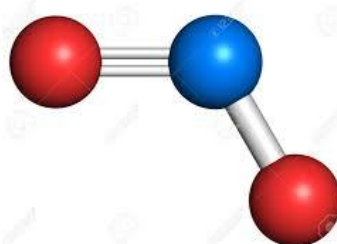
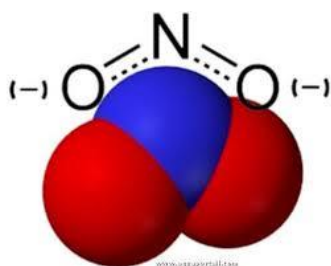


Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

MONOXYDE ET DIOXYDE D'AZOTE

Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO₂ sont émis lors de processus de combustion. Le NO₂ est issu de l'oxydation du NO.

En région Grand Est : Les deux principales sources d'émission d'oxydes d'azote dans l'air ambiant sont les transports routiers (37%) et le secteur agricole (28%). Vient ensuite le secteur industriel (20%). Les autres secteurs représentent moins de 10% chacun.

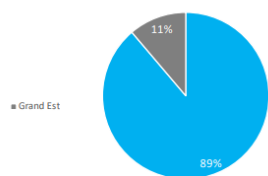


Environnement : Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique. Suivant les conditions météorologiques, le NO₂ se transforme en acide nitrique (HNO₃), et peut être neutralisé par l'ammoniac pour former du nitrate d'ammonium, polluant inorganique secondaire semi-volatil, principal contributeur aux épisodes printaniers de pollution particulaire en Europe.

SANTÉ : Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

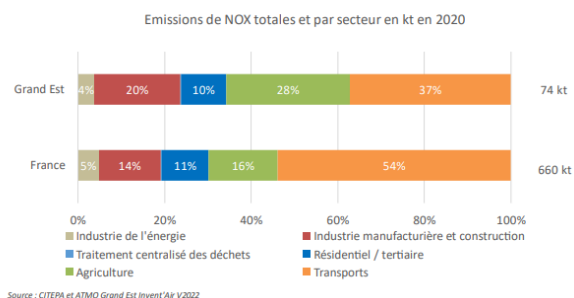
• Contribution du Grand Est aux émissions de NO_x en France

Part du Grand Est dans les émissions nationales de NO_x en 2020

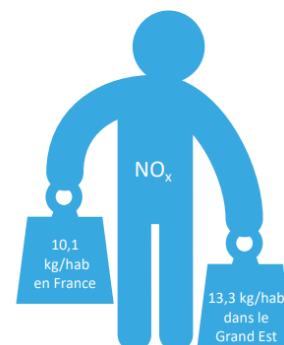


Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

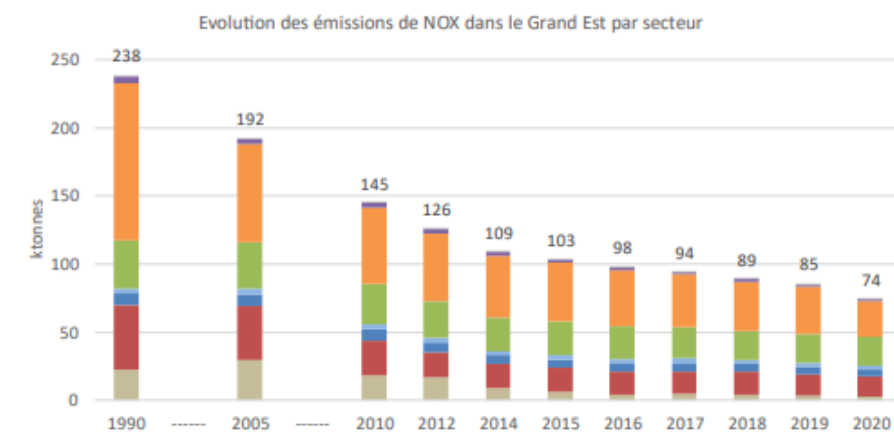
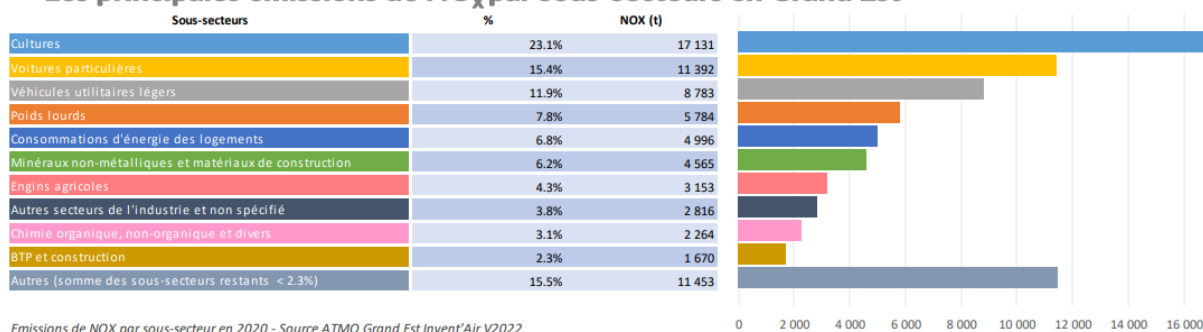
Le Grand Est participe à hauteur de 11% aux émissions nationales de NO_x



Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022



• Les principales émissions de NO_x par sous-secteurs en Grand Est



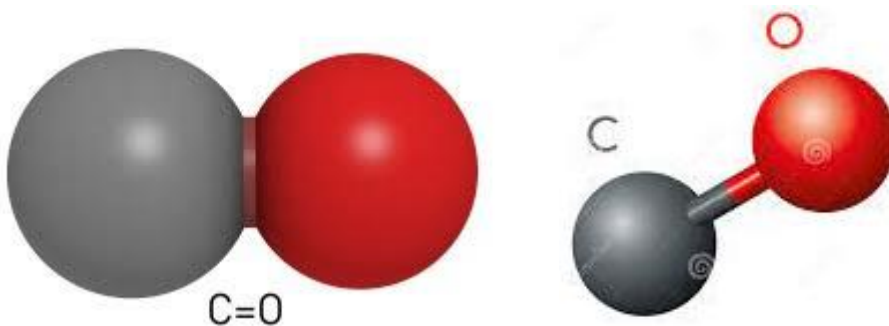
Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

MONOXYDE DE CARBONE CO

Gaz inflammable, inodore et incolore essentiellement formé de manière anthropique, provenant de la combustion incomplète des combustibles et des carburants, généralement due à des installations mal réglées (c'est tout particulièrement le cas des toutes petites installations).

Il est aussi présent dans les rejets de certains procédés industriels (agglomération de minerai, aciéries, incinération de déchets) mais aussi et surtout présent dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

En région Grand Est : Ce polluant est majoritairement émis par le secteur résidentiel-tertiaire (72%), et l'industrie manufacturière et construction (14%).



Environnement : Le monoxyde de carbone participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique.

Dans l'atmosphère, son oxydation aboutit à la formation de dioxyde de carbone CO_2 , composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).

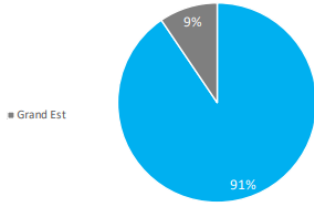
Santé : Du fait de ses faibles concentrations dans l'air ambiant extérieur, c'est surtout pour l'air intérieur que le CO représente un enjeu sanitaire.

Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang.

A fortes teneurs et en milieu confiné (air intérieur), le CO peut causer des intoxications oxycarbonées provoquant des maux de tête, des nausées, des vomissements et des vertiges, voire le coma ou la mort pour une exposition prolongée. La gravité des symptômes est fonction de la durée d'exposition et de la concentration de monoxyde de carbone inhalée.

• Contribution du Grand Est aux émissions de CO en France

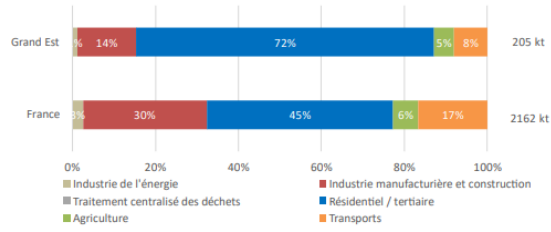
Part du Grand Est dans les émissions nationales de CO en 2020



Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Le Grand Est participe à hauteur de 9% aux émissions nationales de CO

Emissions de CO totales et par secteur en kt en 2020

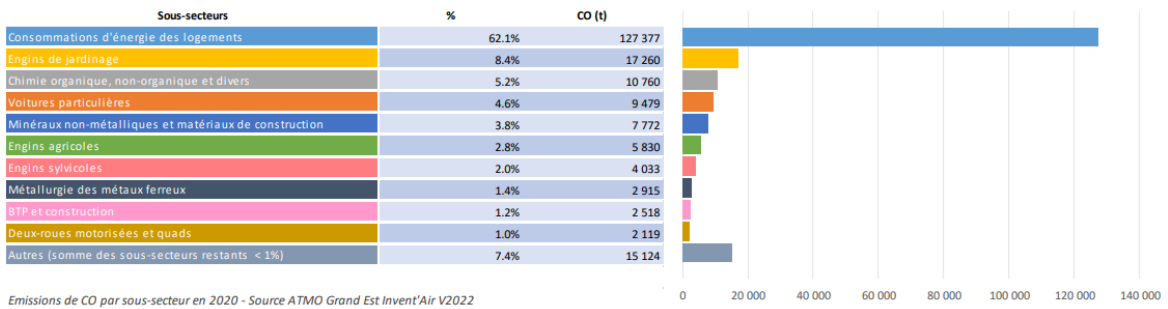


Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022



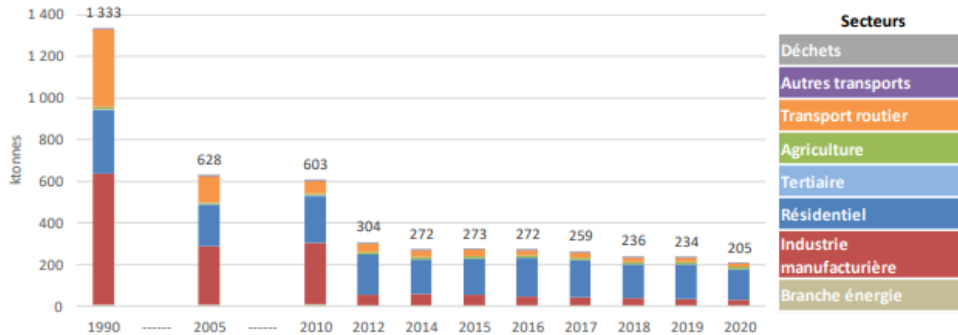
Les secteurs émissifs de CO sont similaires aux niveaux national et régional, avec une part plus importante du secteur résidentiel dans le Grand Est due au chauffage au bois

• Les principales émissions de CO par sous-secteurs en Grand Est



Emissions de CO par sous-secteur en 2020 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Evolution des émissions de CO dans le Grand Est par secteur



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Houdelaincourt en 2022

SURV-EN-922-2

OZONE O₃

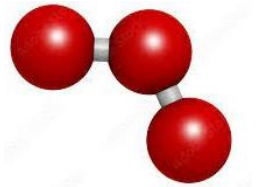
Gaz incolore et irritant ayant une odeur âcre à laquelle notre odorat s'habitue rapidement. Il s'agit d'une molécule composée de 3 atomes d'oxygène (O₃), ce qui lui confère un fort pouvoir oxydant. C'est aussi un gaz à effet de serre.

Dans les basses couches de l'atmosphère, appelées la troposphère (située entre le sol et 10 km d'altitude), l'ozone agit comme un polluant alors que dans les hautes couches de l'atmosphère, appelées la stratosphère, il agit comme une protection contre les radiations nuisibles du soleil.

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=hu-SUhilIEM>

La formation de l'ozone troposphérique répond à des mécanismes complexes composant un cycle de réactions appelé *cycle de l'ozone*. Il s'agit d'un *polluant secondaire* : il est issu de plusieurs réactions chimiques faisant intervenir des composés précurseurs : les polluants primaires, soumis à l'influence des conditions atmosphériques. En effet, ces réactions nécessitent le rayonnement intense du soleil, c'est ce qu'on appelle la *pollution photochimique*.

La présence de Composés Organiques Volatils (COV) perturbe le cycle de l'ozone. Les produits de dégradation des COV réagissent avec le monoxyde d'azote NO pour donner le dioxyde d'azote NO₂ sans intervention de l'ozone. Ce dernier aura donc tendance à s'accumuler. C'est le phénomène de pic d'ozone. L'ozone peut ensuite se combiner avec d'autres polluants pour former des substances toxiques comme les PAN (Peroxy Acétyl Nitrate).



Environnement : On observe des effets néfastes sur la végétation (processus physiologiques des plantes perturbés...), sur les cultures agricoles (baisse des rendements), sur le patrimoine bâti (fragilisation/altération de matériaux tels métaux, pierres, cuir, plastiques...).

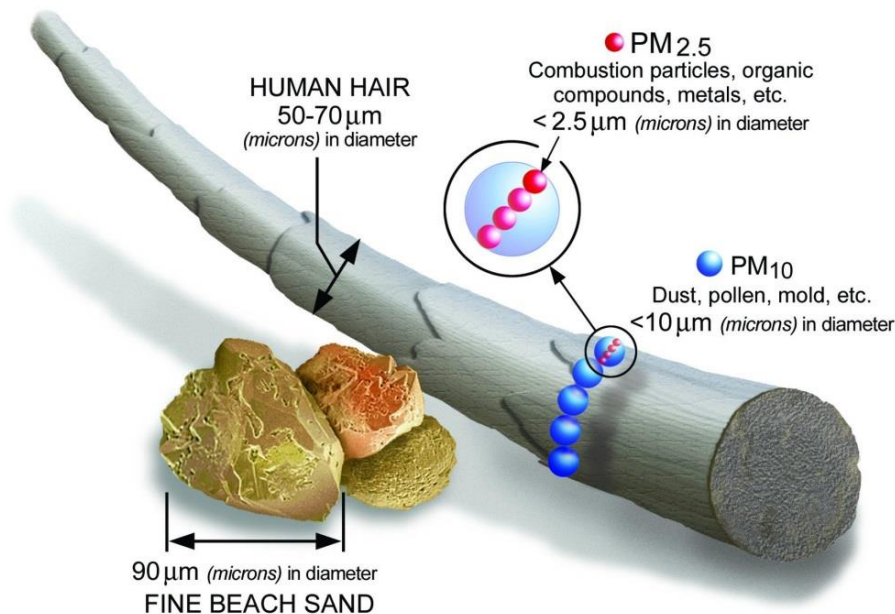
SANTÉ : Il s'agit d'un gaz agressif pénétrant facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Les effets peuvent être variés : troubles fonctionnels des poumons (toux, altérations pulmonaires...), nuisances olfactives, effets lacrymogènes, irritations des muqueuses, diminution de l'endurance à l'effort...

