



# **Suivi de la qualité de l'air sur le site du laboratoire de recherches souterrain de l'ANDRA à Bure - Rapport intermédiaire**

**Campagne du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022**



## CONDITIONS DE DIFFUSION

---

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

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

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

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

Référence du projet : 00589

Référence du rapport : SURV-EN-867\_1

Date de publication : 22 décembre 2022

### **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](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

## Avant-propos

L'article L221-3 du Code de l'Environnement indique que, dans chaque région, l'État confie la surveillance de la qualité de l'air, prévue à l'article L221-2, à un ou plusieurs organismes agréés.

Ceux-ci doivent associer de façon équilibrée des représentants de l'État, des collectivités, différents organismes contribuant à l'émission de substances surveillées et des associations de protection de l'environnement et de défense du consommateur, et le cas échéant, des personnes qualifiées.

ATMO Grand Est, l'organisme agréé pour la surveillance de la qualité de l'air sur la région Grand Est, a défini un programme pluriannuel de surveillance dont les 4 principaux axes sont, à l'horizon 2022 :

- A. Répondre aux besoins d'observation.
- B. Déployer une expertise et des outils au service de l'action.
- C. S'engager sur les thématiques émergentes.
- D. Développer une communication mobilisatrice et innovante.

Dans le cadre du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) 2017/2021 d'ATMO Grand Est, prolongé pour 2022, la thématique de l'industrie est inscrite dans plusieurs actions :

- Gérer et optimiser les outils de la surveillance de la qualité de l'air (Thème A - Action 1).
- Évaluer des inégalités d'exposition (Thème A - Action 2).
- Mieux connaître et hiérarchiser les sources de pollutions (Thème A - Action 3).
- Participer à l'élaboration des plans d'actions des acteurs privés des secteurs émissifs (Thème B - Action 13).

L'évaluation de la qualité de l'air mise en œuvre au niveau du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne de l'ANDRA (CMHM), situé sur la commune de Bure, entre dans le champ de l'action 2 du PRSQA, qui vise à caractériser l'environnement à proximité des sources d'émissions par des campagnes de mesures.

## SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	6
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	8
2. EMPLACEMENT DU POINT DE MESURES.....	9
3. PARAMETRES ETUDIES.....	10
3.1. CARACTERISTIQUES, ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS ETUDIES.....	10
3.2. INVENTAIRE DES EMISSIONS .....	10
3.2.1. Oxydes d'azote.....	11
3.2.2. Monoxyde de carbone CO.....	12
3.2.3. Particules PM <sub>10</sub> .....	13
3.2.4. Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub> .....	13
4. METHODES DE MESURES UTILISEES .....	14
4.1. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE.....	14
4.2. CRITERES DE VALIDATION DES DONNEES.....	15
5. OUTILS D'INTERPRETATION DES RESULTATS .....	16
5.1. LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR.....	16
5.1.1. A l'échelle nationale et européenne .....	16
5.1.2. Procédures d'information et d'alerte lors de pics de pollution.....	17
5.2. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES SITES DE MESURES.....	17
6. RESULTATS .....	18
6.1. CONDITIONS CLIMATIQUES .....	18
6.2. VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS DES MESURES.....	21
6.2.1. Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> .....	22
6.2.2. Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub> .....	23
6.2.3. Particules PM <sub>10</sub> .....	24

6.2.4.	Ozone O <sub>3</sub> .....	26
6.2.5.	Monoxyde de carbone CO.....	27
6.2.6.	Profils journaliers .....	27
6.2.7.	Comparaison des teneurs à Bure avec celles d'autres points fixes .....	31
6.2.8.	Comparaison des résultats avec ceux issus des précédentes campagnes à Bure .....	32
7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....		34
ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS		
ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU		
ANNEXE 3 : REGLEMENTATION		
ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES		
ANNEXE 5 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST		



## Le contexte

Dans le cadre d'un partenariat liant ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période allant de 2020 à 2022, deux campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant sont mises en œuvre chaque année sur la commune de Bure au niveau du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne (CMHM), pour estimer l'impact du laboratoire et des travaux qui sont réalisés en surface et en fond sur la qualité de l'air. Les mesures, débutées en 1999 lors de la construction du laboratoire de recherches, se poursuivent régulièrement depuis cette date, dans le cadre de la phase d'exploitation.

Ce rapport intermédiaire fait suite à la seconde campagne de mesures réalisée en 2022 du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre. Il s'agit de la trente-septième campagne.

Cette étude entre dans le champ du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air d'ATMO Grand Est (PRSQA) : action 2 qui vise à caractériser l'environnement à proximité des sources d'émissions par des campagnes de mesures.



*Photographies présentant un exemple de technique de creusement de galeries (brise roche hydraulique, à gauche) et une galerie du laboratoire souterrain (source ANDRA)*

## Quels composés suivis ?

Les polluants mesurés au niveau de la Ferme du Cité sont identiques à ceux étudiés lors des précédentes campagnes de mesures, à savoir l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO) et les particules (PM<sub>10</sub>).

## Quels résultats obtenus ?

Globalement, on n'observe pas de changements significatifs par rapport aux précédentes campagnes. En effet :

- cette période de mesures présente des concentrations moyennes en dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone et particules PM<sub>10</sub> faibles, en lien avec les conditions météorologiques rencontrées (caractéristique des vents et conditions atmosphériques favorisant l'obtention de niveaux

peu élevés en polluants), dans un environnement géographique essentiellement rural et ne présentant pas d'activité industrielle émettrice à proximité directe du point de mesures.

- les niveaux d'ozone présents dans l'air sont satisfaisants en cette période automnale ; ils se rapprochent de ceux mesurés sur l'ensemble des sites fixes urbains de la région.

- pour le dioxyde d'azote et les particules PM<sub>10</sub>, les teneurs moyennes à la Ferme du Cité se situent dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région Grand Est.

- les concentrations en monoxyde de carbone et en dioxyde de soufre demeurent faibles à négligeables ; elles sont dans les mêmes ordres de grandeur que celles des autres stations fixes de la région Grand-Est, et ce, indépendamment de la typologie.

Durant la période du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022, nous pouvons conclure que les activités du laboratoire ANDRA localisé à Bure ne présentent aucun impact significatif sur la qualité de l'air pour les composés suivis au niveau de la Ferme du Cité.

#### **Et par rapport à la réglementation actuelle ?**

Les valeurs réglementaires actuelles fixées à l'échelle horaire et journalière ainsi que les valeurs de l'Organisation Mondiale de la Santé sont largement respectées. Le seuil d'information et de recommandations ainsi que le seuil d'alerte relatif au NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> (pollution aiguë) ne sont pas atteints lors de la période de mesures.

La campagne de mesures étant mise en œuvre sur une période limitée dans le temps, il n'est pas possible de comparer les résultats aux valeurs réglementaires en lien avec la pollution chronique. Tout comme pour les précédentes campagnes mises en œuvre, ce travail sera cependant réalisé à titre purement indicatif dans le rapport final qui intégrera les deux campagnes de mesures réalisées en 2022.



*Moyen mobile placé au niveau de la Ferme du Cité*

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Sur la commune de **Bure**, au niveau du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne (CMHM) et en lien avec un partenariat qui lie ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période 2020 à 2022, deux campagnes de mesures de la qualité de l'air sont mises en œuvre chaque année.

Elles rentrent dans le cadre du suivi de l'environnement au niveau de ce laboratoire, et elles permettent d'estimer l'impact du laboratoire et des travaux qui sont réalisés en surface et en fond sur la qualité de l'air.

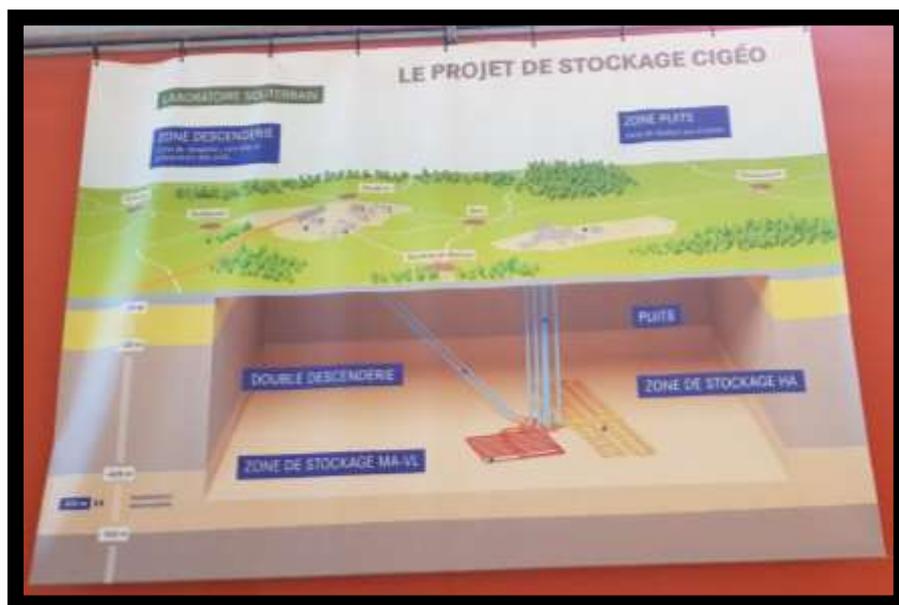


Figure 1 : photographie du schéma simplifié du laboratoire souterrain à Bure (source ATMO GE)

La réalisation de ces campagnes rentre dans le cadre de l'action n°2 du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) d'ATMO Grand Est, visant à caractériser l'environnement à proximité des sources d'émissions.

Les mesures de la qualité de l'air ont débuté en 1999, lors de la construction du laboratoire de recherches. Les campagnes suivantes ont été réalisées à différentes phases de l'avancement du chantier :

- terrassement,
- chantier de fonçage des puits,
- creusement des puits etc.,
- ainsi qu'au début de l'exploitation du laboratoire.

Depuis 2008, ces campagnes se poursuivent régulièrement dans le cadre de la phase d'exploitation.

Ce rapport intermédiaire dresse le bilan des mesures de la seconde campagne mise en œuvre du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 à l'aide d'un moyen mobile. Les résultats obtenus seront comparés à la réglementation pour la pollution aiguë, puis aux résultats provenant d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est et enfin, aux précédentes campagnes mises en œuvre.

## 2. EMPLACEMENT DU POINT DE MESURES

L'emplacement du moyen mobile est identique à celui des précédentes campagnes depuis 2015<sup>1</sup>, à savoir au niveau de la Ferme du Cité localisée en contre-bas de la D960, à proximité nord-est du laboratoire (voir la figure n°2). Ce point de mesures est situé sous les vents dominants qui traversent le laboratoire.

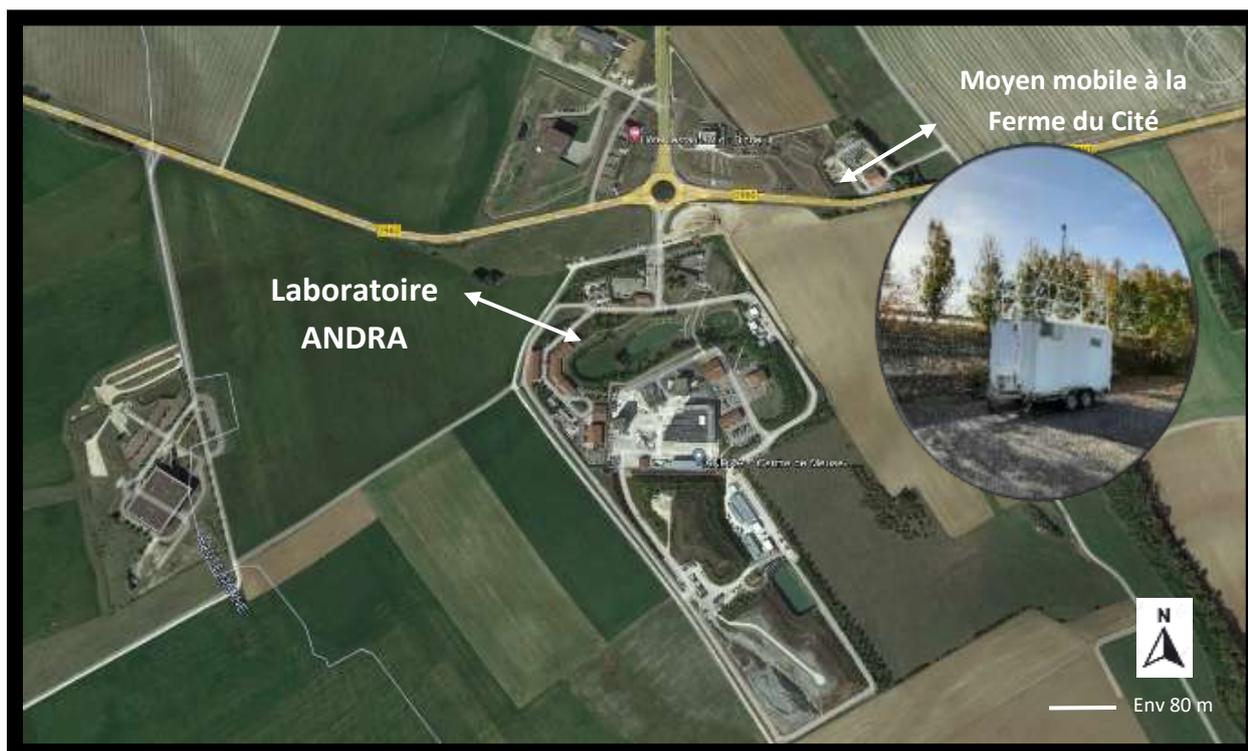


Figure 2 : Localisation du point de mesure de la qualité de l'air à Bure (Ferme du Cité) et photographie du moyen mobile sur le site

<sup>1</sup> Depuis 2015, le moyen mobile fut déplacé de quelques dizaines de mètres par rapport aux emplacements des années précédentes en raison de travaux ; dorénavant, il est implanté non loin d'un mur longeant la route, ce qui est susceptible de générer des différences de résultats, notamment en données météorologiques. En effet, la proximité du mur et la présence de la Ferme peuvent contribuer à la création de turbulences locales susceptibles de perturber les mesures relatives à la direction et à la vitesse du vent. Cet emplacement est le seul actuellement possible et disponible au niveau de la Ferme du Cité, en lien avec les contraintes techniques (branchement électrique, sécurité...).

La Ferme du Cité, localisée à environ 200 mètres de la clôture du laboratoire de l'ANDRA, est entourée de larges zones agricoles découvertes à plusieurs centaines de mètres des habitations et des routes les plus proches (moins de 750 véhicules en Trafic Moyen Journalier Annuel au niveau de la RD 960, source ATMO GE).

Par ailleurs, le site n'est pas entouré d'activités industrielles à proximité directe de celui-ci. Il est à noter que ces dernières années, de nouvelles constructions ont été réalisées à proximité du laboratoire et du site de la Ferme du Cité : un hôtel restaurant, une station-service, une borne de recharge de véhicules électriques... Ces structures sont à environ 320 mètres à vol d'oiseau à l'ouest/ ouest-nord-ouest du site de mesures.

Les villages les plus proches de la zone d'étude sont Bure, Saudron, Gillaumé, et Mandres-en-Barrois (quelques kilomètres du laboratoire).



Figure 3 : exemple de paysage en périphérie du laboratoire souterrain

### 3. PARAMETRES ETUDIES

Les composés suivis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

Tableau 1 : Composés suivis lors de la campagne de mesures.

Composés suivis	
Polluants gazeux	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )
	Oxydes d'azote NO <sub>x</sub> , comprenant le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) et le monoxyde d'azote (NO)
	Monoxyde de carbone (CO)
	Ozone (O <sub>3</sub> )
Particules PM <sub>10</sub>	Particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres (PM <sub>10</sub> )

La température, la pluviométrie, la vitesse et la direction du vent sont des paramètres météorologiques mesurés en complément des composés étudiés.

#### 3.1. CARACTERISTIQUES, ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS ETUDIES

L'annexe 1 présente les caractéristiques des composés étudiés, telles que l'origine des émissions, les effets sur la santé et sur l'environnement.

#### 3.2. INVENTAIRE DES EMISSIONS

La communauté de communes des Portes de Meuse (51 communes) est prise en compte comme couverture géographique pour les résultats de l'inventaire présenté ci-après (source : <https://insee.fr/fr/metadonnees/cog/epci/EPCI200066108-cc-des-portes-de-meuse>).

Les émissions concernent l'année 2020 pour les composés suivants :

- les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)
- le monoxyde de carbone (CO)
- les PM<sub>10</sub>
- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).



Consultez les données,  
les publications Chiffres clés,  
la Synthèse Grand Est et l'Atlas  
Sectoriel sur le site  
[observatoire.atmo-grandest.eu](https://observatoire.atmo-grandest.eu)

Pour rappel, l'inventaire des émissions atmosphériques d'ATMO Grand Est des polluants et des gaz à effet de serre permet d'estimer avec une résolution communale, les principales émissions de ces différents composés, issus des divers secteurs d'activités.

Il intègre :

- les sources fixes (industrie, résidentiel, tertiaire, agriculture),
- les sources mobiles (transports)
- les sources biotiques (forêts, zones humides).

En lien avec le site de l'Observatoire Climat-Air-Energie d'ATMO Grand Est, un *Tableau de bord des territoires du Grand Est* est disponible au lien suivant : <https://observatoire.atmo-grandest.eu/tableau-de-bord-des-territoires/>.



De plus, l'*Atlas sectoriel 2022 des résultats du Grand Est*, en lien avec l'Inventaire Air-Climat-Energie, est visualisable au lien suivant : [https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Atlas\\_sectoriel\\_V2022.pdf](https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Atlas_sectoriel_V2022.pdf).

Enfin, la *synthèse des résultats de l'inventaire V2022 de consommations d'énergie et émissions atmosphériques en région Grand Est* avec un comparatif par rapport à la France métropolitaine est disponible au lien suivant : [https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats\\_inv\\_v2022.pdf](https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf).

### 3.2.1. Oxydes d'azote

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, 64% des NO<sub>x</sub> provient du secteur agricole-sylvicole, suivi par le secteur du transport routier pour un peu plus d'un quart des émissions. Le secteur résidentiel-tertiaire représente moins de 10% des émissions.