PARTICULES PM

Origines naturelles (volcans, érosion, pollens, sels de mer...) et anthropiques (incinération, combustion, activités agricoles, chantiers...).

Les particules PM₁₀ constituent un complexe de substances organiques ou minérales et peuvent véhiculer d'autres polluants. La taille des particules varie, allant de quelques nanomètres à plusieurs dizaines de micromètres. Les PM_x représentent les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à x microns (µm).

En région Grand Est : Deux principaux secteurs se partagent les émissions de PM₁₀ en 2020 : l'agriculture (48%) et le secteur résidentiel (31%). L'industrie représente 13% des émissions, et le transport routier 8%. Pour les PM_{2,5}, les deux secteurs prépondérants sont également le résidentiel (58%) et le secteur agricole (22%).



Environnement : Les PM pénètrent profondément dans les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles. Même à des concentrations très basses, les particules les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Elles sont liées aux hospitalisations et décès pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

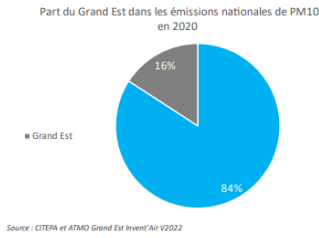
Les particules en suspension sont classées comme agent cancérogène pour l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis

SANTÉ : Elles réduisent la visibilité, et peuvent influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. A l'échelle globale, les particules ont un forçage radiatif négatif, c'est-à-dire refroidissant l'atmosphère terrestre, mais de nettes différences sont observées suivant leur composition chimique ou à des échelles plus fines.

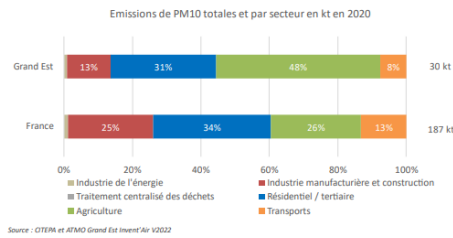
Elles salissent et contribuent à la dégradation physique et chimique des matériaux, bâtiments et monuments.

Dans des situations extrêmes de pollution aux particules, elles peuvent s'accumuler sur les feuilles des végétaux et entraver la photosynthèse.

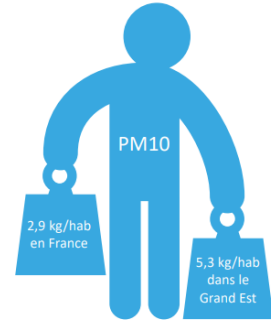
• Contribution du Grand Est aux émissions de PM10 en France



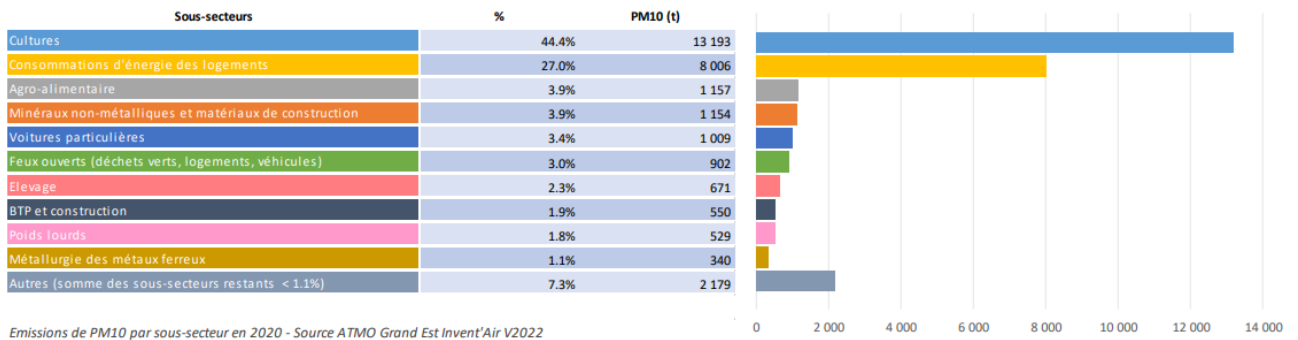
Le Grand Est participe à hauteur de 16% aux émissions nationales de PM10



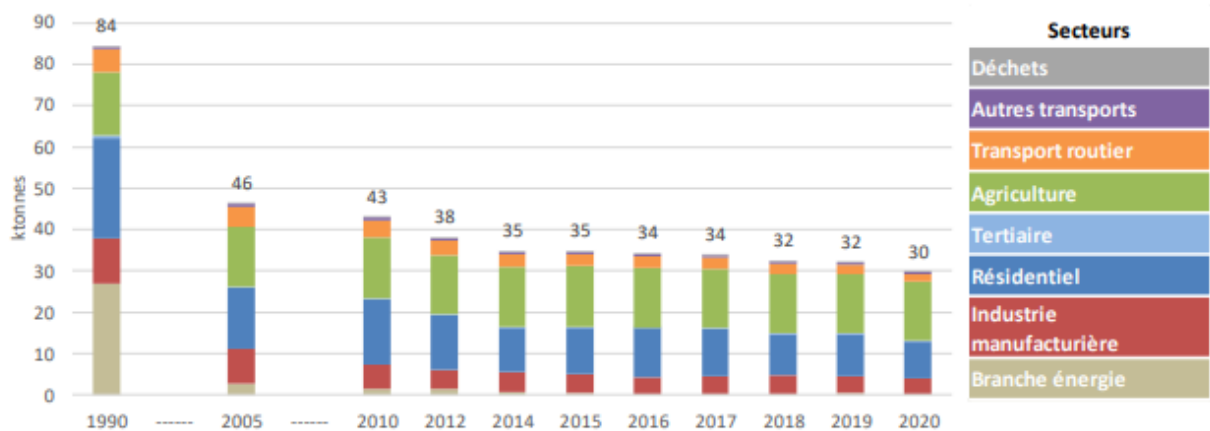
Les secteurs émissifs de PM10 sont similaires aux niveaux national et régional



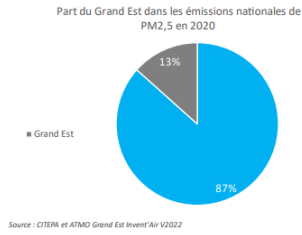
Les principales émissions de PM10 par sous-secteurs en Grand Est



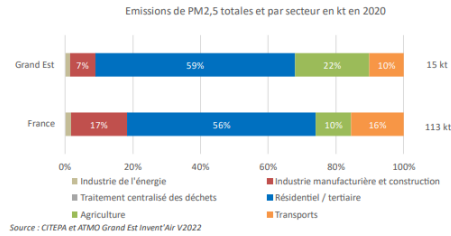
Evolution des émissions de PM10 dans le Grand Est par secteur



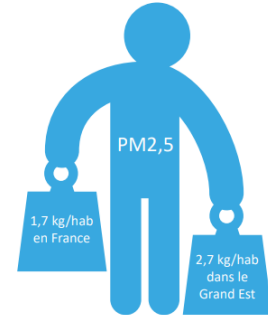
Contribution du Grand Est aux émissions de PM2,5 en France



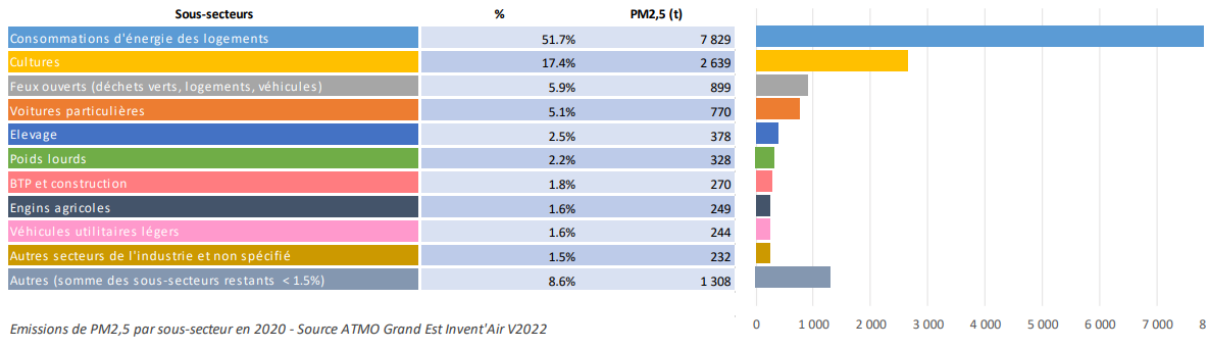
Le Grand Est participe à hauteur de 13% aux émissions nationales de PM2,5



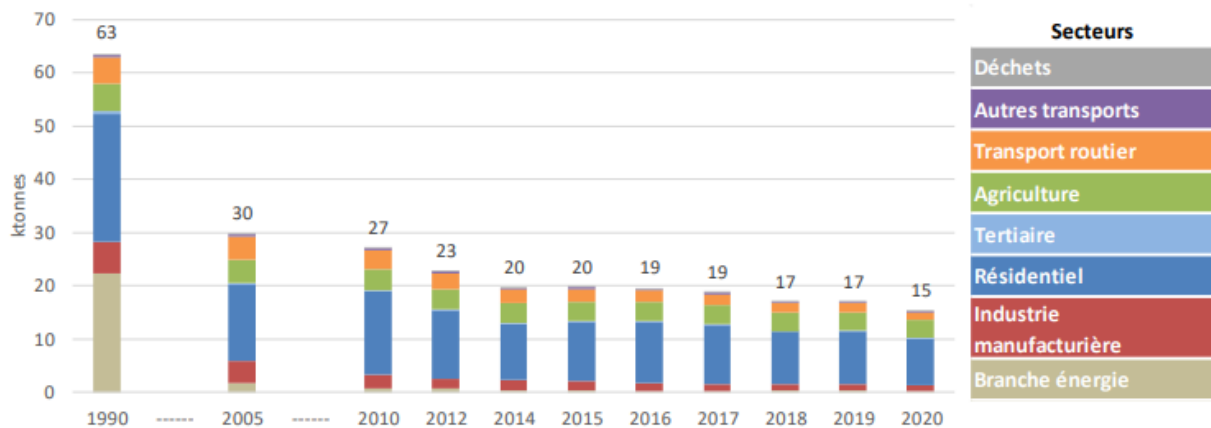
Les secteurs émissifs de PM2,5 sont similaires aux niveaux national et régional



Les principales émissions de PM2,5 par sous-secteurs en Grand Est



Evolution des émissions de PM2,5 dans le Grand Est par secteur



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

Pour aller plus loin : * <https://www.atmo-France.org/article/les-effets-nefastes-de-la-pollution#:~:text=L'exposition%20%C3%A0%20court%20et,et%20les%20infections%20des%20voies>

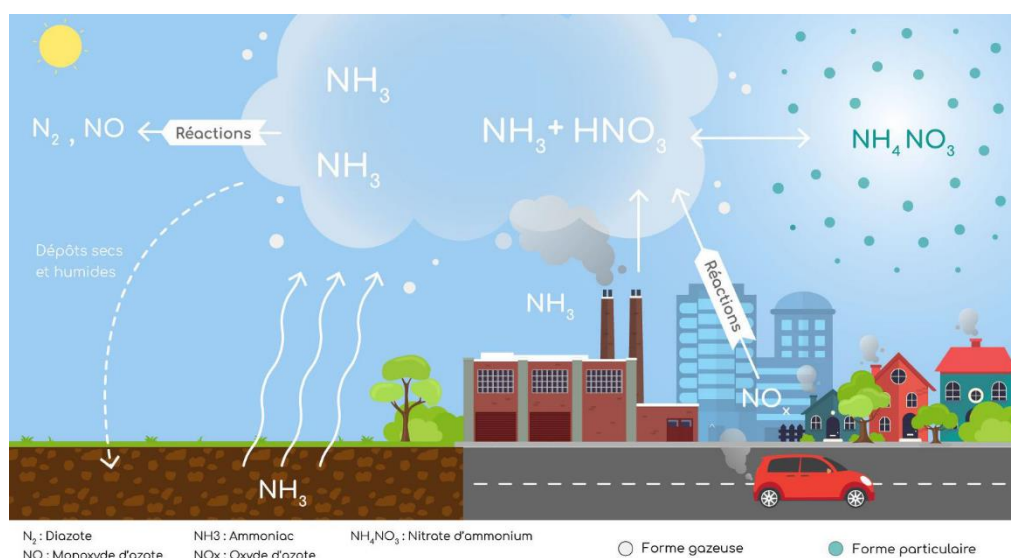
* <https://www.atmo-grandest.eu/article/quest-ce-qui-pollue-lair>

Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Houdelaincourt en 2022

SURV-EN-922-2

AMMONIAC NH₃

Composé gazeux très réactif dans l'atmosphère : il peut se dissocier par l'effet du rayonnement solaire, se déposer par dépôt sec et humide et il participe à la formation de particules inorganiques secondaires (Figure suivante). Ce composé est majoritairement émis par des sources anthropiques et, en particulier, par l'agriculture (engrais azotés, épandages, déjections animales). Toutefois, d'autres sources contribuent également aux émissions d'ammoniac à l'image de certaines industries, du traitement des déchets, de la combustion de biomasse et du transport routier (utilisation de pots



Dynamique de l'ammoniac

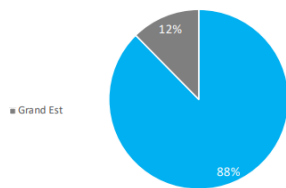
Santé : Les effets sanitaires et les enjeux associés à l'ammoniac sont principalement liés à son implication dans la formation de particules inorganiques secondaires. En effet, l'ammoniac est le réactif limitant dans la réaction avec les acides atmosphériques (acide nitrique ou acide sulfurique) à l'origine des particules inorganiques secondaires principalement retrouvées sous forme de nitrate d'ammonium (NH₄NO₃) et de sulfate d'ammonium ((NH₄)₂SO₄) dans l'atmosphère. L'impact sanitaire des particules fines est majeur car 40 000 morts/an en France sont attribuées à l'exposition aux particules fines.

Environnement : L'ammoniac peut présenter divers effets néfastes pour l'environnement. D'une part, après transformation (entre autres en nitrates), il contribue à l'acidification de l'environnement. Les émissions acidifiantes perturbent la composition de l'air, des eaux de surface et du sol.