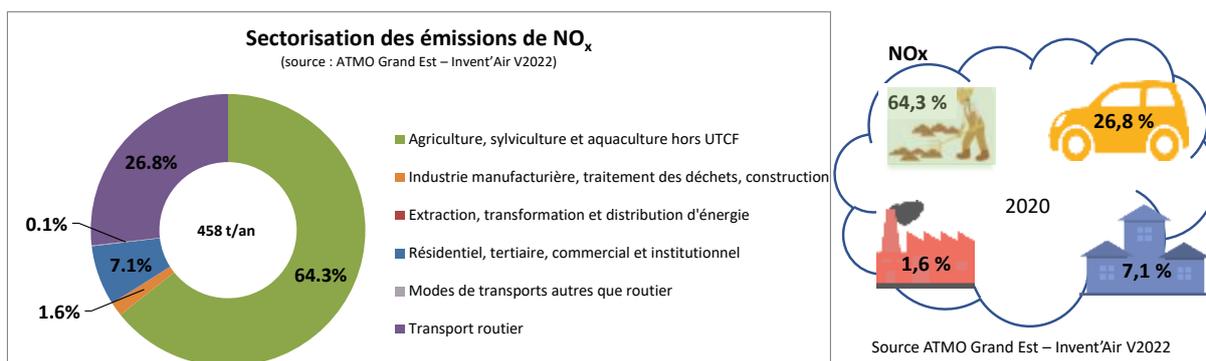


Figure 4 : Sectorisation des émissions 2020 de NO<sub>x</sub> sur la communauté de communes des Portes de Meuse

Remarque :

L'inventaire V2022-année 2020 présente une différence significative des émissions en NO<sub>x</sub> issues du secteur agricole entre 2019 et 2020, au niveau de la communauté de communes des Portes de Meuse (64% en 2020 et 20% en 2019).

Cette observation provient d'un changement important concernant le format de rapportage des émissions agricoles de NO<sub>x</sub> et de COVNM entre cette nouvelle version d'inventaire, et la précédente : cela concerne le format de rapportage des émissions non énergétiques de NO<sub>x</sub> et COVNM agricoles qui étaient précédemment prises en compte hors bilan en tant qu'émissions biotiques, et qui sont maintenant intégrées dans le secteur « Agriculture » (mise en cohérence avec l'inventaire SECTEN édition 2022 du CITEPA).

### 3.2.2. Monoxyde de carbone CO

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure le principal émetteur de monoxyde de carbone (87%), suivi par le secteur agricole et celui du transport routier (moins de 10% chacun).

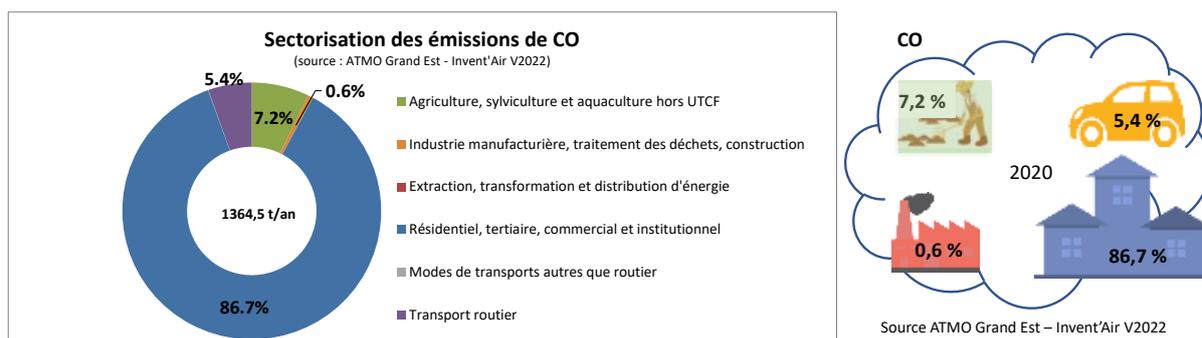


Figure 5 : Sectorisation des émissions 2020 de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse

### 3.2.3. Particules PM<sub>10</sub>

Le secteur de l'agriculture-sylviculture-aquaculture demeure le principal émetteur de PM<sub>10</sub> (70%), en raison du secteur géographique très majoritairement rural avec de vastes zones agricoles. Le secteur résidentiel-tertiaire vient en seconde position, avec un peu plus d'un cinquième des émissions.

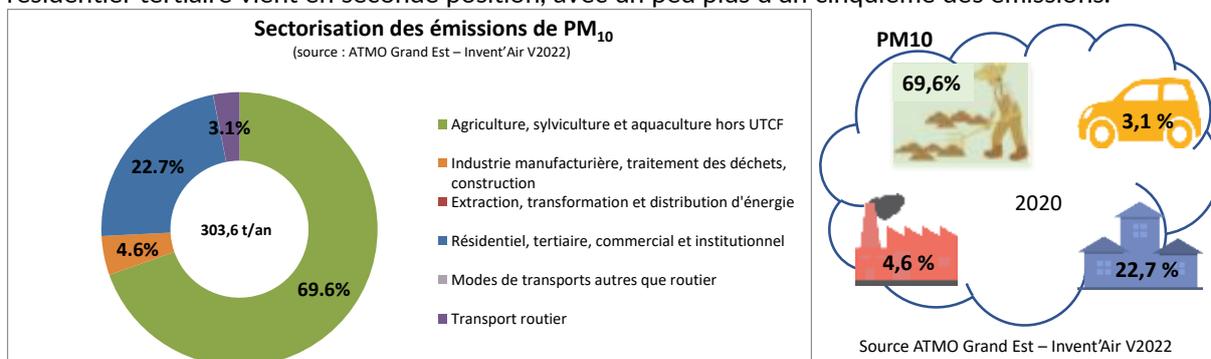


Figure 6 : Sectorisation des émissions 2020 des particules PM<sub>10</sub> sur la communauté de communes des Portes de Meuse

### 3.2.4. Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure le principal émetteur de dioxyde de soufre (90%), suivi par le secteur industriel (5%). Le transport routier représente quant à lui moins de 5% des émissions.

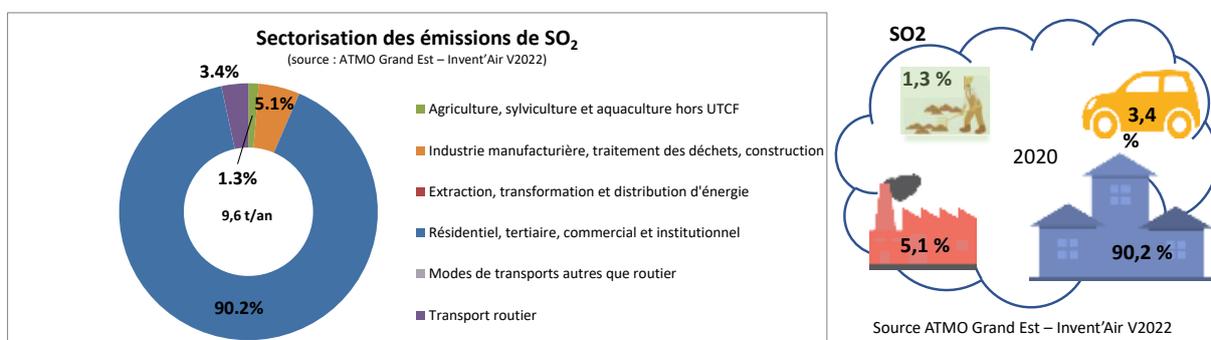


Figure 7 : Sectorisation des émissions 2020 de SO<sub>2</sub> sur la communauté de communes des Portes de Meuse

## Bilan concernant les sources d'émissions sur la zone d'étude :



**L'activité agricole** émet la majeure partie des particules PM<sub>10</sub> (70%) et des oxydes d'azote (64%). Ce constat est à mettre en lien avec le caractère rural de la zone étudiée qui est couverte par de larges surfaces agricoles.

**Les transports routiers** demeurent à l'origine des émissions d'oxydes d'azote à hauteur de 27% et du monoxyde de carbone pour environ 8%.



**Le secteur résidentiel/tertiaire** émet très majoritairement du dioxyde de soufre (89%) et du monoxyde de carbone (85%). Il contribue également pour un-quart aux émissions de PM<sub>10</sub>.

## 4. METHODES DE MESURES UTILISEES



### 4.1. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE

Tout comme les précédentes campagnes de mesures, une **remorque laboratoire** équipée d'analyseurs automatiques en continu est utilisée pour réaliser les mesures. Les méthodes de mesures utilisées par les différents analyseurs sont regroupées en **annexe 2**.



Figure 8 : Photographie du moyen mobile positionné à la Ferme du Cité à Bure et exemple d'analyseurs placés dans une baie

## 4.2. CRITERES DE VALIDATION DES DONNEES

Les différentes données obtenues au pas de temps du quart d'heure avec les analyseurs automatiques suivent un protocole de validation. Cette étape est indispensable avant l'exploitation et l'interprétation des résultats.

Une donnée quart-horaire est considérée comme étant validée lorsqu'elle a suivi un cycle de validation et d'expertise (source : guide LCSQA [https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa\\_guide\\_validation\\_des\\_donnees\\_mesures\\_automatiques\\_janvier\\_2016\\_vf.pdf](https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf) ). Elle est alors considérée comme disponible pour l'exploitation et l'agrégation.