Storymap (Observatoire Ammoniac de la région Grand-Est) au lien suivant : <https://portalsig.atmo-grandest.eu/portal/apps/storymaps/stories/e4e2360ff9a84aeca12e2c6659b7a07b>

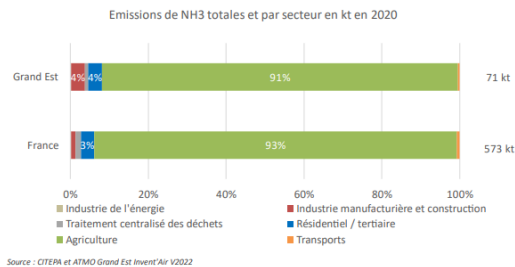
• Contribution du Grand Est aux émissions de NH₃ en France

Part du Grand Est dans les émissions nationales de NH₃ en 2020



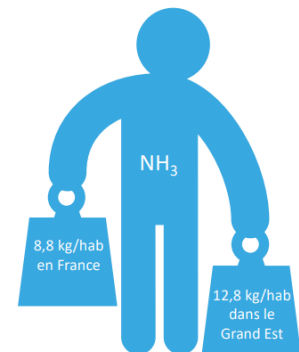
Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Le Grand Est participe à hauteur de 12% aux émissions nationales de NH₃

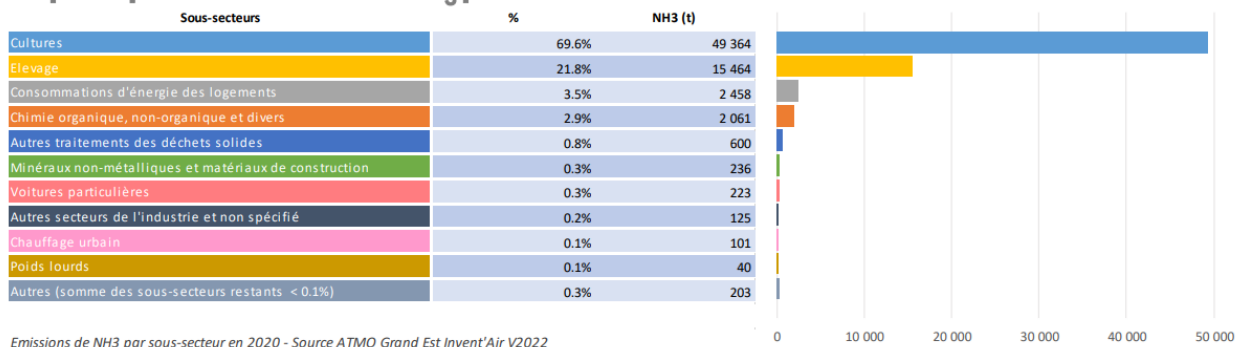


Source : CITEPA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Les secteurs émissifs de NH₃ sont similaires aux niveaux national et régional

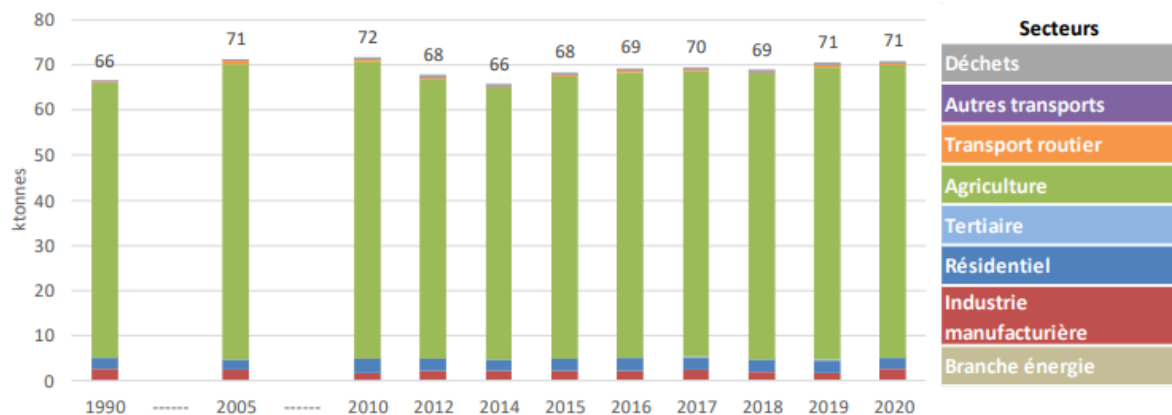


Les principales émissions de NH₃ par sous-secteurs en Grand Est



Emissions de NH₃ par sous-secteur en 2020 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Evolution des émissions de NH₃ dans le Grand Est par secteur



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

BLACK CARBON OU CARBONE SUIE

C'est au cours de réactions de combustion incomplètes de biomasse (chauffage au bois, brûlis) ou de matières fossiles (trafic automobile, chauffage au fioul...) que le carbone suie se forme. Exception faite des incendies naturels, son émission dans l'atmosphère est donc exclusivement générée par les activités humaines. C'est en cela que le « black carbon » peut être considéré comme un traceur de la pollution d'origine primaire anthropique.

Dans la littérature, la part du carbone suie provenant du trafic automobile est notifiée BCff (fuel fossil), et celle issue de la combustion de biomasse est notifiée BCwb (wood burning).

A noter que le terme « suies » désigne un ensemble de polluants issus de la combustion incomplète de combustibles fossiles et de biomasse.

Santé : Les particules de black carbon présentent des risques pour la santé car elles peuvent, du fait de leur petite taille, pénétrer profondément dans les poumons puis dans le sang, et ainsi contribuer à des affections cardiovasculaires. Elles servent aussi de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérigènes ou mutagènes (métaux, HAP...)

Environnement : Le carbone noir contribue aussi au réchauffement climatique. En effet, ce composé absorbe fortement les rayons lumineux provenant du soleil et réchauffe l'air environnant, ce qui le distingue des gaz à effets de serre qui, eux, absorbent le rayonnement thermique provenant du sol.

Autrement formulé :

Les particules de black carbon absorbent le rayonnement solaire. Elles contribuent également à diminuer l'albédo* terrestre en se déposant sur des surfaces enneigées ou glacées. Ces deux effets font du « black carbon » le seul aérosol caractérisé par un forçage radiatif positif. Autrement dit, sa présence dans l'atmosphère contribue au réchauffement climatique puisqu'il est à l'origine d'une hausse de l'énergie reçue par la Terre. Seule la pollution au dioxyde de carbone (CO₂) présente une contribution supérieure au réchauffement climatique.

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

Valeurs réglementaires actuellement en vigueur :

Polluant	Seuil pour la protection de la santé humaine	Valeur de référence	Période de calcul de la moyenne
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 24 fois par an (protection santé humaine)	350 µg/m ³	Horaire
	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 3 fois par an	125 µg/m ³	Journalière
	Objectif de qualité	50 µg/m ³	Annuelle
	Valeur limite pour la protection de la végétation	20 µg/m ³	Année civile et du 1 ^{er} octobre au 31 mars
	Ligne directrice OMS	40 µg/m ³	Journalière* ; ne pas dépasser sur 1 an
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (protection santé humaine)	200 µg/m ³	Horaire
	Valeur limite (protection santé humaine)	40 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	10 µg/m ³ 200 µg/m ³ 25 µg/m ³	Annuelle Horaire ; ne pas dépasser sur un an Journalière*
Oxydes d'azote (NO _x)	Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Annuelle
Particules (PM ₁₀)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 35 fois par an (protection santé)	50 µg/m ³	Journalière
	Valeur limite	40 µg/m ³	Annuelle
	Objectif de qualité	30 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	15 µg/m ³ 45 µg/m ³	Annuelle Journalière*
Particules (PM _{2,5})	Valeur limite	25 µg/m ³	Annuelle
	Valeur cible	20 µg/m ³	Annuelle
	Objectif de qualité	10 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	10 µg/m ³ 25 µg/m ³	Annuelle Journalière ; ne pas dépasser + de 3j/an
Ozone (O ₃)	Valeur cible (protection santé humaine) à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moy. calculée sur 3 ans*	120 µg/m ³	Max journalier de la moyenne glissante sur 8h
	Objectifs à long terme pour la protection de la santé humaine (objectif de qualité)	120 µg/m ³	Max journalier de la moyenne glissante sur 8h pendant 1 an civil
	Objectifs à long terme pour la protection de la végétation AOT 40** (objectif de qualité)	6 000 µg/m ³	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)
	Valeur cible : AOT 40**, moyenne calculée sur 5 ans pour la protection de la végétation	8 000 µg/m ³	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)
	Ligne directrice OMS	100 µg/m ³	Max journalier de la moyenne glissante sur 8h à ne pas dépasser sur 1 an civil
Monoxyde de carbone (CO)	Valeur limite	10 mg/m ³	Max journalier de la moyenne glissante sur 8h

* : 120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur huit heures, seuil à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur trois ans ou, à défaut d'une série complète et continue de données annuelles sur cette période, calculée sur des données valides relevées pendant un an.

** : L'AOT40 (exprimé en µg/m³.h) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 parties par milliard) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur une heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

• 3 à 4 jours de dépassements par an

Valeurs réglementaires actuellement en vigueur (suite) :

Polluant	Seuil pour la protection de la santé humaine	Valeur de référence en ng/m ³ (µg/m ³ pour le plomb et benzène)	Période de calcul de la moyenne
Arsenic	Valeur cible	6 ng/m ³	Année civile
Cadmium	Valeur cible	5 ng/m ³	Année civile
Nickel	Valeur cible	20 ng/m ³	Année civile
Plomb	Valeur limite	0,5 µg/m ³	Année civile
	Objectif de qualité	0,25 µg/m ³	Année civile
Benzo(a)pyrène	Valeur cible	1 ng/m ³	Année civile
Benzène	Objectif de qualité	2 µg/m ³	Année civile
	Valeur limite	5 µg/m ³	

L'ammoniac n'est pas réglementé à ce jour, mais il fait partie des polluants ciblés dans le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) découlant des directives européennes sur la réduction des émissions. En France, l'objectif est fixé à une réduction des émissions nationales d'ammoniac de 13% en 2030 par rapport à l'année de référence 2005 avec 2 paliers intermédiaires : -4% en 2020 et -8% en 2025 par rapport à la même année de référence.

Néanmoins, concernant la protection de la végétation et des écosystèmes, les niveaux critiques de concentration en NH₃ sont respectivement de 1 µg/m³ et de 3 µg/m³ en moyenne annuelle pour la protection des lichens/bryophytes et des végétaux supérieurs.

Un niveau critique mensuel de 23 µg/m³ a également été retenu provisoirement pour prendre en compte de possibles pics d'émissions élevés pendant les périodes d'épandage de fumier (par exemple au printemps).

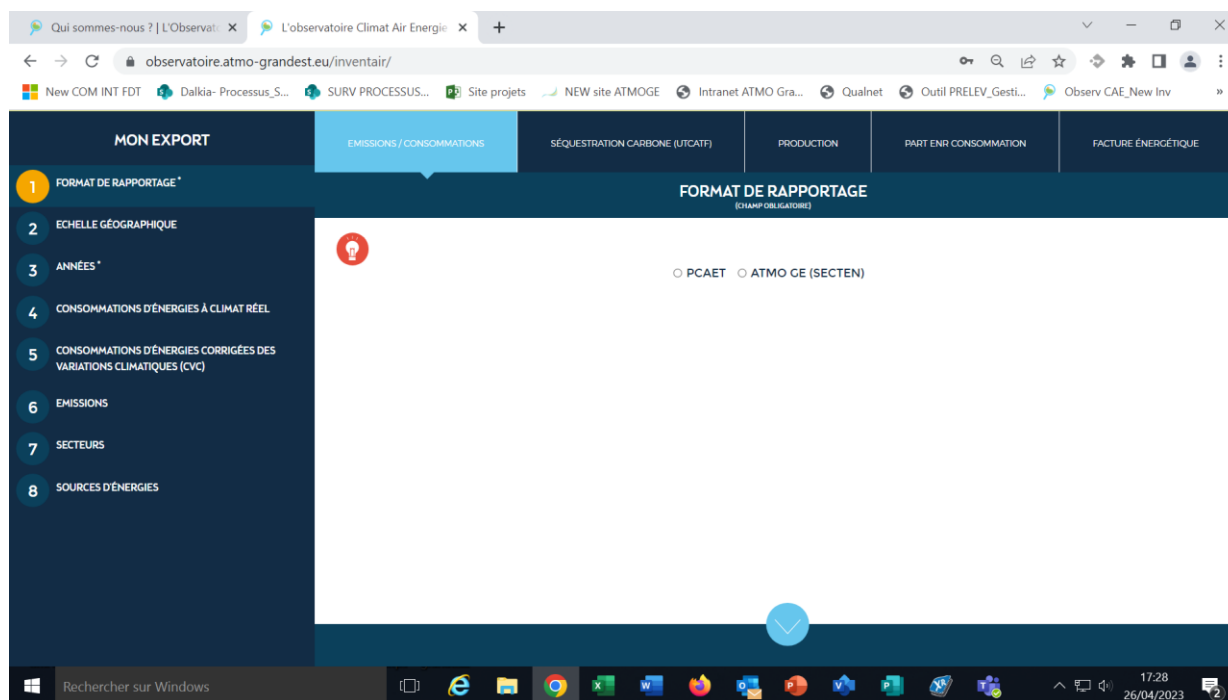
Par ailleurs, le black carbon n'est pas réglementé.

Procédures d'information et recommandations et alertes mises en œuvre dans le cadre de pics de pollution

Seuils réglementaires en vigueur pour la mise en œuvre des procédures d'information/recommandations et alertes

Polluant	Seuil réglementaire	Valeur	Période de calcul de la moyenne
Dioxyde de soufre	Seuil d'information	300 µg/m ³	Moyenne horaire
	Seuil d'alerte	500 µg/m ³	Moyenne horaire, dépassée pendant 3 heures consécutives
Dioxyde d'azote	Seuil d'information	200 µg/m ³	Moyenne horaire, dépassée sur critères de superficie et populations exposées
	Seuil d'alerte	400 µg/m ³	Moyenne horaire, dépassée pendant 3 heures consécutives sur critères de superficie et populations exposées. <u>Ou</u> 200 µg/m ³ en moyenne horaire, si la procédure d'information et de recommandation pour le NO ₂ a été déclenchée la veille et le jour même, et que les prévisions font craindre un dépassement pour le lendemain sur critères de superficie et populations exposées
PM ₁₀	Seuil d'information	50 µg/m ³	Moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h sur critères de superficie et populations exposées
	Seuil d'alerte	80 µg/m ³	Moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h sur critères de superficie et populations exposées. <i>Déclenchement sur persistance :</i> 50 µg/m ³ en moyenne journalière calculée de 0h à 0h si constat de dépassement pour J et prévision de dépassement pour J+1
Ozone	Seuil d'information	180 µg/m ³	Moyenne horaire sur critères de superficie et populations exposées.
	Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Moyenne horaire sur critères de superficie et populations exposées. <i>Déclenchement sur persistance :</i> 180 µg/m ³ en moyenne horaire si constat de dépassement pour J et prévision de dépassement pour J+1

ANNEXE 4 : PRINCIPALES EVOLUTIONS ENTRE LES VERSIONS V2021 ET V2022 DE L'INVENTAIRE



Lien vers l'Observatoire Climat Air Energie et de l'inventaire : <https://observatoire.atmo-grandest.eu/>

Cette mise à jour V2022 d'Invent'Air avait pour objectif d'estimer finement les consommations et productions d'énergie, émissions de polluants et gaz à effet de serre de l'année 2020 (année COVID), en remettant à jour et de pouvoir analyser les évolutions de ces données depuis 1990, 2005 ou 2012.

Un travail considérable a été mené pour affiner la prise en compte des données locales de consommations d'énergie à partir des nouvelles données à l'adresse, et des nouvelles données détaillées par codes naf88 mises à disposition grâce à la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV).

Cette mise à jour a également permis de renforcer la cohérence des données entre les inventaires de consommations d'énergie et de productions d'énergie, notamment sur la prise en compte des sites de cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur) à partir de biogaz.

Pour les gaz à effet de serre, tout comme pour les versions 2020 et 2021 d'Invent'Air, le « Pouvoir de Réchauffement Global 2013 » au format PCAET intègre les émissions indirectes de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité et de chaleur (scope 2) en complément des émissions directes de gaz à effet de serre des différents secteurs (hors émissions directes de la production d'électricité et de chaleur pour ne pas avoir de double compte). Ceci permet de faciliter le rapportage des émissions de GES dans le

cadre des PCAET avec la transmission d'un indicateur global sur le climat, sans avoir à sommer les émissions directes avec les émissions indirectes.

Le format de la nouvelle version d'Invent'Air V2022 a été mis en cohérence avec le nouveau format de rapportage SECTEN édition 2022 du CITEPA. Les émissions biogéniques de NOx et COVNM issues des sols agricoles sont maintenant pris en compte dans le secteur agriculture à la place d'être considérées en « hors bilan ».

Les facteurs d'émissions utilisés dans cette nouvelle version V2022 d'Invent'Air sont ceux de la nouvelle édition 2022 de la base OMINEA du CITEPA, complétés par d'autres sources de données (par exemple, la base carbone ADEME ou les guides méthodologiques européens Emep/EEA). La base de données OMINEA du CITEPA évolue chaque année avec une mise à jour de l'ensemble de l'historique, ce qui influe fortement sur les nouvelles versions d'Invent'Air.

ANNEXE 5: METHODOLOGIE DES MESURES

MESURES EN CONTINU :



Présentation des méthodes de mesure et objectifs de qualité des données



Des analyseurs automatiques mesurent en continu les concentrations en polluants NO_x, SO₂, CO, O₃, PM, NH₃ et black carbon.

Le fonctionnement général est le suivant : l'air extérieur est pompé et amené jusqu'à l'analyseur qui délivre des signaux électriques convertis en données numériques stockées dans un dispositif d'acquisition. Les données moyennées sur 15 minutes sont ensuite horodatées, affectées d'un code qualité et stockées dans la mémoire de la station d'acquisition.

Exemples d'analyseurs automatiques dans le nouveau bâtiment Source : ATMO Grand Est)

Chaque jour, toutes les données sont automatiquement rapatriées par modem GSM vers le poste central d'ATMO Grand Est. En cas de non-rapatriement des données, ou de problème d'ordre technique, les techniciens interviennent rapidement (intervention à distance ou déplacement sur place). A noter que la station d'acquisition peut stocker jusqu'à dix jours de données quart-horaires.

Concernant les critères de validation des données, les données quart-heure obtenues avec les analyseurs automatiques suivent tout un processus de validation avant de pouvoir être exploitées et interprétées.

Une donnée dite validée est une données quart-heure ayant suivi un cycle de validation et d'expertise (source : LCSQA, guide de validation des données de mesures automatiques, janvier 2016 : https://www.lcsqa.org/system/files/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf). Elle est alors considérée comme disponible pour l'exploitation et l'agrégation.

Le processus de validation et d'expertise des données, réalisé par des personnes habilitées, se base sur des procédures normalisées et un jugement d'experts, sur le plan technique et métrologique, ainsi que sur le plan comportemental et environnemental des concentrations relevées. Avec l'appui de la météorologie le cas échéant.

Ce processus est finalisé une fois que la cohérence et la pertinence des données produites est vérifiée.

Remarque : un certain nombre de règles est à prendre en compte lors de la validation et de l'expertise des données automatiques. Certaines sont générales à tous les polluants, d'autres sont plus spécifiques.

Les moyens d'étalonnage et de contrôles utilisés par ATMO Grand Est sont raccordés à des étalons de références nationales : les analyseurs sont régulièrement étalonnés et des contrôles sont réalisés périodiquement. Les normes associées à chaque type d'analyseur sont présentées dans le tableau suivant.

Méthodes analytiques utilisées pour la mesure des polluants

Polluant	Norme associée et procédé utilisé
Oxydes d'azote (NO _x)	NF EN 14211 : Chimiluminescence
Dioxyde de soufre (SO ₂)	NF EN 14212 : Fluorescence UV
Ozone (O ₃)	NF EN 14625 : Absorption UV
Monoxyde de carbone (CO)	NF EN 14626 : Absorption infra-rouge associé à la corrélation par filtre gazeux
Particules PM ₁₀ /PM _{2,5}	-NF X43-049 - NF EN 12341 -Air ambiant – Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2,5) - NF EN 16450 29 Avril 2017

L'annexe I de la Directive 2008/50/CE (https://aida.ineris.fr/consultation_document/863) définit les objectifs de qualité des données pour évaluer la qualité de l'air ambiant. Le tableau ci-dessous présente les objectifs de qualité des données pour les mesures fixes par analyseurs automatiques réalisées dans le cadre de ce suivi.

Objectifs de qualité des données pour les analyseurs en continu

Polluant	Anhydride sulfureux, dioxyde d'azote et oxydes d'azote, et monoxyde de carbone	Particules (PM ₁₀ /PM _{2,5}) et plomb	Ozone, NO et NO ₂ correspondants
Incertitude	15 %	25 %	15 %
Saisie minimale des données	90%	90%	90 % en été - 75 % en hiver
Période minimale :			
-Pollution de fond urbaine et circulation	/	/	/
-Sites industriels	/	/	/

Concernant l'ammoniac et le black carbon, nouvellement mesurés à l'OPE :

* Pour la mesure de l'ammoniac, ATMO GE utilise un analyseur automatique par spectrométrie d'absorption proche-infrarouge en cavité optique haute.

A l'heure actuelle, un guide LCSQA a été publié en 2021 afin de présenter les types de mesures (automatiques et passives) et les utilisations/objectifs associés dans le cadre du suivi de l'ammoniac (lien : https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2019-Guide%20m%C3%A9thodologique%20ammoniac_vf_pour%20r%C3%A9f%C3%A9rentiel.pdf).

La construction du réseau de surveillance par mesures automatiques est en cours car, à l'heure actuelle, peu de mesures en temps réel sont disponibles à l'échelle nationale. Les mesures de NH₃ doivent principalement cibler les sites MERA ou CARA mais également les sites urbains de fond ou sous influence trafic.

* Le black carbon est quant à lui mesuré avec un aéthalomètre multi-longueurs d'onde (AE33) selon les recommandations du guide LCSQA : guide méthodologique pour la mesure du black carbon par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant, version 2020

(https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2019-Guide_mesure_BlackCarbon_par_AE33_VF03-Approuv%C3%A9CPS15122020.pdf). En effet, à ce jour il n'existe pas de norme pour ce composé.

MESURES EN DISCONTINU :

1- Prélèvements et analyses en laboratoire pour les HAP et éléments traces métalliques

Le tableau ci-dessous présente les types de prélèvements, les analyses associées et la fréquence d'échantillonnage.

Types de prélèvements réalisés et analyses associées dans le cadre des mesures d'ATMO Grand Est.

Préleveur	Débit de prélèvement	Norme associée	Fraction granulométrique	Analyses réalisées	Fréquence d'échantillonnage
Digitel DA 80	30 m ³ /h	NF EN 15 549 (EN 12341)	PM ₁₀	10 HAP	1 prélèvement sur 24 heures tous les 6 jours
Partisol R et P	1 m ³ /h	NF-EN-14902 (EN 12341)	PM ₁₀	Eléments traces métalliques	Prélèvement d'une durée de 14 jours, toute l'année

*Le préleveur DIGITEL DA 80 permet le prélèvement automatique, à débit constant, sur filtres et/ou mousses PUF, des poussières et aérosols présents dans l'air. Il est équipé d'une tête de prélèvement normalisée (PM₁₀, PM_{2,5} ...). Le débit est régulé entre 10 et 1 000 l/mn.

Fonctionnement :

L'air prélevé passe à travers une tête de prélèvement située au-dessus du coffret. Il est dirigé sur un filtre inséré dans la conduite (le changement de filtre est programmable). 15 filtres peuvent être stockés et automatiquement changés. L'air passe ensuite dans un rotamètre à flotteur puis dans la turbine d'aspiration. Le débit est ajusté par le positionnement d'une photodiode IR le long du rotamètre. Le débit de consigne est maintenu stable grâce à une électronique de régulation.

Le DA 80 peut être entièrement piloté à distance par liaison RS 232. Les données sont stockées dans une mémoire interne et peuvent être extraites par Clé USB.



Digitel DA80 (source : ATMO G

*Le Partisol Plus est un préleveur actif PM₁₀ conforme à l'EN 12 341 (test par l'organisme accrédité TÜV). Dans sa version la plus simple, cet appareil est équipé d'un changeur automatique de filtres de capacité 16 filtres.

Fonctionnement :

Selon la tête de prélèvement utilisée, le Partisol Plus permet la collection automatique jusqu'à 16 échantillons des fractions PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ ou Poussières Totales. Le Partisol Plus peut également être équipé de 2 changeurs automatiques, d'une capacité de 16 filtres chacun.

Cette configuration permet, au besoin, de collecter les poussières, simultanément sur 2 filtres de nature différente ou bien, par l'intermédiaire d'un séparateur dichotomique optionnel, de collecter simultanément la fraction PM₁₀ et PM_{2,5}.

La régulation du débit d'aspiration est assurée par un régulateur électronique de débit volumique, afin de faire fonctionner les têtes de prélèvement à leur débit nominal quelle que soit l'altitude de lieu de prélèvement ou la température de l'air.

Le régulateur de débit - relié à un débitmètre massique, une sonde de température et un manomètre - calcule en temps réel le débit volumique nominal d'échantillonnage et agit pour conserver un débit volumique constant tout au long du prélèvement (en option, un double régulateur de débit est installé sur la version à 2 chargeurs de filtres).

Pour assurer une maintenance réduite, une pompe à vide de grande capacité a été sélectionnée. Cette pompe est dimensionnée pour assurer le débit nominal à travers les différents types de média filtrants couramment utilisés (fibre de verre, fibre de quartz, membrane Téflon, etc. ...).



Débit d'échantillonnage :

Concernant l'étude des HAP sur les PM₁₀ :

- Le préleveur est utilisé en haut débit, conformément aux recommandations nationales, par souci du respect des incertitudes sur la mesure du benzo(a)pyrène. Par ailleurs, des tests métrologiques sont réalisés.
- Les analyses sont faites par le Laboratoire Interrégional de Chimie (SynAirGIE), par chromatographie liquide haute performance (HPLC) et détecteur de fluorescence.

Concernant l'étude des éléments traces métalliques sur les PM₁₀ :

- Le préleveur est utilisé en bas débit.
- Les analyses sont faites par Micropolluants Technologie, par Spectrométrie de Masse Induite par Couplage Plasma (ICP-MS).

2- Prélèvements et analyses en laboratoire pour les COV



Le principe de fonctionnement de ce mode de prélèvement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur un adsorbant adapté au piégeage spécifique du polluant gazeux.

Les tubes passifs sont constitués de deux tubes cylindriques concentriques :

- un tube externe, le corps diffusif, faisant office de filtre en stoppant les poussières,
- un tube interne, la cartouche, contenant le réactif spécifique au composé à adsorber.

Durant le prélèvement, les polluants gazeux traversent le corps diffusif jusqu'à la zone de piégeage formée par la cartouche adsorbante. La durée de prélèvement est fixée à 14 jours.

Ce mode de prélèvement fournit une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition.

La quantité de molécules piégées est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement et est déterminée par analyse des échantillons différée en laboratoire (SynAirGIE). L'échantillon est analysé par



chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CG-MS) ; la norme de mesurage mise en œuvre est la NF EN 14 662-4. Les résultats des analyses doivent respecter les critères qualité de données exigés pour les mesures indicatives de la Directive 2008/50/CE¹, en termes d'incertitudes sur les mesures 30 % pour le benzène.

OBJECTIFS DE QUALITE DES DONNEES ET PLAN D'ECHANTILLONNAGE

L'annexe I de la Directive 2015/1480 de la commission du 28/08/2015 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1480&from=EN>) et l'annexe IV de la Directive 2004/107/CE (https://aida.ineris.fr/consultation_document/955) définissent des objectifs de qualité des données pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant.

Objectifs de qualité des données pour des mesures indicatives relatifs aux divers polluants mesurés (Directive 2015/1480/CE) :

Paramètre	Benzo(a)pyrene B(a)p	HAP autres que le b(a)p	Arsenic, cadmium, nickel	Benzène
Incertitude	50%	50%	40%	30%
Saisie minimale de données	90%	90%	90%	90%
Période minimale prise en compte	14% ^(a)	14% ^(a)	14% ^(a)	14% ^(a)

^(a) Une mesure aléatoire par semaine, répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines, uniformément sur l'année.

Concernant le plan d'échantillonnage, les prélèvements relatifs aux HAP ont été répartis tout au long de l'année 2022. Le plan d'échantillonnage a été mis en œuvre en lien avec les méthodologies et les objectifs de qualité des données associées aux mesures.

1- Validation des données HAP par rapport aux blancs

Pour la gestion des blancs relative aux mesures des HAP réalisées à l'OPE Houdelaincourt sur la fraction PM₁₀, 17 blancs terrains ont été mis en place en 2022 :

- **Concernant le respect de la limite de quantification analytique à atteindre par le laboratoire d'analyses pour les HAP :**
 - La limite de quantification minimale à atteindre, pour une durée de prélèvement de 24 heures, quel que soit le type de préleveur utilisé pour réaliser les prélèvements, doit être inférieure à 0,04 ng/m³ (4 % de la valeur cible du benzo(a)pyrène).
 - Ceci est valable pour tous les composés HAP analysés en air ambiant sur la fraction PM₁₀.
 - Pour un prélèvement haut débit (30 m³/h), cela correspond à une limite de quantification de 28,8 ng/filtre.
 - Le laboratoire d'analyses SynAir GIE fournit une limite de quantification analytique de 10 ng/filtre qui permet d'atteindre la limite de quantification de 0,04 ng/m³.
- **Concernant la gestion des blancs « terrain » :**
 - Les blancs servent uniquement à valider les résultats.
 - Si la valeur du blanc est supérieure à la limite de quantification (LQ) et représente plus du tiers de la valeur des échantillons associées à ce blanc, les données sont invalidées.
 - Concernant le benzo(a)pyrène, la valeur de la LQ doit être inférieure à 0,04 ng/m³, soit 4 % de la valeur cible.