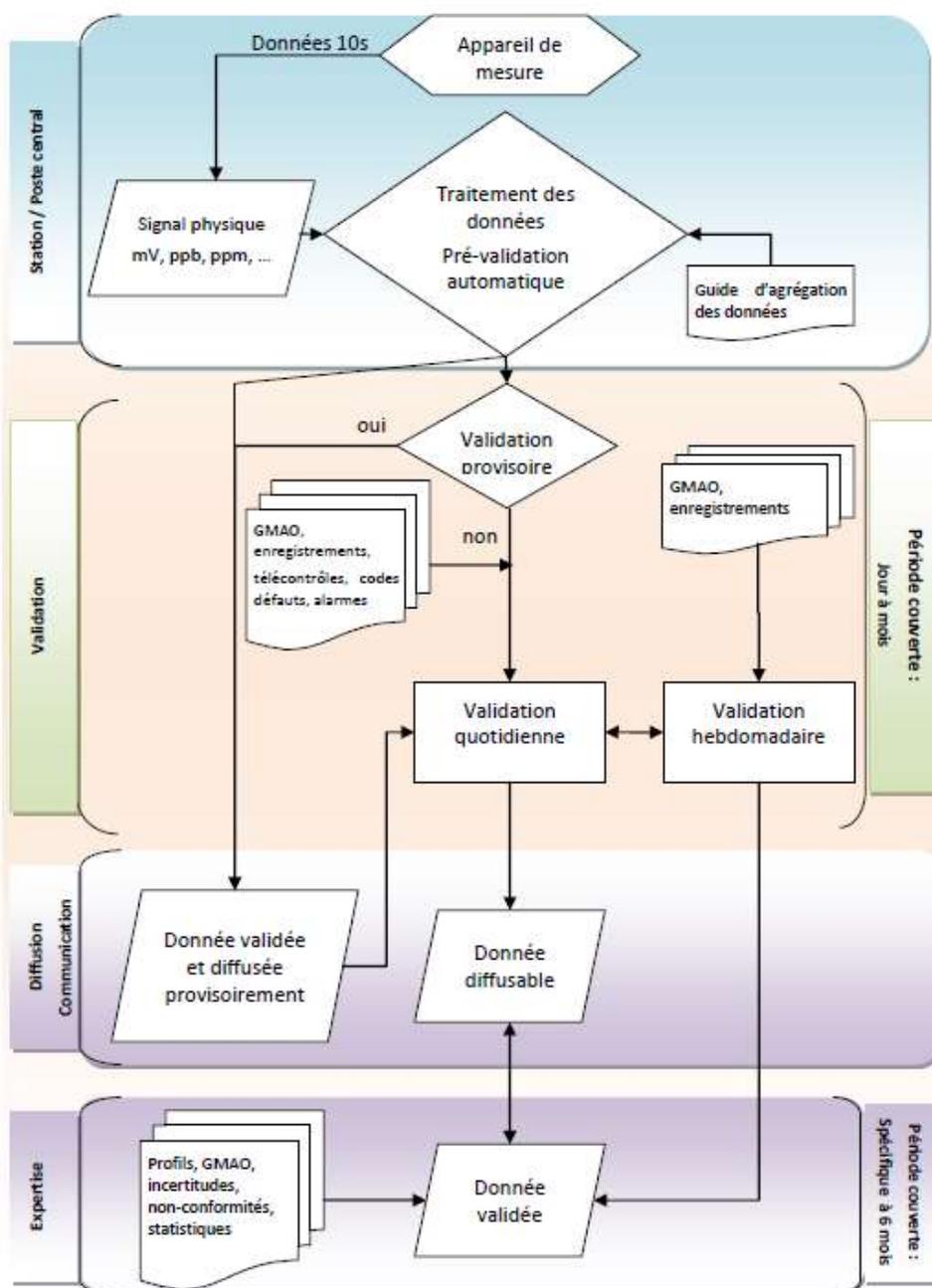


Figure 9 : Logigramme résumant les différentes étapes du cycle de vie d'une donnée issue d'un appareil de mesure (source : guide LCSQA de validation des données de mesures automatiques, janvier 2016)

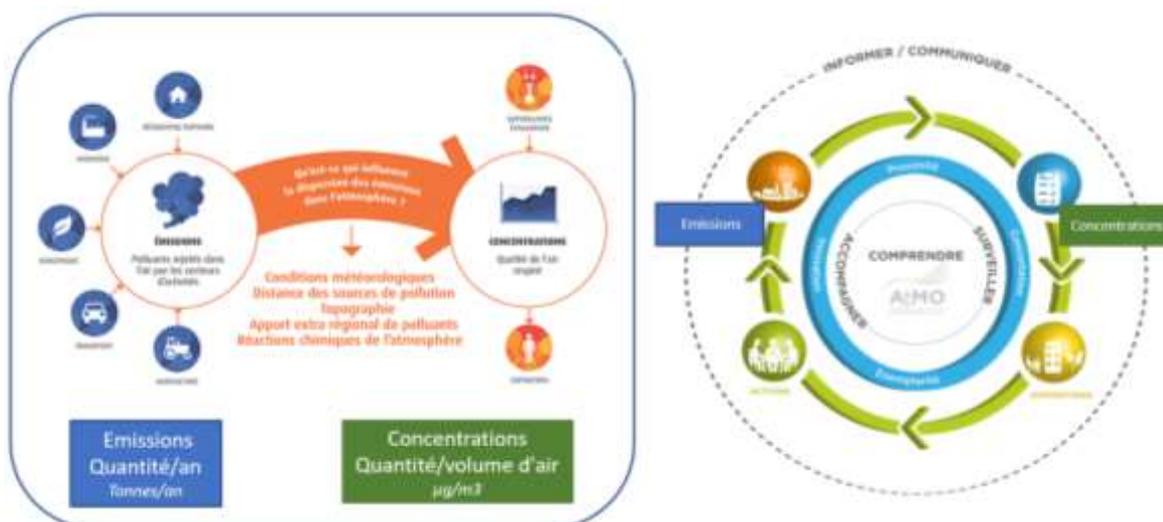
Le processus de validation et d'expertise des données est réalisé par des personnes habilitées. Il se base sur des procédures normalisées et un jugement d'experts :

- sur le plan technique et métrologique,
- 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 sont vérifiées.

## 5. CYCLE DE GESTION DE LA QUALITE DE L'AIR

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



## 6. OUTILS D'INTERPRETATION DES RESULTATS

### 6.1. LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR

#### 6.1.1. A l'échelle nationale et européenne

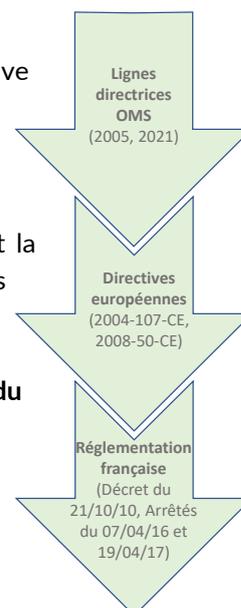
Les valeurs réglementaires actuellement en vigueur pour les polluants suivis figurent en **annexe 3**.

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes. Ces dernières ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé humaine.

Pour certains indicateurs comme les particules et l'ozone, les valeurs limites de la directive européenne sont toutefois plus élevées (moins protectrices) que les recommandations de l'OMS.

La **Directive 2008/50/CE** du 21 mai 2008 et la Directive 2004/107/CE concernent la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Elles précisent les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air ambiant pour différents polluants ainsi que les obligations de chaque état en termes de dispositifs de surveillance de la qualité de l'air. Ces valeurs réglementaires sont reprises/complétées dans le décret **2010-1250 du 21/10/2010** qui a transposé en droit français la directive 2008/50/CE.

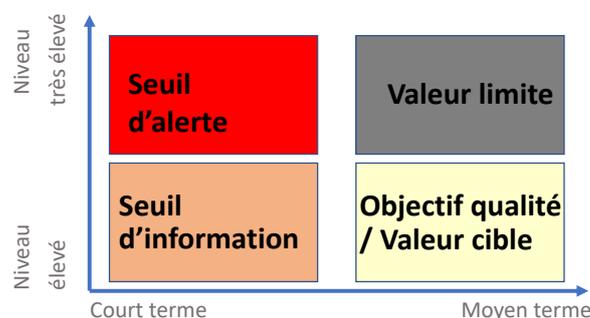
A noter que la comparaison avec les « lignes directrices OMS » (niveaux annuels) sera présentée lors du bilan annuel 2022 qui paraîtra début 2023.



### 6.1.2. Procédures d'information et d'alerte lors de pics de pollution

Depuis 2016, un **nouvel arrêté national** – décliné pour la région Grand Est par l'**arrêté Inter Préfectoral du 24 mai 2017** – redéfinit la gestion des pics de pollution pour l'ensemble du territoire français. Les procédures donnent une place importante aux outils de modélisation et les épisodes peuvent être déclenchés sur prévision en plus du simple constat sur station de mesures.

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.