▪ **Concernant la gestion des résultats inférieurs à la LQ :**

- Pour les valeurs identifiées comme étant inférieures à la valeur limite de quantification LQ, elles sont remplacées par la valeur de la LQ / 2 fournie par le laboratoire pour toutes les exploitations numériques ultérieures.
- Pour valider définitivement les données, une expertise environnementale est réalisée sur l'ensemble des résultats obtenus en 2022. Elle consiste par exemple à examiner la cohérence des données ou à les comparer à d'autres mesures d'autres sites de typologie similaire.

Résultats d'analyse des blancs HAP en 2022 (en ng/filtre)

Les blancs sont satisfaisants. Les valeurs sont inférieures ou égales à la limite de quantification (LQ).

Code projet	Ref échantillon	Début prélèvement	Fin prélèvement	Chrysène		Benzo(j)fluoranthène		Benzo(a) pyrène	
				ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³
00558	AGE-OPE-BT01/01/2022	01/01/2022 09:00	01/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT19/01/2022	19/01/2022 09:00	19/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT12/02/2022	12/02/2022 09:00	12/02/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT02/03/2022	02/03/2022 09:00	02/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT26/03/2022	26/03/2022 09:00	26/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/04/2022	13/04/2022 09:00	13/04/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/05/2022	13/05/2022 09:00	13/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT25/05/2022	25/05/2022 09:00	25/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT18/06/2022	18/06/2022 09:00	18/06/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT06/07/2022	06/07/2022 09:00	06/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT30/07/2022	30/07/2022 09:00	30/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT17/08/2022	17/08/2022 09:00	17/08/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT28/09/2022	28/09/2022 09:00	28/09/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT22/10/2022	22/10/2022 09:00	22/10/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT09/11/2022	09/11/2022 09:00	09/11/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT03/12/2022	03/12/2022 09:00	03/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT21/12/2022	21/12/2022 09:00	21/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-

Code projet	Ref échantillon	Début prélèvement	Fin prélèvement	Benzo(g,h,i)pyrène		Dibenzo(a,h)anthracène		Benzo(a)anthracène	
				ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³
00558	AGE-OPE-BT01/01/2022	01/01/2022 09:00	01/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT19/01/2022	19/01/2022 09:00	19/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT12/02/2022	12/02/2022 09:00	12/02/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT02/03/2022	02/03/2022 09:00	02/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT26/03/2022	26/03/2022 09:00	26/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/04/2022	13/04/2022 09:00	13/04/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/05/2022	13/05/2022 09:00	13/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT25/05/2022	25/05/2022 09:00	25/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT18/06/2022	18/06/2022 09:00	18/06/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT06/07/2022	06/07/2022 09:00	06/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT30/07/2022	30/07/2022 09:00	30/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT17/08/2022	17/08/2022 09:00	17/08/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT28/09/2022	28/09/2022 09:00	28/09/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT22/10/2022	22/10/2022 09:00	22/10/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT09/11/2022	09/11/2022 09:00	09/11/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT03/12/2022	03/12/2022 09:00	03/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT21/12/2022	21/12/2022 09:00	21/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-

Code projet	Ref échantillon	Début prélèvement	Fin prélèvement	Benzo(e)pyrène		Benzo(b)fluoranthène		Benzo(k)fluoranthène		Indeno(1,2,3-cd)pyrène	
				ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³	ng/éch.	ng/m ³
00558	AGE-OPE-BT01/01/2022	01/01/2022 09:00	01/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT19/01/2022	19/01/2022 09:00	19/01/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT12/02/2022	12/02/2022 09:00	12/02/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT02/03/2022	02/03/2022 09:00	02/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT26/03/2022	26/03/2022 09:00	26/03/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/04/2022	13/04/2022 09:00	13/04/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT13/05/2022	13/05/2022 09:00	13/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT25/05/2022	25/05/2022 09:00	25/05/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT18/06/2022	18/06/2022 09:00	18/06/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT06/07/2022	06/07/2022 09:00	06/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT30/07/2022	30/07/2022 09:00	30/07/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT17/08/2022	17/08/2022 09:00	17/08/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT28/09/2022	28/09/2022 09:00	28/09/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT22/10/2022	22/10/2022 09:00	22/10/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT09/11/2022	09/11/2022 09:00	09/11/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT03/12/2022	03/12/2022 09:00	03/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-
00558	AGE-OPE-BT21/12/2022	21/12/2022 09:00	21/12/2022 09:00	5	-	5	-	5	-	5	-

2- Validation des données en éléments traces métalliques par rapport aux blancs

En ce qui concerne la gestion des blancs relative aux mesures des éléments traces métalliques à l'OPE Houdelaincourt sur la fraction PM₁₀, 12 blancs terrains ont été mis en place en 2022.

Ils ont pour but de valider les échantillons ou données, et de s'assurer de l'absence de traces sur le matériel utilisé. Un blanc terrain correspond à un filtre qui suit les mêmes étapes qu'un filtre utilisé dans le cadre d'un prélèvement (préparation, conditionnement pendant le transport, stockage avant et après prélèvement) hormis la phase de prélèvement.

Le dépassement pour un élément est considéré comme significatif si la valeur du blanc de terrain est très supérieure à la limite de quantification du composé et si elle représente plus du tiers de la valeur des échantillons correspondant à la même période de prélèvement. Dans ces conditions, les résultats associés à ce blanc de terrain sont invalidés.

Si la valeur du blanc terrain est inférieure la limite de quantification LQ, le blanc terrain est satisfaisant.

Réf échantillon	Début prélèvement	Fin prélèvement	Type échantillon	Nickel		Arsenic		Cadmium		Plomb	
				ng/échantillon	ng/m ³	ng/échantillon	ng/m ³	ng/échantillon	ng/m ³	ng/échantillon	µg/m ³
AGE-OPE-BT19/01/2022	19/01/2022 09:00	19/01/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT16/02/2022	16/02/2022 09:00	16/02/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT16/03/2022	16/03/2022 09:00	16/03/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT13/04/2022	13/04/2022 09:00	13/04/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT11/05/2022	11/05/2022 09:00	11/05/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT22/06/2022	22/06/2022 09:00	22/06/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT20/07/2022	20/07/2022 09:00	20/07/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT17/08/2022	17/08/2022 09:00	17/08/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT14/09/2022	14/09/2022 09:00	14/09/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT12/10/2022	12/10/2022 09:00	12/10/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT09/11/2022	09/11/2022 09:00	09/11/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-
AGE-OPE-BT07/12/2022	07/12/2022 09:00	07/12/2022 09:00	blanc terrain	62.5	-	12.5	-	12.5	-	12.5	-

Les chiffres indiqués dans la colonne « ng/échantillon » correspondent à la LQ/2.

3- Validation des données en COV dont le benzène par rapport aux blancs

Pour s'assurer de l'absence de contamination ou d'altération du tube, le site a été équipé de blancs terrain : il s'agit d'un échantillon qui suit le même cycle qu'un échantillon pour le prélèvement (transport, conservation, analyses), excepté le prélèvement en lui-même. Les résultats des blancs sont satisfaisants (blancs relatifs à avril et mai conservés).

Code préleveur	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	Benzène	
			ng/tube	µg/m ³
AGE_779ZI	03/01/2022 10:10	17/01/2022 14:35	12.5	0.02
AGE_785ZI	07/02/2022 14:30	21/02/2022 13:45	12.5	0.02
AGE_P752M	07/03/2022 14:07	21/03/2022 14:15	12.5	0.02
AGE_O20JD	04/04/2022 13:00	19/04/2022 14:00	30	0.1
AGE_696ZI	02/05/2022 08:49	16/05/2022 09:40	29	0.1
AGE_031JD	07/06/2022 12:49	20/06/2022 12:56	12.5	0.03
AGE_P260O	04/07/2022 13:45	18/07/2022 13:00	12.5	0.03
AGE_P748M	01/08/2022 09:08	16/08/2022 13:50	12.5	0.02
AGE_O31JD	05/09/2022 13:09	19/09/2022 13:08	12.5	0.02
AGE_728FE	03/10/2022 13:21	17/10/2022 12:57	12.5	0.02
AGE_527RD	07/11/2022 14:11	21/11/2022 11:10	12.5	0.02
AGE_528RD	08/12/2022 13:43	22/12/2022 09:55	12.5	0.02

ANNEXE 6 : METROLOGIE

* Description de la chaîne métrologique

Les analyseurs utilisés (cf. liste ci-dessous, source : accord de collaboration ANDRA-ATMO GE n° 20077827) sont soit des appareils approuvés par type (pour les mesures réglementaires) soit des appareils conseillés par le LCSQA (pour les mesures non réglementaires). Ils répondent aux exigences métrologiques des normes européennes en vigueur. Une liste des différents appareils homologués est tenue à jour sur le site internet du LCSQA (<https://www.lcsqa.org/fr/conformite-technique-appareils-mesure>). La dernière mise à jour date du 06 octobre 2021.

LISTE DES ANALYSEURS ET PRELEVEURS

Le parc instrumental dont l'Andra est le propriétaire et dont l'opération est confiée à Atmo Grand Est est le suivant :

1 système d'acquisition de mesures	ISEO SAM LX
1 analyseur de dioxyde de soufre	Thermo Scientific 43i
1 analyseur d'oxydes d'azote *	Teledyne T200UP
1 analyseur d'ozone	Thermo Scientific 49i
1 analyseur de monoxyde de carbone	Thermo Scientific 48i
1 analyseur de poussière *	Met One BAM
1 analyseur de poussière	FIDAS
1 analyseur NH3	PICARRO G 2103
1 analyseur de Black Carbon	Magee Scientific AE33
1 préleveur PM10 bas débit	Partisol Plus R&P
1 préleveur PM10 haut débit	Digitel DA 80
1 préleveur PM2.5 haut débit	Digitel DA 80

*: - un analyseur d'oxydes d'azote Thermo Scientific 42i jusqu'au 11/09/2020 puis un Teledyne T200UP (mesure des NOx de trace),
- retrait du Met One BAM le 08/04/2021 pour un remplacement par un Thermo TEOM 1405F.

Concernant les analyseurs gazeux (ozone, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, monoxyde d'azote/oxydes d'azote) :

Ces équipements sont étalonnés tous les trois mois en zéro et en point d'échelle.

Valeurs du point d'échelle de l'étalon, en fonction du composé :

Polluants	Valeurs Point d'échelle de l'étalon en partie par million (ppm) ou partie par billion (ppb)
Ozone (O ₃)	100 ppb
Dioxyde de soufre (SO ₂)	100 ppb
Monoxyde de carbone (CO)	9 ppm
Monoxyde d'azote / oxydes d'azote (NO/NOx)	200 ppb

Un contrôle au zéro et au point d'échelle sur les analyseurs gazeux est réalisé au moins toutes les 2 semaines pour vérifier la stabilité de l'appareil (tolérance acceptée 5%).

Pour l'étalonnage du NO₂, nous réalisons au moins une fois par an une titration par phase gazeuse (TPG), ce qui permet de déterminer le rendement de conversion (tolérance acceptée : supérieure ou égale à 95%)
Concernant l'ammoniac NH₃, nous ne disposons pas d'étalon.

Depuis 2015, des tests de répétabilité en station sont effectués tous les trois mois pour répondre aux nouvelles exigences des normes européennes.

Concernant l'analyseur de poussières PM :

La maintenance et les tests métrologiques sont réalisés conformément au guide national intitulé « Guide pour le contrôle des paramètres critiques pour la mesure des analyseurs automatiques de PM »

https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2018-Guide_parametres_critiques_AMS_PM_approuv%C3%A9%20CPS15122020.pdf (LCSQA-INERIS, 2020).

* Les incertitudes de mesure

ATMO Grand Est, dans le cadre de l'application des normes européennes et des guides nationaux, garantit le respect des exigences de la directive européenne 2008/50/CE en matière d'incertitudes de mesure définies dans l'annexe I de la directive (https://aida.ineris.fr/consultation_document/863).

Le document qualité MES-DI-014 disponible à ATMO GE exprime les résultats des calculs d'incertitudes sur les appareils en 2022.

ANNEXE 7 : HOMOLOGATION ET CONFORMITE DES APPAREILS DE MESURES A L'OPE

Les appareils de mesure des polluants atmosphériques réglementés utilisés par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) en France doivent être homologués, conformément à la Directive européenne 2008/50/CE (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0050>).

Pour rappel, un nouveau processus d'homologation et de suivi, élaboré par le LCSQA, est mis en place depuis 2015 (<https://www.lcsqa.org/fr/actualite/lancement-processus-homologation-appareils-mesure-qualite-air>). Il renforce l'implication des différents acteurs, en précisant les rôles et responsabilités de chacun. Il s'agit du demandeur de l'homologation (constructeur ou distributeur), du LCSQA, du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, et des AASQA.

Il ne s'appuie plus uniquement sur les préconisations de la Directive 2008/50/CE et une simple acceptation des documents attestant de la performance métrologique des appareils (principe de reconnaissance mutuelle des données entre Etats). Le processus est désormais basé sur un cahier des charges détaillé.

Il conduit à :

- Une implication plus forte du constructeur : dès le lancement du processus, constitution d'un dossier technique exhaustif indiquant la configuration technique complète de l'appareillage (version soft incluse), l'évaluation des coûts d'investissement et de fonctionnement ; la mise à disposition de matériel auprès du LCSQA ; au cours de la période de commercialisation de l'appareil homologué, le constructeur aura un devoir d'information sur toute modification apportée sur cet appareil.
- La décision par le ministère d'homologuer (ou non) des appareils, après instruction de la demande par le LCSQA (avec l'appui des Commissions de Suivi concernées, auxquelles participent les AASQA).
- Une plus grande prise en compte du retour d'expérience des AASQA sur le fonctionnement des analyseurs homologués.

Actuellement, les analyseurs automatiques, les préleveurs (gaz et/ou particules) et les collecteurs de précipitation sont concernés par ce processus. L'objectif est de couvrir tout dispositif intégré dans la « chaîne de mesure » (du prélèvement au rapatriement de données en Poste Central) et utilisé pour la surveillance de la qualité de l'air afin de garantir l'exactitude des mesures et au respect des objectifs de qualité fixés par la réglementation.

Une liste des appareils homologués pour la surveillance de la qualité de l'air est fournie par le LCSQA qui la tient à jour (à minima deux fois par an). La dernière mise à jour date du 06/10/2021.