Une vidéo d'ATMO Grand Est relative au dispositif de déclenchement des procédures d'information et/ou d'alerte est disponible au lien suivant : [https://youtu.be/UfUpg2UV\\_Sg?t=15](https://youtu.be/UfUpg2UV_Sg?t=15)

## 6.2. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES SITES DE MESURES

Les mesures réalisées à la Ferme du Cité seront comparées à d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est, de typologie et d'influence semblable et/ou différente, et incluant le point fixe d'Houdelaincourt implanté à une dizaine de kilomètres à vol d'oiseau au nord-est de Bure.

## 7. RESULTATS

Cette campagne a été réalisée à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022, l'installation et les tests des appareils ayant été effectués les jours précédents.

### 7.1. CONDITIONS CLIMATIQUES

Si la qualité de l'air dépend de l'émission de composés polluants via différentes sources (industrielles, transports, sources tertiaires et domestiques), elle dépend également des conditions météorologiques. La température, le rayonnement solaire, la vitesse et direction du vent, la pression atmosphérique, les précipitations, la topographie locale...influencent le transport, la transformation et la dispersion ou accumulation des polluants.

La **température** agit sur la chimie des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz tandis que la chaleur estivale favorise la formation photochimique de l'ozone.

L'**ensoleillement** agit sur la production d'ozone.

Le **vent** est un facteur jouant un rôle primordial dans la dispersion des émissions polluantes. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de fumées et les masses d'air polluées que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions.

Les **précipitations** sont quant à elles généralement associées à une atmosphère instable, qui permet également une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Par ailleurs, elles entraînent au sol les polluants les plus lourds. Elles peuvent parfois accélérer la dissolution de certains polluants. Globalement, les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie, notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

Certains phénomènes, comme les **inversions de température**, influencent la dispersion des masses d'air plus ou moins chargées en polluants.

En situation normale, la température de l'air diminue avec l'altitude (environ 1°C tous les 100 mètres). Quand l'air chaud s'élève dans les couches supérieures plus froides, il entraîne avec lui les polluants qui sont ainsi dispersés verticalement.

Les inversions de température sont des cas particuliers ; l'atmosphère, au lieu de se refroidir avec l'altitude, se réchauffe jusqu'à un certain niveau appelé niveau d'inversion. Il se forme alors une couche d'air plus chaude qu'on appelle couche d'inversion : les substances provenant des chauffages, des industries et du trafic automobile, s'accumulent alors sous cette couche d'inversion qui forme un « couvercle » empêchant les polluants de se disperser. Il n'y a plus de brassage vertical. Si le vent est faible, les teneurs en polluants peuvent alors augmenter très rapidement.

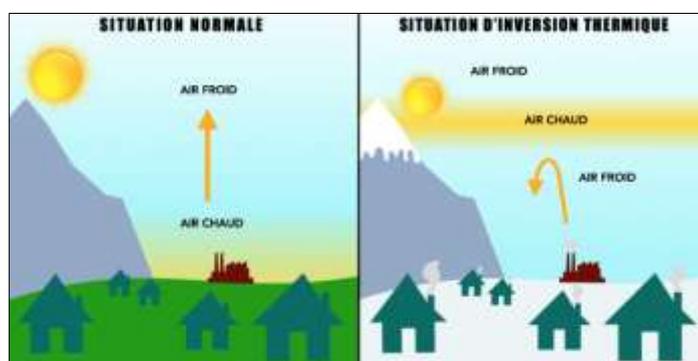


Figure 10 : schéma d'une inversion thermique  
(source : Météo Franc-Comtoise)

Ainsi, dans le cadre de cette étude, les quatre paramètres suivants sont étudiés pour appréhender les conditions météorologiques lors des mesures :

- la température (°C)
- les précipitations (mm)
- la direction du vent (°)
- la vitesse du vent (m/s).

Ces données proviennent de la station fixe d'ATMO Grand Est localisée à Houdelaincourt, ce site étant le plus proche du secteur d'étude et distant d'environ 10 kilomètres à vol d'oiseau au nord-est du laboratoire mobile.

En effet, le moyen mobile à la Ferme du Cité est implanté à proximité d'un mur, ce qui est susceptible d'impacter les mesures de ces paramètres, tels la direction et la vitesse du vent. Concernant les précipitations, nous utilisons les mesures réalisées au niveau du moyen mobile.



Figure 11 : photo de la station atmosphérique à Houdelaincourt (source : ATMO GE)

Le diagramme ombrothermique est élaboré à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières, permettant de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres.

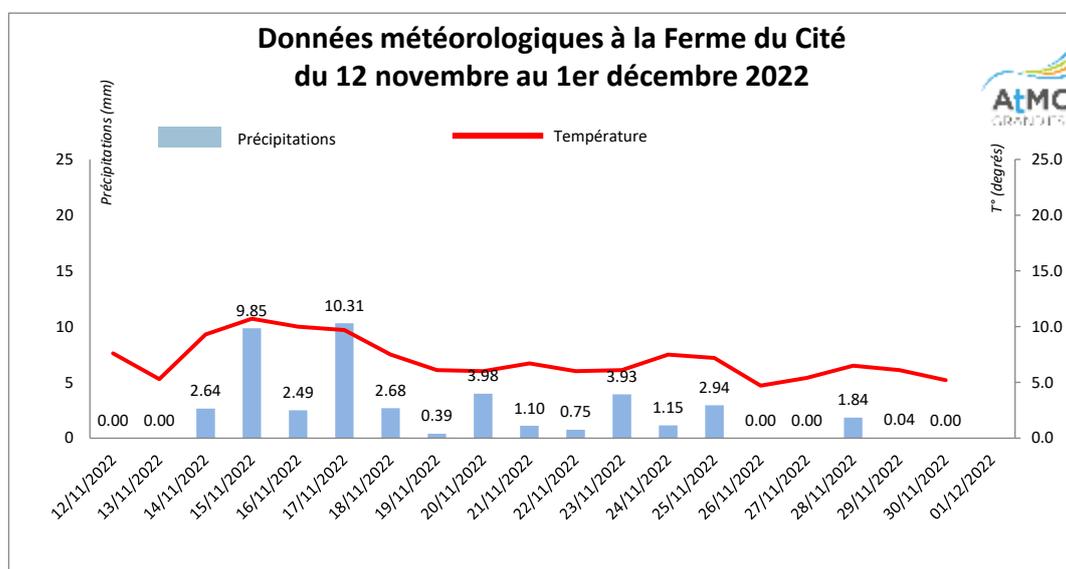
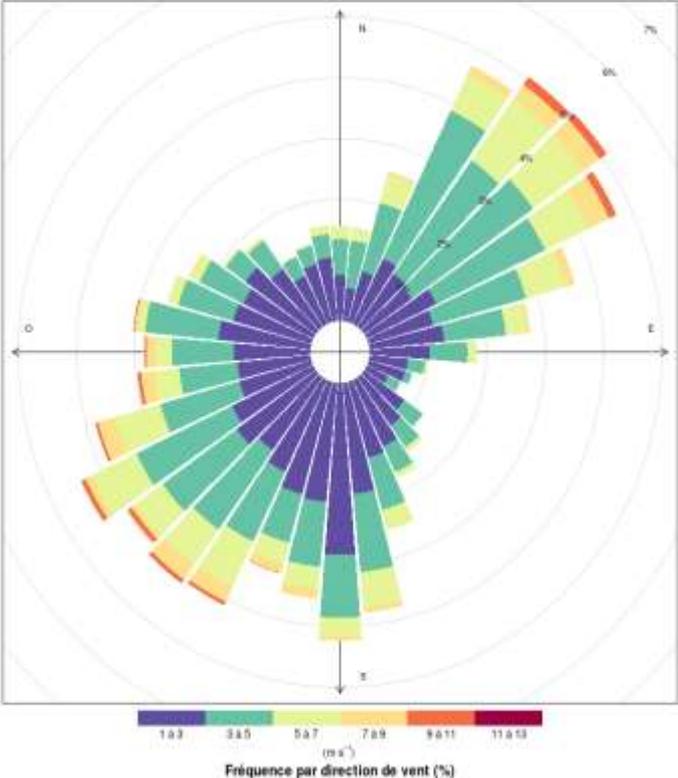


Figure 12 : Evolution des moyennes journalières en température et précipitations

Les mesures ont eu lieu en automne du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022, caractérisé par un temps encore doux dans l'ensemble. A Houdelaincourt, la température moyenne journalière la plus basse atteint 5°C le 26 novembre (même résultat à la Ferme du Cité) et la plus élevée 11°C le 15 novembre (résultat identique à la Ferme du Cité).

En termes de précipitations à la Ferme du Cité, la période de campagne présente 13 jours où l'on relève de la pluie, le cumul total des précipitations s'élevant à 44,1 mm, le plus fort cumul journalier étant relevé le 17 novembre. Les précipitations sont globalement assez conformes aux normales de saison.

**Tableau 2 : Données météorologiques mesurées à Houdelaincourt du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 (source : ATMO Grand Est).**

Paramètre étudié	Commentaires
Vents dominants : Vitesse vent :  Direction vent :	<p style="text-align: center;"><b>Moyenne : 1,1 m/s</b> (minimum horaire : 0 m/s - maximum horaire : 3,8 m/s)</p> <p style="text-align: center;"><b>Rose des vents à Houdelaincourt du 12/11/2022 au 01/12/2022*</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Vents dominants majoritairement faibles issus en grande partie des quarts sud-ouest et nord-est</b></p>
Température :	Moyenne sur la période de mesures : 7°C (minimum horaire : 2,5°C ; maximum horaire : 14,3°C).
Précipitations**:	Cumul : <b>44,1 mm</b> . Périodes de pluie observées sur 13 journées.

\* rose des vents réalisée à partir des données horaires. \*\* données issues du moyen mobile à la Ferme du Cité.

La rose des vents du **site fixe d'Houdelaincourt** indique les tendances suivantes :

- En excluant les vitesses des vents inférieures ou égales à 1m/s, les vents proviennent des quarts sud-ouest et nord-est dans des proportions quasi égales (respectivement 34% et 32% du temps). Viennent ensuite les vents issus du quart nord-ouest (18%), puis du sud-est (16%).

- Les vitesses les plus élevées (9,2 m/s à Houdelaincourt en données quart-horaires) ont été mesurées le 17 novembre, les vents étant majoritairement compris entre 175°-245° (secteur sud-ouest).
- Dans l'éventualité où l'on obtiendrait des vents similaires au niveau du moyen mobile localisé à la Ferme du Cité, le point de mesures serait alors sous les vents dominants du site de l'ANDRA un-tiers du temps lors de la campagne de mesures.

**Bilan concernant les paramètres météorologiques mesurés à Houdelaincourt lors de la campagne de mesures**

**Les conditions de dispersion des vents observés à Houdelaincourt, site distant d'environ dix kilomètres au nord-est de la Ferme du Cité, présentent une alternance de conditions favorables à la dispersion des masses d'air (jours pluvieux) et quelques périodes défavorables en raison d'inversions thermiques essentiellement nocturnes.**

## 7.2. VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS DES MESURES

Les résultats obtenus au cours de l'étude sont comparés aux seuils réglementaires relatifs à la pollution aiguë mais ils ne peuvent être comparés aux valeurs réglementaires relatives à la pollution chronique en raison d'une représentativité temporelle limitée des mesures.

### Taux de fonctionnement

Pour les polluants classiques, les calculs des *moyennes horaires*, *des moyennes sur huit heures* et *des moyennes journalières* présentées dans ce rapport respectent un taux de données valides d'au moins 75%, hormis pour les PM<sub>10</sub> (72%) dont l'appareil de mesure a rencontré quelques problèmes d'ordre technique. Les résultats seront toutefois exploités et comparés à la réglementation, à titre indicatif.

Pour rappel, le guide méthodologique du LCSQA pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air recommande d'obtenir au moins 85% des données valides pour calculer des moyennes sur une période plus longue (exemples : moyennes *mensuelles*, *statistiques saisonnières* etc.), ce qui est respecté dans le cadre de cette campagne, excepté pour les PM<sub>10</sub> ([https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa\\_guide\\_validation\\_des\\_donnees\\_mesures\\_automatiques\\_janvier\\_2016\\_vf.pdf](https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf))

**Tableau 3 : Taux de données valides (%) des mesures issues du moyen mobile du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022.**

Polluant	Taux de données valides (en %)
Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	93
Monoxyde et dioxyde d'azote NO et NO <sub>2</sub>	96
Particules en suspension PM <sub>10</sub>	72
Ozone O <sub>3</sub>	97
Monoxyde de carbone CO	97

### 7.2.1. Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Le graphique suivant présente l'évolution des valeurs moyennes horaires mesurées en dioxyde d'azote.

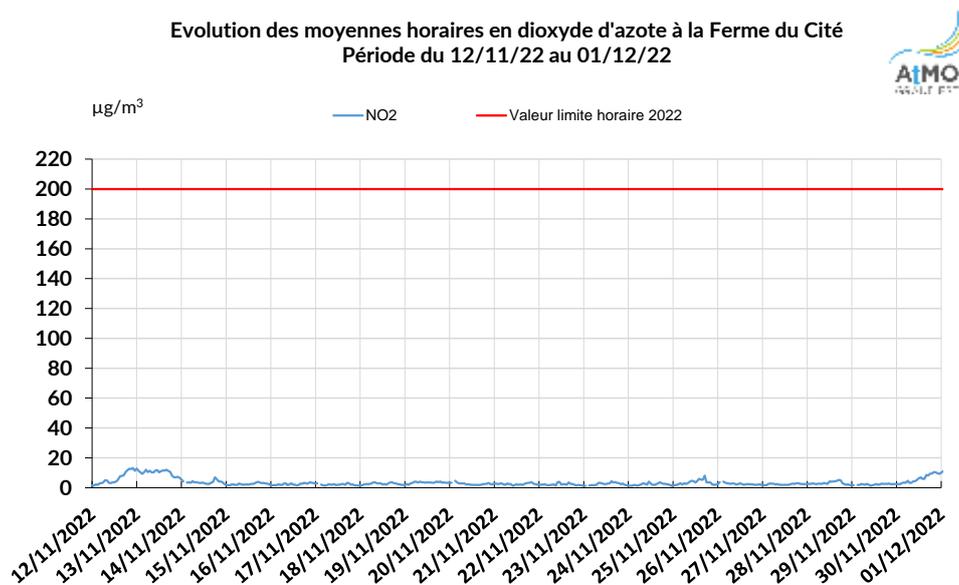


Figure 13 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO<sub>2</sub> à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est)

### Comparaison à la réglementation

Tableau 4 : Niveaux moyens en dioxyde d'azote et oxydes d'azote à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 et comparaison avec les seuils réglementaires.

Seuil	Période de calcul	Valeur en µg/m <sup>3</sup>	Dépassements sur la période de mesures	Moyenne ou maximum obtenu durant la période d'étude (µg/m <sup>3</sup> )
<b>NO<sub>2</sub></b> : Valeur limite protection santé humaine	annuelle	40	Non évaluable*	Non évaluable*
<b>NO<sub>2</sub></b> : Valeur limite protection santé humaine (à ne pas dépasser plus de 18 fois par an)	horaire	200	Non (0h)	13 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS : - En annuel (ne pas dépasser plus d'1h par an) - En horaire - Moyenne sur 24 heures	annuelle horaire sur 24h	10 200 25	Non évaluable* Non (0h) Non	Non évaluable * 13 (maximum horaire) 10 (maximum sur 24h)
<b>NO<sub>x</sub></b> : Valeur limite/niveau critique protection de la végétation	annuelle	30	Non évaluable*	Non évaluable *

\* remarque : le calcul d'une moyenne/maximum sur la période de la campagne est réalisable. Cependant, le résultat ne peut pas être comparé au seuil réglementaire chronique dans le cadre de cette campagne.

Le tableau ci-dessus présente des valeurs moyennes en NO<sub>2</sub> qui demeurent très largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires court terme.

## Comparaison aux procédures d'information et d'alerte

Lors de la campagne de mesures, et en fonction des données disponibles, le seuil d'information-recommandations (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire) et le seuil d'alerte (400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives) n'ont pas été atteint pour le dioxyde d'azote. Le maximum horaire de 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a été atteint le 12 novembre à 23 heures (heure locale).

### 7.2.2. Dioxyde de soufre $\text{SO}_2$

Le graphique suivant présente l'évolution des valeurs moyennes horaires mesurées en dioxyde de soufre.

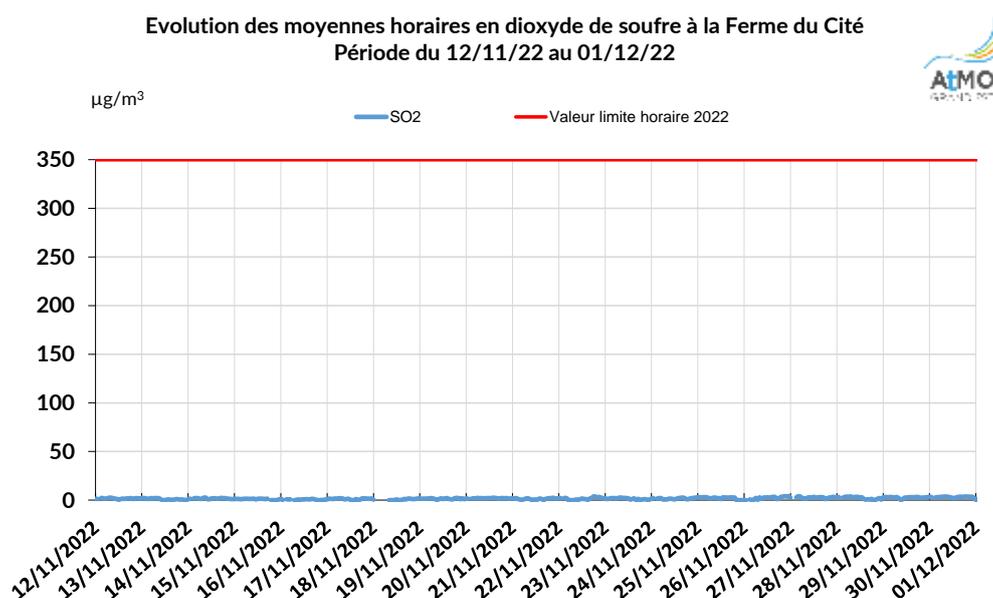


Figure 14 : Evolution des valeurs moyennes horaires en  $\text{SO}_2$  à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est)

## Comparaison à la réglementation

Tableau 5 : Résultats en dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 et comparaison avec les seuils réglementaires.