ANNEXE 8 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RELEVÉES A HOUDELAINCOURT EN 2022

Données météorologiques relevées à l'OPE d'Houdelaincourt en 2022 (source : ATMO GE) :

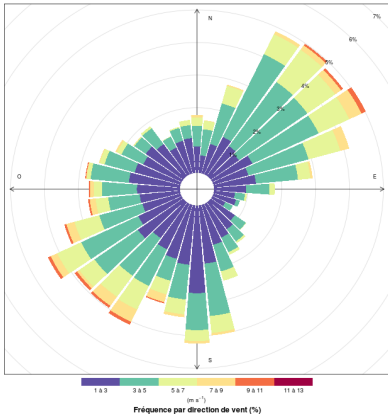
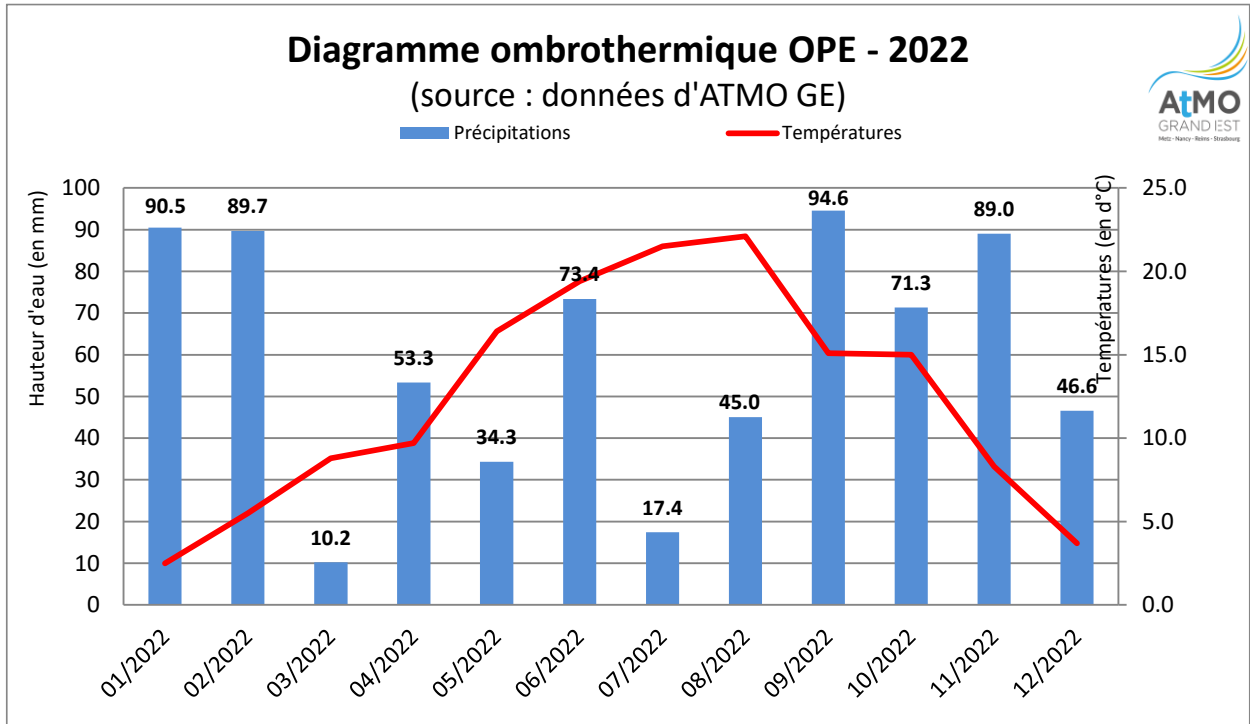
Paramètre étudié	Commentaires																																																																				
Vents dominants : <i>Vitesse vent :</i> <i>Direction vent :</i>	<p>Moyenne : 3,4 m/s (minimum horaire : 0 m/s - maximum horaire : 10,9 m/s)</p> <p style="text-align: center;">Rose des vents à l'OPE Houdelaincourt : 01/01/2022 au 31/12/2022 (source ATMO GE)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 8px;">Fréquence par direction de vent (%)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>Station météorologique à Houdelaincourt. Propriétaire : Météo France Localisation : Longitude 05°30'20,1" E Latitude 48°33'44,4" N Altitude : 392 mètres Type de données : données horaires</p> <p>Nombre de données horaires valides en 2022 : 8543, soit 97,5 %</p> </div> </div> <p style="margin-top: 10px;"><i>Vents dominants essentiellement faibles à modérés, provenant majoritairement des quarts sud-ouest et nord-est, puis ensuite des quarts nord-ouest et sud-est.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #1a4d5d; color: white;"> <th></th> <th>[1,3]</th> <th>[3,5]</th> <th>[5,7]</th> <th>[7,9]</th> <th>[9,11]</th> <th>plus de 11 m/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">nord-est</td> <td>9.4</td> <td>15.8</td> <td>6.3</td> <td>1.3</td> <td>0.3</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">sud-est</td> <td>9.7</td> <td>5.4</td> <td>1.3</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">sud-ouest</td> <td>13.9</td> <td>11.2</td> <td>5.3</td> <td>1.9</td> <td>0.5</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">nord-ouest</td> <td>10.8</td> <td>5.8</td> <td>1.0</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> </tbody> </table>		[1,3]	[3,5]	[5,7]	[7,9]	[9,11]	plus de 11 m/s	nord-est	9.4	15.8	6.3	1.3	0.3	0.0	sud-est	9.7	5.4	1.3	0.1	0.0	0.0	sud-ouest	13.9	11.2	5.3	1.9	0.5	0.0	nord-ouest	10.8	5.8	1.0	0.2	0.0	0.0																																	
	[1,3]	[3,5]	[5,7]	[7,9]	[9,11]	plus de 11 m/s																																																															
nord-est	9.4	15.8	6.3	1.3	0.3	0.0																																																															
sud-est	9.7	5.4	1.3	0.1	0.0	0.0																																																															
sud-ouest	13.9	11.2	5.3	1.9	0.5	0.0																																																															
nord-ouest	10.8	5.8	1.0	0.2	0.0	0.0																																																															
Température et précipitations :	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #1a4d5d; color: white;"> <th rowspan="2">Mois</th> <th colspan="3">Températures (en °C)</th> <th rowspan="2">Cumul des précipitations (en mm)</th> </tr> <tr style="background-color: #1a4d5d; color: white;"> <th>Température min horaire</th> <th>Température max horaire</th> <th>Moyennes mensuelles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Janvier</td><td>-3.2</td><td>10.8</td><td>2.5</td><td>85.4</td></tr> <tr><td>Février</td><td>-1.5</td><td>13.1</td><td>5.5</td><td>89.7</td></tr> <tr><td>Mars</td><td>-2.9</td><td>20.7</td><td>8.8</td><td>10.2</td></tr> <tr><td>Avril</td><td>-2.9</td><td>20.3</td><td>9.7</td><td>53.3</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>4.8</td><td>29.7</td><td>16.4</td><td>34.3</td></tr> <tr><td>Juin</td><td>10.2</td><td>34.7</td><td>19.4</td><td>73.4</td></tr> <tr><td>Juillet</td><td>11.0</td><td>36.7</td><td>21.5</td><td>17.4</td></tr> <tr><td>Août</td><td>13.2</td><td>35.1</td><td>22.1</td><td>45.0</td></tr> <tr><td>Septembre</td><td>2.7</td><td>28.9</td><td>15.1</td><td>94.6</td></tr> <tr><td>Octobre</td><td>6.8</td><td>23.3</td><td>15.0</td><td>71.3</td></tr> <tr><td>Novembre</td><td>2.6</td><td>17.0</td><td>8.3</td><td>89.0</td></tr> <tr><td>Décembre</td><td>-10.6</td><td>14.7</td><td>3.7</td><td>46.6</td></tr> </tbody> </table> <p>Moyenne : 12,6°C (minimum horaire : -10,6°C le 18/12/22 ; maximum horaire : 36,7°C le 19/06/22)</p>	Mois	Températures (en °C)			Cumul des précipitations (en mm)	Température min horaire	Température max horaire	Moyennes mensuelles	Janvier	-3.2	10.8	2.5	85.4	Février	-1.5	13.1	5.5	89.7	Mars	-2.9	20.7	8.8	10.2	Avril	-2.9	20.3	9.7	53.3	Mai	4.8	29.7	16.4	34.3	Juin	10.2	34.7	19.4	73.4	Juillet	11.0	36.7	21.5	17.4	Août	13.2	35.1	22.1	45.0	Septembre	2.7	28.9	15.1	94.6	Octobre	6.8	23.3	15.0	71.3	Novembre	2.6	17.0	8.3	89.0	Décembre	-10.6	14.7	3.7	46.6
Mois	Températures (en °C)			Cumul des précipitations (en mm)																																																																	
	Température min horaire	Température max horaire	Moyennes mensuelles																																																																		
Janvier	-3.2	10.8	2.5	85.4																																																																	
Février	-1.5	13.1	5.5	89.7																																																																	
Mars	-2.9	20.7	8.8	10.2																																																																	
Avril	-2.9	20.3	9.7	53.3																																																																	
Mai	4.8	29.7	16.4	34.3																																																																	
Juin	10.2	34.7	19.4	73.4																																																																	
Juillet	11.0	36.7	21.5	17.4																																																																	
Août	13.2	35.1	22.1	45.0																																																																	
Septembre	2.7	28.9	15.1	94.6																																																																	
Octobre	6.8	23.3	15.0	71.3																																																																	
Novembre	2.6	17.0	8.3	89.0																																																																	
Décembre	-10.6	14.7	3.7	46.6																																																																	
Précipitations :	<p>Cumul : 715 mm</p>																																																																				

Diagramme ombrothermique 2022 - OPE Houdelaincourt (source : site fixe d'ATMO GE) :



ANNEXE 9 : LES DISPOSITIFS MERA ET CARA

L'Observatoire MERA

MERA est l'observatoire national de Mesure et d'Evaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance (MERA). Il est coordonné par l'Ecole Nationale Supérieure Mines-Télécom Nord Europe (IMT NE) et financé par le Ministère de la Transition Ecologique (MTE).

Il constitue la contribution française au programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP « European Monitoring and Evaluation Program ») dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontière à longue distance (CLRTAP). Il permet également de répondre au besoin du système de surveillance national s'agissant des directives européennes (2008/50/CE et 2004/107/CE).

La coordination opérationnelle du programme MERA consiste à :

- coordonner et animer l'observatoire MERA en lien avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA),
- être le référent pour la mesure opérationnelle de la pollution de fond en France,
- gérer et optimiser les marchés d'analyses physico-chimiques,
- développer et harmoniser les méthodes de mesure des polluants spécifiquement pour les sites de fond,
- être le garant de l'assurance qualité des mesures (harmonisation des méthodes, comparaisons inter-laboratoires, contrôles qualité in-situ...),
- valider et structurer les données suivant les recommandations formulées par les instances européennes
- reporter les données aux instances européennes (Directives et EMEP),
- assurer la veille concernant la stratégie de mesure EMEP,
- représenter le programme de mesure français au niveau de l'EMEP.

Objectifs généraux de l'observatoire

L'observatoire MERA, instauré depuis le début des années 80, vise à suivre les niveaux de fond des polluants atmosphériques sur le long terme. Pour s'harmoniser avec les autres parties signataires de la Convention, l'observatoire MERA applique les recommandations de la stratégie de surveillance EMEP.

Le programme de mesures concerne à la fois les retombées humides (composés inorganiques, métaux lourds, HAP), les composés gazeux (O_3 , NO_2 , COV, NH_3), particulaires (métaux lourds, HAP, ions majeurs, EC/OC, et masse PM_{10} , $PM_{2,5}$, ...) et les paramètres météorologiques.

Les objectifs de l'observatoire MERA sont :

- de fournir des données au système de surveillance national pour répondre aux Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE s'agissant des sites ruraux nationaux ;
- de fournir des données de qualité et à long terme de la composition chimique des particules en suspension, des gaz réactifs et des précipitations
- d'évaluer dans l'espace et le temps les échanges transfrontaliers de polluants atmosphériques ;
- de contribuer à évaluer l'impact des contaminants atmosphériques sur les différents écosystèmes : dépôts acidifiants, dépôts eutrophisants, dépôts de métaux, effet de l'ozone ;
- d'évaluer les tendances des concentrations atmosphériques des principales substances toxiques pour la santé et l'environnement : ozone, oxydes d'azote, COV, métaux lourds, particules fines, etc...

Dispositif actuel

Depuis le 1er janvier 2014 et suite à une restructuration harmonisée et cohérente du dispositif national demandée par le MTE, le dispositif comporte 12 stations rurales contribuant au dispositif européen EMEP, et dont 6 fournissent des données pour le report des données européennes dans le cadre des Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE.

Réparties sur l'ensemble du territoire français (voir ci-après), les stations sont gérées localement par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).



AASQA concernée	Nom de Station	Code GEOD'AIR
ATMO GRAND EST	Donon (<i>Vosges Moyennes 2</i>)	FR16302
	Revin	FR14008
ATMO AUVERGNE RHÔNE-ALPES	Saint-Nazaire-Le-Désert (<i>Drôme Rurale Sud</i>)	FR36021
	Le Casset	FR15031
ATMO NORMANDIE	La Coulonche MERA	FR21050
ATMO NOUVELLE-AQUITAINE	Le Montfranc (<i>La Nouaille - MERA</i>)	FR35012
AIR PAYS DE LA LOIRE	La Tardière	FR23124
ATMO BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ	Montandon Baresans	FR82030
	Morvan	FR26012
ATMO OCCITANIE	Peyrusse-Vieille	FR12020
AIR BREIZH	Kergoff	FR19019
LIG'AIR	Verneuil	FR34038

Localisation des stations du dispositif MERA actuellement et liste des AASQA gestionnaires locaux des sites ruraux MERA (source : rapport de synthèse d'activités, IMT et MTE, décembre 2020)

Pour plus d'informations :

<https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/Rapport%20activit%C3%A9%20MERA%202020%20-%20Conv%20MTE%202020.pdf>

<https://www.lcsqa.org/fr/le-dispositif-mera>

Le dispositif CARA

Il s'agit de l'Observatoire national de la composition chimique et des sources de particules fines en milieu urbain (programme CARA).

Ce programme mis en place en 2008, répond au besoin de compréhension et d'information sur la nature et l'origine des particules fines et des épisodes de pollution particulaire.

Ce programme est basé sur une collaboration étroite entre le LCSQA et les AASQA. Il a aujourd'hui pour principaux objectifs de :

- Permettre la mise en œuvre de méthodologies de caractérisation chimique des particules atmosphériques adaptées à la surveillance opérationnelle et définir les modalités de contrôle et assurance qualité associés,
- Déterminer les principales sources de PM tant en « situation normale » que lors des épisodes de pollution afin d'aider à l'élaboration de plans d'actions et/ou de mesures d'urgence adaptés,
- Participer à l'optimisation des modèles de chimie-transport (en particulier à l'aide d'exercices de comparaison des produits de sorties de ces modèles aux mesures), conduisant notamment à une meilleure anticipation des épisodes de pollution particulaire,
- Valoriser auprès d'autres acteurs nationaux (organismes de recherche en santé publique...) et/ou internationaux, l'expertise et les résultats acquis au sein du dispositif de surveillance nationale de la qualité de l'air sur ces thématiques.

A l'origine, le programme CARA repose sur l'analyse chimique en laboratoire de filtres collectés par des AASQA volontaires sur différentes stations du dispositif national, principalement en PM₁₀ et des sites de fond urbain. Ces prélèvements sont effectués quasi-continuellement (en alternance avec les filtres pour la surveillance réglementaire des HAP) tout au long de l'année, mais ne sont analysés qu'en fonction de leur intérêt (« situations d'urgence », ou utilisation dans le cadre d'une étude ou d'un projet de recherche). Des campagnes de prélèvements ponctuelles sont également mises en œuvre afin de répondre à des problématiques spécifiques, notamment dans le cadre du rapportage européen sur l'origine des dépassements des valeurs limites annuelles. En outre, la conservation d'une grande majorité des prélèvements réalisés depuis plus de 10 ans a permis la constitution d'une large « filtrotèque », disponible pour la réalisation de nouvelles études scientifiques (sur demande auprès du LCSQA).

Néanmoins, l'utilisation exclusive de prélèvements sur filtres et leur analyse différée ne permet pas de répondre au besoin grandissant d'une détermination en temps quasi-réel de la composition chimique des PM. Sur la base des travaux de recherche menés par l'Ineris en collaboration avec le LSCE, le programme CARA dispose aujourd'hui d'analyseurs automatiques dimensionnés pour la surveillance opérationnelle (en particulier l'Aethalomètre multi-longueur d'onde AE33 et l'Aerosol Chemical Speciation Monitor : ACSM), permettant de compléter efficacement le dispositif « sur filtres ». Ces analyseurs sont principalement opérés par les AASQA sur les sites multi-instrumentés du dispositif national. Ces mesures automatiques permettent notamment de documenter la nature des épisodes de pollution de grande ampleur au travers de notes LCSQA diffusées en temps quasi-réel aux acteurs de la surveillance de la qualité de l'air depuis 2015. Ce dispositif constitue un réseau opérationnel d'observation en temps réel de la composition chimique des particules unique en Europe.



Localisation des sites multi-instrumentés du programme CARA (2020)

Un observatoire à la jonction entre surveillance opérationnelle et recherche académique

Créé et géré par le LCSQA, ce dispositif aujourd'hui pérenne est principalement financé par le ministère en charge de l'environnement (direction générale de l'énergie et du climat / bureau de la qualité de l'air), par des subventions annuelles versées aux AASQA et aux membres du LCSQA. Ces financements sont complétés par divers programmes et projets de recherche de l'Ineris et de l'IMT Nord Europe, ainsi que des laboratoires académiques partenaires, en particulier l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE, UMR CNRS-Université de Grenoble-Alpes) et le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE, UMR CEA-CNRS-Université Paris-Saclay).

Les prélèvements et mesures automatiques sont mis en œuvre directement par les AASQA sur les différents sites opérationnels du dispositif national, à l'exception des stations de recherche atmosphérique du SIRTA (géré par le LSCE et l'Ineris) et de Lille-Université (géré par IMT-NE avec le Laboratoire d'Optique Atmosphérique). Les analyses chimiques au laboratoire sont réalisées par les instituts membres du LCSQA ou par les partenaires académiques.

Le programme CARA est particulièrement complémentaire du programme MERA (sur sites de fond rural). La commission de suivi « observatoires nationaux », mise en place en 2019, a permis de consolider des synergies entre ces deux observatoires. CARA est également complémentaire des activités scientifiques de l'infrastructure de recherche européenne sur les aérosols, les nuages et les gaz réactifs (ACTRIS).

Des méthodes de contrôle et assurance qualité harmonisées aux échelles nationale et européenne

Les procédures de contrôle et d'assurance qualité des données sont définies par des guides méthodologiques rédigés par le LCSQA. Par ailleurs, le LCSQA-Ineris organise régulièrement des exercices de comparaisons inter-laboratoires (CIL) pour les analyseurs de la composition chimique des particules fines utilisés au sein du dispositif de mesure automatique du programme CARA. Ces CIL sont généralement mises en œuvre, avec le LSCE, au niveau de l'Aerosol Chemical Monitor Calibration Centre (ACMCC, unité française du centre d'expertise européen pour la mesure in-situ des aérosols).

Pour plus d'informations :

- https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/2.8.2Publications%20scientifiques_programme%20CARA.pdf
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-suivi-de-la-composition-chimique-des-particules-atmospheriques-complementarites-des>

ANNEXE 10 : RESULTATS 2022 EN HAP, ELEMENTS TRACES METALLIQUES ET COV A HOUELAINCOURT

Résultats en HAP (hors blancs) à Houdelaincourt en 2022 (ng/m³)

Date prélèvement	Chrysène	BjF	BaP	B(g,h,i)P	DBahA	BaA	B(e)P	BbF	BkF	IcdP
01 au 02 janvier	0.04	0.05	0.06	0.09	0.01	0.02	0.06	0.08	0.03	0.08
07 au 08 janv	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03
13 au 14 janv	0.3	0.26	0.27	0.35	0.01	0.16	0.25	0.49	0.21	0.37
19 au 20 janv	0.04	0.05	0.05	0.09	0.01	0.02	0.07	0.11	0.04	0.08
25 au 26 janv	0.19	0.22	0.17	0.36	0.01	0.09	0.26	0.38	0.14	0.27
31 janv au 1er fév	0.04	0.04	0.05	0.06	0.01	0.03	0.06	0.08	0.03	0.04
06 au 07 fév	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
12 au 13 fév	0.11	0.13	0.13	0.16	0.01	0.07	0.13	0.21	0.08	0.15
18 au 19 fév	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
24 au 25 fév	0.03	0.03	0.04	0.05	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.05
2 au 3 mars	0.27	0.28	0.31	0.41	0.01	0.14	0.32	0.49	0.19	0.38
8 au 9 mars	0.23	0.17	0.19	0.22	0.01	0.11	0.18	0.3	0.12	0.2
14 au 15 mars	0.03	0.03	0.04	0.05	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.05
20 au 21 mars	0.09	0.07	0.11	0.14	0.01	0.05	0.1	0.15	0.06	0.14
26 au 27 mars	0.1	0.08	0.09	0.1	0.01	0.06	0.1	0.15	0.07	0.12
01 au 02 avril	0.05	0.05	0.05	0.06	0.01	0.03	0.05	0.08	0.03	0.06
07 au 08 avril	0.01	0.01	0.02	0.06	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04
13 au 14 avril	0.03	0.03	0.06	0.16	0.01	0.02	0.07	0.06	0.02	0.1
18 au 19 avril	0.04	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02	0.04	0.06	0.03	0.04
25 au 26 avril	0.03	0.02	0.05	0.15	0.01	0.01	0.06	0.07	0.02	0.08
01 au 02 mai	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.04
13 au 14 mai	0.01	0.01	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
19 au 20 mai	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
25 au 26 mai	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
31 mai au 1er juin	0.01	0.01	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
06 au 07 juin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12 au 13 juin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
18 au 19 juin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
24 au 25 juin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
30 juin au 1er juill	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
06 au 07 juill	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 au 25 juill	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
30 au 31 juill	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
05 au 06 août	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11 au 12 août	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
17 au 18 août	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
23 au 24 août	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
29 au 30 août	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
04 au 05 sept	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10 au 11 sept	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16 au 17 sept	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
22 au 23 sept	0.03	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.05
28 au 29 sept	0.02	0.03	0.02	0.06	0.01	0.01	0.04	0.05	0.02	0.05
04 au 05 oct	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
10 au 11 oct	0.02	0.02	0.03	0.08	0.01	0.01	0.04	0.05	0.02	0.06
16 au 17 oct	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
22 au 23 oct	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
28 au 29 oct	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.04	0.01	0.02
03 au 04 nov	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
09 au 10 nov	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
15 au 16 nov	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
21 au 22 nov	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27 au 28 nov	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03 au 04 déc	0.34	0.28	0.22	0.33	0.04	0.2	0.31	0.49	0.21	0.46
09 au 10 déc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15 au 16 déc	0.43	0.39	0.33	0.44	0.04	0.25	0.4	0.61	0.27	0.52
21 au 22 déc	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
27 au 28 déc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

En bleu : valeur correspondant à la LQ/2

Résultats en éléments traces métalliques à Houdelaincourt en 2022

n°groupe	Date Début prélèvement	Fin prélèvement	Concentration en ng/m ³ (en µg/m ³ pour le plomb) (1)			
			Nickel	Arsenic	Cadmium	Plomb
AGE-OPE-22/12/2021	22/12/2021 09:00	05/01/2022 09:00	0.19	0.11	0.04	0.0012
AGE-OPE-05/01/2022	05/01/2022 09:00	19/01/2022 09:00	0.42	0.20	0.09	0.0076
AGE-OPE-19/01/2022	19/01/2022 09:00	02/02/2022 09:00	0.19	0.11	0.04	0.0024
AGE-OPE-02/02/2022	02/02/2022 09:00	16/02/2022 09:00	0.19	0.09	0.04	0.0018
AGE-OPE-16/02/2022	16/02/2022 09:00	02/03/2022 09:00	0.19	0.11	0.04	0.0019
AGE-OPE-02/03/2022	02/03/2022 09:00	16/03/2022 09:00	0.40	0.47	0.08	0.0036
AGE-OPE-16/03/2022	16/03/2022 09:00	30/03/2022 09:00	0.66	0.45	0.09	0.0055
AGE-OPE-30/03/2022	30/03/2022 09:00	13/04/2022 09:00	0.20	0.11	0.04	0.0012
AGE-OPE-13/04/2022	13/04/2022 09:00	27/04/2022 09:00	0.54	0.25	0.04	0.0022
AGE-OPE-27/04/2022	27/04/2022 09:00	11/05/2022 09:00	0.46	0.31	0.04	0.0038
AGE-OPE-11/05/2022	11/05/2022 09:00	25/05/2022 09:00	0.49	0.12	0.04	0.0014
AGE-OPE-25/05/2022	25/05/2022 09:00	08/06/2022 09:00	0.44	0.12	0.04	0.0016
AGE-OPE-08/06/2022	08/06/2022 09:00	22/06/2022 09:00	0.61	0.18	0.04	0.0019
AGE-OPE-22/06/2022	22/06/2022 09:00	06/07/2022 09:00	0.48	0.14	0.04	0.0010
AGE-OPE-06/07/2022	06/07/2022 09:00	20/07/2022 09:00	0.58	0.21	0.04	0.0026
AGE-OPE-20/07/2022	20/07/2022 09:00	03/08/2022 09:00	0.64	0.19	0.04	0.0015
AGE-OPE-03/08/2022	03/08/2022 09:00	17/08/2022 09:00	0.64	0.30	0.04	0.0020
AGE-OPE-17/08/2022	17/08/2022 09:00	31/08/2022 09:00	0.48	0.15	0.04	0.0014
AGE-OPE-31/08/2022	31/08/2022 09:00	14/09/2022 09:00	0.44	0.16	0.04	0.0010
AGE-OPE-14/09/2022	14/09/2022 09:00	28/09/2022 09:00	0.68	0.11	0.04	0.0016
AGE-OPE-28/09/2022	28/09/2022 09:00	12/10/2022 09:00	0.38	0.11	0.04	0.0020
AGE-OPE-12/10/2022	12/10/2022 09:00	26/10/2022 09:00	0.52	0.16	0.04	0.0015
AGE-OPE-26/10/2022	26/10/2022 09:00	09/11/2022 09:00	0.60	0.21	0.04	0.0026
AGE-OPE-09/11/2022	09/11/2022 09:00	23/11/2022 09:00	0.19	0.08	0.04	0.0014
AGE-OPE-23/11/2022	23/11/2022 09:00	07/12/2022 09:00	0.50	0.26	0.04	0.0021
AGE-OPE-07/12/2022	07/12/2022 09:00	21/12/2022 09:00	0.52	0.24	0.04	0.0037
AGE-OPE-21/12/2022	21/12/2022 09:00	04/01/2023 09:00	0.19	0.04	0.04	0.0007

En bleu : valeur correspondant à la LQ/2

Résultats COV mesurés à Houdelaincourt en 2022 (en µg/m³)

* : C1 : 03/01/22 au 17/01/22, C2 : 07/02/22 au 21/02/22, C3 : 07/03/22 au 21/03/22, C4 : 04/04/22 au 19/04/22,
 C5 : 02/05/22 au 16/05/22, C6 : 07/06/22 au 20/06/22, C7 : 04/07/22 au 18/07/22, C8 : 01/08/22 au 16/08/22,
 C9 : 05/09/22 au 19/09/22, C10 : 03/10/22 au 17/10/22, C11 : 07/11/22 au 21/11/22, C12 : 08/12/22 au 22/12/22

benzène	Moy C1*	Moy C2*	Moy C3*	Moy C4*	Moy C5*	Moy C6*	Moy C7*	Moy C8*	Moy C9*	Moy C10*	Moy C11*	Moy C12*	Moyenne globale
Site OPE	0.45	0.37	0.71	0.36	0.37	0.23	0.20	0.34	0.20	0.24	0.21	0.42	0.34

toluène	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy C5	Moy C6	Moy C7	Moy C8	Moy C9	Moy C10	Moy C11	Moy C12	Moyenne globale
Site OPE	0.26	0.12	0.30	0.13	0.22	0.17	0.12	0.19	0.12	0.12	0.08	0.19	0.17

ethyl benzène	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy C5	Moy C6	Moy C7	Moy C8	Moy C9	Moy C10	Moy C11	Moy C12	Moyenne globale
Site OPE	0.04	0.03	0.07	0.02	0.05	0.06	0.02	0.06	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04

m+p-xylène	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy C5	Moy C6	Moy C7	Moy C8	Moy C9	Moy C10	Moy C11	Moy C12	Moyenne globale
Site OPE	0.08	0.02	0.12	0.02	0.06	0.06	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04

o-xylène	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy C5	Moy C6	Moy C7	Moy C8	Moy C9	Moy C10	Moy C11	Moy C12	Moyenne globale
Site OPE	0.03	0.03	0.06	0.02	0.06	0.06	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04

ANNEXE 11 : DOCUMENTS TECHNIQUES CONCERNANT LES APPAREILS DE MESURES (RAPPORTS D'ESSAIS...)

Remarque : les tests de qualification ont lieu tous les 3 ans. Il n'y en a pas eu en 2022 sur les analyseurs à l'OPE. Les documents ci-après concernent ceux de fin 2020 et 2021.



Page 1 sur 4

RAPPORT D'ESSAI n° O3 01-21 ATMO GRAND EST 1192914945

DELIVRE A : ATMO GRAND EST
5, rue de Madrid
67300 SCHILTIGHEIM

INSTRUMENT SOUMIS A L'ESSAI :

Désignation : Analyseur d'ozone
Marque : T.E.I.
Type : 49I
N° de série : 1192914945
Identification client : IN-2475

Analyseur neuf
Contrôle périodique

Ce rapport comprend 4 pages

Date d'émission : 13 janvier 2021

Le technicien supérieur métrologie

K. DARIGNY

Les résultats ne se rapportent qu'à l'objet soumis à l'essai
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

I. Méthode

Les essais métrologiques ont pour but de vérifier les caractéristiques techniques de l'appareil et sont réalisés à partir du LIM-MO-001.