Seuil	Période de calcul	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la période d'étude ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Objectif de qualité	Annuelle	50	Non évaluable*	Non évaluable*
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (à ne pas dépasser plus de 3 fois par an)	Journalière	125	Non (0j)	3 (maximum journalier)
Valeur limite/niveau critique pour la protection de la végétation	Année civile et du 1 <sup>er</sup> octobre au 31 mars	20	Non évaluable*	Non évaluable*
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (à ne pas dépasser plus de 24 fois par an)	Horaire	350	Non (0j)	4 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS (à ne pas dépasser sur un an civil)	Journalière	40	Non (0j)	3 (maximum journalier)

\* remarque : le calcul d'une moyenne/maximum sur la période de la campagne est réalisable. Cependant, le résultat ne peut pas être comparé au seuil réglementaire chronique dans le cadre de cette campagne.

De façon récurrente les concentrations obtenues sont négligeables à nulles, donc très en deçà des différentes valeurs réglementaires à court terme (aiguë).

### Comparaison aux procédures d'information et d'alerte

Le seuil d'information-recommandations ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire) et le seuil d'alerte ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire) ne sont pas dépassés au cours des mesures.

#### 7.2.3. Particules $\text{PM}_{10}$

Le graphique suivant présente l'évolution des valeurs moyennes journalières mesurées en  $\text{PM}_{10}$ .

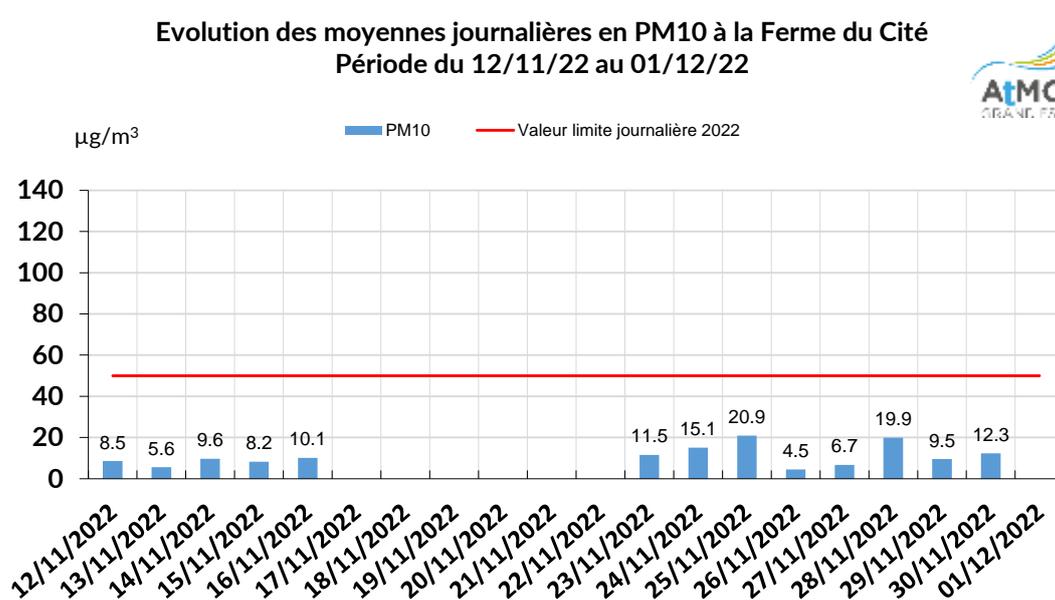


Figure 15 : Evolution des moyennes journalières en  $\text{PM}_{10}$  à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est)

### Comparaison à la réglementation

Tableau 6 : Résultats en particules  $\text{PM}_{10}$  à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 et comparaison avec les seuils réglementaires.

Seuil	Période de calcul	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassements	Moyenne ou maximum obtenu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la période d'étude ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valeur limite protection de la santé (ne pas dépasser plus de 35 fois/an)	Journalière	50	Non (0j)	21 (max journalier)
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non évaluable *	Non évaluable*
Objectif de qualité	Annuelle	30	Non évaluable *	Non évaluable*
Ligne directrice OMS :				
- journalier (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an)	Journalière	45	Non (0j)	21 (max journalier)
- annuel	Annuelle	15	Non évaluable*	Non évaluable*

\* remarque : le calcul d'une moyenne/maximum sur la période de la campagne est réalisable. Cependant, le résultat ne peut pas être comparé au seuil réglementaire chronique sur l'année dans le cadre de cette campagne.

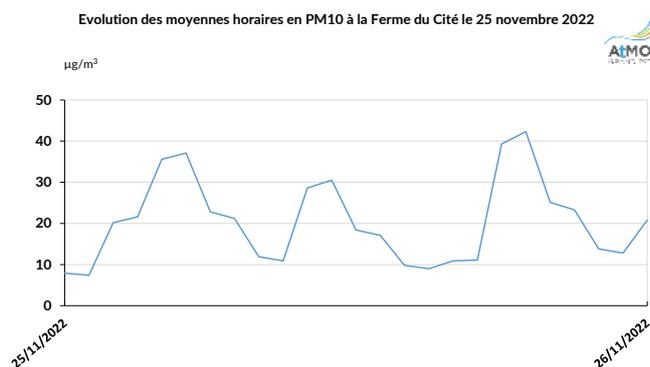
Les valeurs seuils réglementaires à court terme sont respectées au regard des concentrations obtenues en  $\text{PM}_{10}$ . Le maximum journalier a en effet atteint  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le 25 novembre.

## Comparaison aux procédures d'information et d'alerte

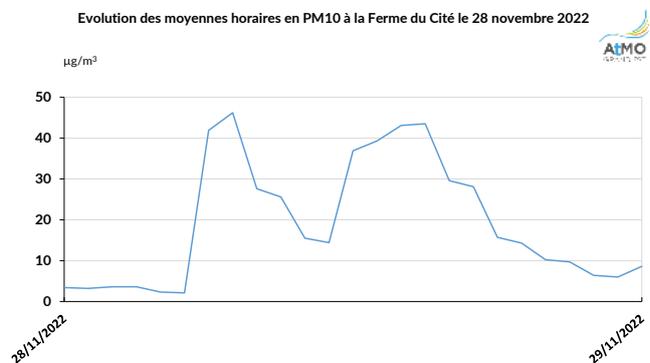
Le seuil d'information et de recommandations relatif aux PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h) n'est pas dépassé (maximum journalier inférieur à 30 µg/m<sup>3</sup>).

### Remarque concernant l'évolution des moyennes horaires en PM<sub>10</sub>:

Bien que faibles, les 25 et 28 novembre correspondent aux journées où les teneurs mesurées en PM<sub>10</sub> ont été les plus élevées.



Le 25 novembre, de légères hausses ont eu lieu durant la nuit et en matinée (entre 3 heures du matin et 12 heures, heure locale) puis en fin d'après-midi, avec des vents calmes à faibles venant du quart sud-ouest (intervalle [175 :265] ; source : site fixe à Houdelaincourt).



Le 28 novembre, les teneurs de fond sont un peu plus élevées entre 7 heures et 20 heures (heure locale), par vents faibles issus également du quart sud-ouest (intervalle [165 :265] ; source : site fixe d'Houdelaincourt).

Au niveau de la Ferme du Cité, des activités très locales peuvent expliquer ces observations en lien avec la présence de conditions atmosphériques peu favorables à la dispersion des polluants.

### 7.2.4. Ozone O<sub>3</sub>

Le graphique suivant présente l'évolution des valeurs moyennes horaires mesurées en ozone.

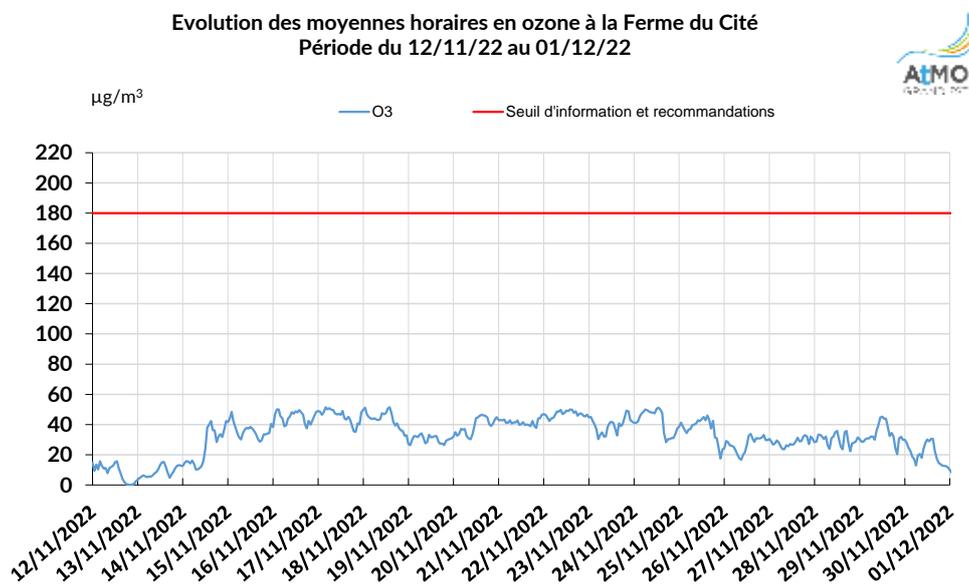


Figure 16 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O<sub>3</sub> à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est)

#### Comparaison à la réglementation

La période des mesures a été mise en œuvre en période automnale à hivernale ; par conséquent, le seuil correspondant à l'objectif long terme pour la protection de la santé humaine (120 µg/m<sup>3</sup> en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures) est respecté.