Les essais sont réalisés avec le générateur d'ozone TEI 49IPS n° 1162220077 étalonné par le LNE (certificat n° P198799 / 214).

L'acquisition en numérique est réalisée à l'aide du logiciel "TAM". Dans le cas d'une acquisition analogique des analyseurs, celle-ci est réalisée à l'aide de l'enregistreur AOIP SA32 n°T001369A-001 associé au logiciel VISULOG.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'est pas tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date des essais : Semaine 02
Réalisateur de l'essai : K. DARIGNY
Température du laboratoire : 21 ± 2°C

II. Paramètres de fonctionnement

Critère : aucune alarme ne doit être détectée.

Paramètres (à titre indicatif)	Mesures
Temp lampe O3 (°C)	67,3
Temp lampe (°C)	53,1
Temp banc (°C)	29
Pression (mmHg)	748,6
Débit échantillon A/B (l/min)	0,774 / 0,771
Intensités A / B (KHz)	74,725 / 95,889
Plage (ppb)	500
Offset (ppb)	0
Temps de moyennage (sec)	60
O3 BKG après réglage	-1,3
O3 Coeff après réglage	0,984
Débit échantillon (l/h)	88

→ Aucune alarme n'a été détectée.

III. Temps de réponse

La détermination du temps de réponse est effectuée en appliquant à l'analyseur une fonction échelon de la concentration, entre moins de 20 % et jusqu'à environ 80 % de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée pour le cycle croissant et vice versa pour le cycle décroissant.

L'essai est réalisé sur un seul cycle.

Spécification : Le temps de réponse doit être inférieur ou égal à 3 minutes, la différence de temps de réponse entre le cycle croissant et le cycle décroissant doit être inférieur ou égal à 10 secondes.

	Cycle Croissant	Cycle Décroissant
Tps mort (s) =	21	22
Tps de montée (s) =	48	-
Tps de descente (s) =	-	49
Tps de réponse (s) =	69	71

-> Le temps de réponse est conforme à la spécification fixée.

IV. Linéarité

Pour le test de linéarité, l'analyseur est réglé à une concentration d'environ 80% de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée. Les concentrations sont appliquées dans l'ordre suivant : environ 0%, 60%, 200% et 95%.

Spécification :

L'écart relatif (résidu/Xi) de linéarité maximal doit être inférieur ou égal à 4%, le résidu absolu de linéarité au zéro doit être inférieur ou égal à 5 ppb.

C injectée (ppb)	C mesurée (ppb)	résidu/Xi	Validité test
0,0	0,7	0,3 ppb	≤ 5ppb
147,7	148,3	0,0%	≤ 4%
49,2	50,4	0,7%	≤ 4%
236,2	236,4	0,0%	≤ 4%

-> Le test de linéarité est conforme aux spécifications.

V. Répétabilité

La répétabilité est réalisée pour un gaz de zéro et pour une concentration d'environ 70 à 80% l'étendue de mesure certifiée. 10 mesures élémentaires sont réalisées pour chaque concentration.

Spécifications : La répétabilité doit être inférieure à 1,5 ppb pour le zéro et inférieure à 2% pour le point d'échelle.

Tableau récapitulatif test répétabilité		
Concentration	Répétabilité	Tolérances
0 ppb	0.2ppb	< 1,5ppb
197 ppb	0.14%	< 2,00%

-> Le test de répétabilité est conforme aux spécifications.

VI. Conclusion

L'analyseur est conforme aux spécifications

FIN DU RAPPORT D'ESSAI

Rapport de test analyseur TEOM1405F IN-2663 (N° série : 1405A247652010)

Objet : les tests ont été réalisés sur l'analyseur dans l'objectif de contrôle à sa réception

Nature des tests

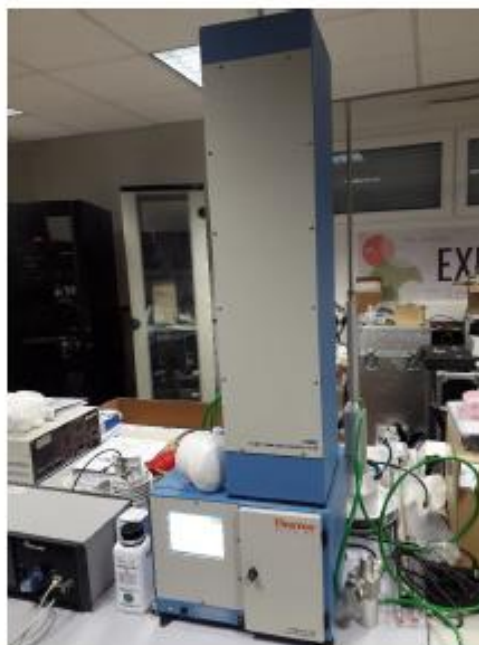
Les tests ont été réalisés selon le guide méthodologique LCSQA en vigueur.

Ils ont concerné les tests de programmation, configuration, test de fuite, justesse débit, température et pression, test air zéro et contrôle de bon fonctionnement.

Les tests ont été réalisés le 08/04/2021 et le 12/04/2021.

Pour la réalisation des tests, les étalons suivants ont été utilisés :

- Débit : ET-2608
- T° : ET-1217
- P : ET-1218
- K0 : ET-1284
- Test Air Zéro : ET-1508



Numéro ATMO GE	Numéro de série	Numéro de la pompe
IN-2663	1405A247652010	Pompe GAST 87R647 (EQ-2664)

(1) Configuration

version soft	Firmware version 1.73
Protocole de communication	AK protocol

Configuration débit	Volumetric flow control	Active
	Report to following conditions	Actual

K0	15420
----	-------

(2) Fonctionnement

Dépression (<0.33 atm)	0.27 atm
------------------------	----------

Noise (<0.010)	0.002
----------------	-------

Point de rosée (<4°C)	-22.9 °C
-----------------------	----------

Stabilité fréquence	OK
---------------------	----

Étanchéité (<0.01 L/min)	Leak check successful
--------------------------	-----------------------

	TEOM	Ref	Ecart	Tolérance
Température ambiante (°C)	8.15	7.87	0.3	< 2°C
Pression (hPa)	981.5	979.0	2.5	< 10 hPa

	TEOM (Lpm)	Ref (Lpm)	Ecart	Tolérance
Débit	16.85	17.53	4.0 %	< 5%

Constante K0 (±3%)	ET-1284	15420
	Audit K0	15232
	Ecart	-1.2%
	Tolérance	< 3%

Blanc instrument (sur 32h les 8 dernières heures)	Mass conc	Base mass Conc	Réf mass conc
Moyenne ($\pm 3\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.1	0.0	0.81
Ecart type ($\pm 3\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.68	0.78	1.33

(3) Mise en service

Identification appareil	ok
création équipement sous XR	ok
création équipement sous GMAO	ok

L'ensemble des mesures sont conformes aux exigences, on considérera que le test est conforme.



RAPPORT D'ESSAI
n° NO 12-20 ATMO GRAND EST 144

DELIVRE A : ATMO GRAND EST
5, rue de Madrid
67300 SCHILTIGHEIM

INSTRUMENT SOUMIS A L'ESSAI :

Désignation : Analyseur d'oxydes d'azote
Marque : API
Type : T200 UP
N° de série : 144
Identification client : IN-2404

Analyseur neuf
Contrôle périodique

Ce rapport comprend 5 pages

Date d'émission : 11 décembre 2020

Le responsable laboratoire de métrologie

S. DUBOIS

Les résultats ne se rapportent qu'à l'objet soumis à l'essai.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

I. Méthode

Les essais métrologiques ont pour but de vérifier les caractéristiques techniques de l'appareil et sont réalisés à partir du LIM-MO-001.

Les essais sont réalisés en diluant la bouteille AIR LIQUIDE n°H4HX656 étalonné par le UM : CE INTQ/N-0062, et à l'aide des régulateurs de débits massiques suivants : Brooks n°T96638/001 et n°T96638/038 étalonnés par le UM : DEB 03-20 LIM - ATMO GRAND EST T96638001, DEB 03-20 LIM - ATMO GRAND EST T96638038.

L'acquisition en numérique est réalisée à l'aide du logiciel "TAM". Dans le cas d'une acquisition analogique des analyseurs, celle-ci est réalisée à l'aide de l'enregistreur AOIP SA32 n°T001369A-001 associé au logiciel VISULOG.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'est pas tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date des essais :	Semaine 49-50
Réalisateur de l'essai :	K. DARIGNY
Température du laboratoire :	21 ± 2°C

II. Paramètres de fonctionnement

Critère : aucune alarme ne doit être détectée.

Paramètres (à titre indicatif)	Mesures
Plage (ppb)	250
Sample flow (Cc/M)	971
Ozone flow (Cc/M)	89
PMT signal (mV avec air zéro)	231,2
Normal PMT (avec air zéro)	238,5
HVPS (V)	488
R Cell Temp (°C)	40
Box Temp (°C)	28,3
PMT Temp (°C)	5,4
R Cel Pression (In/Hg)	2,8
Samp pression (In/Hg)	25,8
NO Slope après réglage	1,078
NO offset zéro après réglage (mV)	-0,1
NOX Slope après réglage	1,095
NOX offset zéro après réglage (mV)	0,1
concentration A	33
Nouveau coefficient rendement A	0,9969
concentration B	65
Nouveau coefficient rendement B	0,9831
Débit échantillon (l/h)	66

→ Aucune alarme n'a été détectée.

III. Temps de réponse

La détermination du temps de réponse est effectuée en appliquant à l'analyseur une fonction échelon de la concentration, entre moins de 20 % et jusqu'à environ 80 % de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée pour le cycle croissant et vice versa pour le cycle décroissant. L'essai est réalisé sur un seul cycle.

Spécification : Le temps de réponse doit être inférieur ou égal à 3 minutes, la différence de temps de réponse entre le cycle croissant et le cycle décroissant doit être inférieur ou égal à 10 secondes.

	Cycle Croissant		Cycle Décroissant	
	NO	NOx	NO	NOx
Tps mort (s) =	25	25	25	24
Tps de montée (s) =	32	32	-	-
Tps de descente (s) =	-	-	32	33
Tps de réponse (s) =	57	57	57	57

-> Le temps de réponse est conforme à la spécification fixée.

IV. Linéarité

Pour le test de linéarité, l'analyseur est réglé à une concentration d'environ 80% de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée. Les concentrations sont appliquées dans l'ordre suivant : environ 0%, 60%, 20% et 95%.

Spécification :

L'écart relatif (résidu/Xi) de linéarité maximal doit être inférieur ou égal à 4%, le résidu absolu de linéarité au zéro doit être inférieur ou égal à 5 ppb.

C injectée (ppb)	C mesurée (ppb)	résidu/Xi	Validité test
0	0	0,3 ppb	≤ 5ppb
148	149	0,1%	≤ 4%
48	48	0,7%	≤ 4%
228	229	0,1%	≤ 4%

C injectée (ppb)	C mesurée (ppb)	résidu/Xi	Validité test
0	0	0,4 ppb	≤ 5ppb
149	150	0,1%	≤ 4%
49	48	0,9%	≤ 4%
230	232	0,1%	≤ 4%

-> Le test de linéarité est conforme aux spécifications.

V. Répétabilité

La répétabilité est réalisée pour un gaz de zéro et pour une concentration d'environ 70 à 80% l'étendue de mesure certifiée. 10 mesures élémentaires sont réalisées pour chaque concentration.

Spécifications : La répétabilité doit être inférieure à 1 ppb pour le zéro et inférieure à 0,75% pour le point d'échelle.

Tableau récapitulatif test répétabilité			
Concentration	Répétabilité		Tolérances
	NO	NOx	
0 ppb	0ppb	0ppb	< 1,0ppb
198 ppb	0.01%	0.06%	< 0,75%

-> Le test de répétabilité est conforme aux spécifications.

VI. Rendement du four convertisseur

Avant le test de rendement du four, le coefficient NO2 est réglé à 1,000 ou 100% ce qui correspond à un rendement de 100%.

L'analyseur est réglé avec une concentration d'environ 50% à 80% de l'EMC NO.

Puis une concentration connue de NO d'environ 50% de l'EMC NO alimente l'analyseur (phase NO).

L'essai est réalisé à deux niveaux de concentration : 50% et 95% de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée NO2.

Le rendement du four de conversion est déterminé par titrage en phase gazeuse (TPG) :

NO + O3 -> NO2 + O2.

Entre les deux niveaux de concentration, un retour à 50% de l'EMC NO et un retour à zéro sont effectués.

À la fin du rendement de four, un retour à 50% de l'EMC NO est réalisé.

À partir du rendement de four le plus défavorable, le nouveau coefficient de rendement de four est déterminé et réglé dans l'analyseur comme défini dans le MES-MO-012.

Spécification : Les rendements doivent être supérieur ou égal à 98% pour les analyseurs neufs et supérieur à 95% pour les contrôles périodiques.

Rendement à 50% de l'EMC NO2:

	NO	NO2	NOx
zéro (ppb)	0	0	0
phase NO (ppb)	126,3	1,5	127,8
phase TPG (ppb)	94,3	33,4	127,7
Phase NO retour (ppb)	127	1,1	128,1
Ecart Phase NO retour/initiale(%)	0,6%	-	0,2%
Rendement	99,7%		

Rendement à 95% de l'EMC NO2:

	NO	NO2	NOx
zéro (ppb)	0	0	0
phase NO (ppb)	127	1,1	128,1
phase TPG (ppb)	62	65	127
Phase NO retour (ppb)	127	1	128
Ecart Phase NO retour/initiale(%)	0,0%	-	-0,1%
Rendement	98,3%		

-> Le test du rendement du four est conforme aux spécifications

VII. Vérification efficacité du sécheur entrée échantillon

Référence norme EN 14211 /2012 : pour le NO, un écart de concentration inférieur ou égal à +/- 5ppb doit être observé entre une matrice air sec et une matrice air contenant 19 mmol/mol de H₂O soit environ 80% d'humidité à 20°C et 1013hPa pour les concentrations 0 et point d'échelle (113 ± 11nmol/mol) afin d'être conforme.

		moyenne valeurs relevées (ppb)	écart (ppb)	critère conformité (ppb)
Air sec	zéro	0,1	0,1	≤ 5 ppb
Air humide	zéro	0,2		
Air sec	point d'échelle	111,5	-2,3	≤ 5 ppb
Air humide	point d'échelle	109,2		

-> Le test du sécheur est conforme aux spécifications

VIII. Conclusion

L'analyseur est conforme aux spécifications

FIN DU RAPPORT D'ESSAI



AtMO
GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73 - contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air

Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Houdelaincourt en 2022

SURV-EN-922-2