Les seuils fixés par la ligne directrice de l'OMS le sont également (valeur moyenne sur 8 heures en saison de pointe fixée à 60 µg/m<sup>3</sup>, et maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures fixée à 100 µg/m<sup>3</sup>).

#### Comparaison aux procédures d'information et d'alerte

Le seuil d'information-recommandations ainsi que le seuil d'alerte n'ont pas été atteints lors de la campagne de mesures réalisée en période peu propice à sa formation. Le maximum horaire atteint en effet 52 µg/m<sup>3</sup>.

Tableau 7 : Dépassements des seuils d'information-recommandations / d'alerte relatifs à l'ozone O<sub>3</sub> au niveau de la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022.

Seuil	Valeur de référence (µg/m <sup>3</sup> )	Dépassement	Maximum horaire (µg/m <sup>3</sup> ) durant la période d'étude
Seuil d'information	180*	Non	52
Seuil d'alerte	240*	Non	

\* Moyenne horaire sur une heure

### 7.2.5. Monoxyde de carbone CO

Le graphique suivant présente l'évolution des valeurs moyennes glissantes sur huit heures mesurées en monoxyde de carbone.

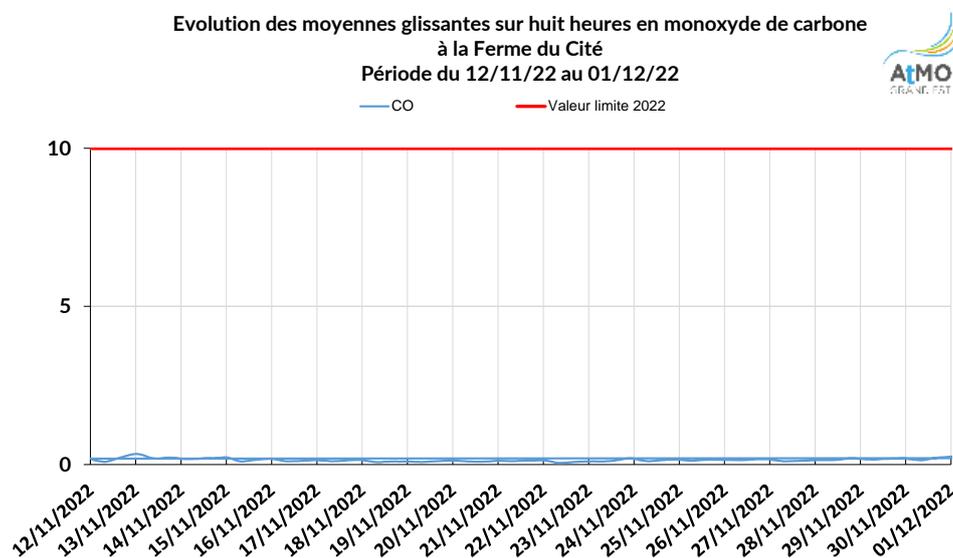


Figure 17 : Evolution des moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est)

### Comparaison à la réglementation

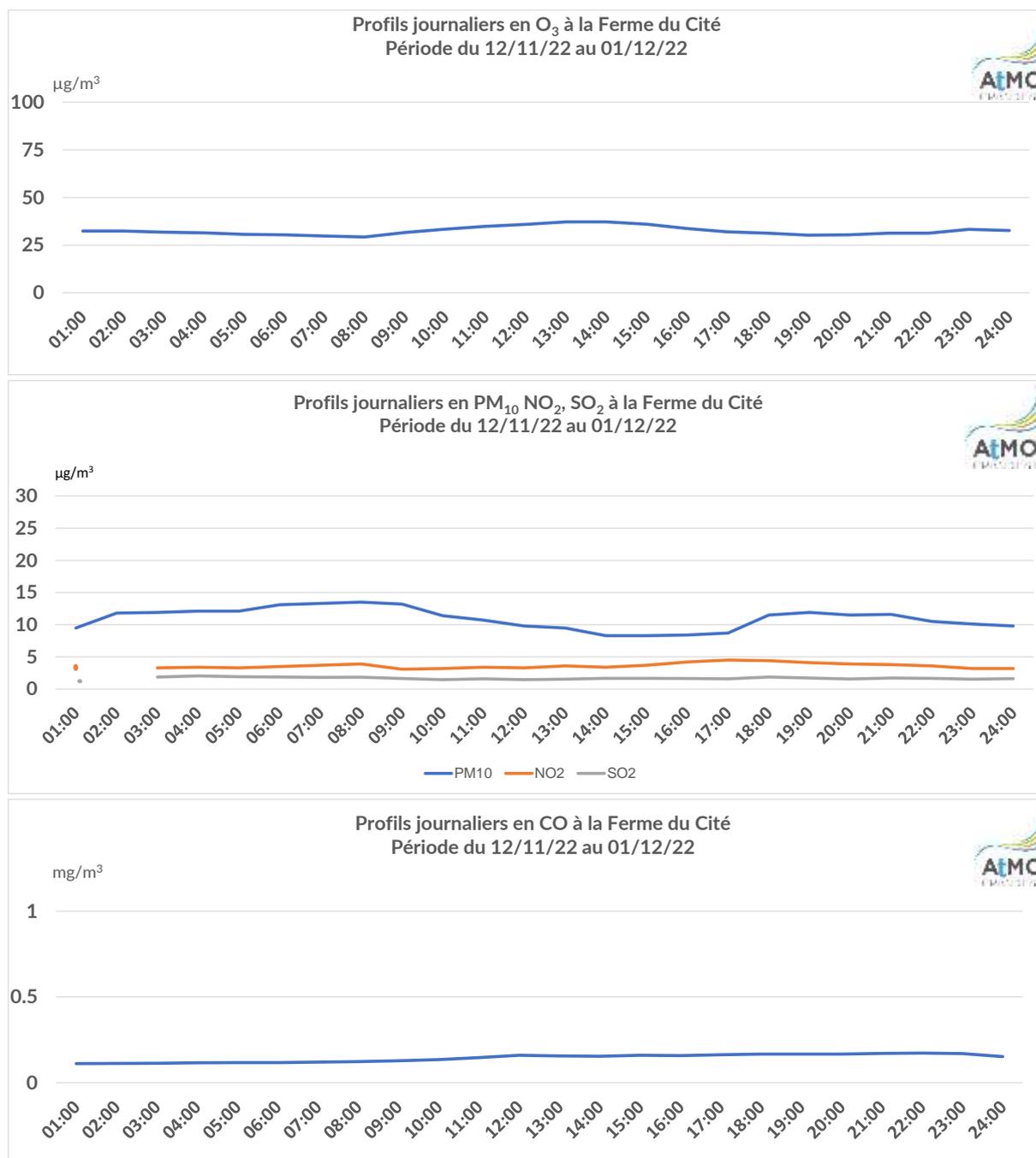
Tableau 8 : Résultats en monoxyde de carbone CO à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 et comparaison avec les seuils réglementaires.

Seuil	Période de calcul	Valeur en mg/m <sup>3</sup>	Dépassement sur la période de mesures	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures en mg/m <sup>3</sup>
Valeur limite	Max journalier de la moyenne glissante sur 8 h	10	Non	0,3
Ligne directrice OMS	Moyenne sur 24 heures	4	Non	<1 (maximum sur 24 heures)

Les concentrations obtenues en CO demeurent négligeables et bien en deçà des valeurs seuils réglementaires.

### 7.2.6. Profils journaliers

Les profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité sont présentés ci-après.



**Figure 18 : Profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022**

A noter, pour les profils journaliers du NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>, l'absence de mesures à 2 heures du matin (nombre de données insuffisant pour calculer le profil journalier relatif à cette heure-ci).

Les principales caractéristiques des profils journaliers sont :

- Pour les **particules PM<sub>10</sub>** : la présence d'un niveau de fond qui oscille globalement autour de 10 µg/m<sup>3</sup>, sans fluctuations très significatives en cours de journée.

- Pour le **dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>** : des concentrations moyennes de fond négligeables, de l'ordre de 4 µg/m<sup>3</sup> lors de la période d'étude. On n'observe pas de nettes variations au cours de la journée.
- Pour le **dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>** : des concentrations moyennes de fond négligeables, à la limite du seuil de détection de l'analyseur.
- Pour l'**ozone O<sub>3</sub>** : la période de mesures n'est pas favorable à la formation de ce composé qui présente des niveaux de l'ordre de 30 µg/m<sup>3</sup> et sans grande fluctuation des concentrations en cours de journée.
- Enfin, pour le **monoxyde de carbone CO** : des niveaux négligeables quelle que soit l'heure de la journée.

Les profils journaliers des composés suivis à la Ferme du Cité sont ensuite comparés à ceux d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est (d'influences et typologies similaires, puis différentes).

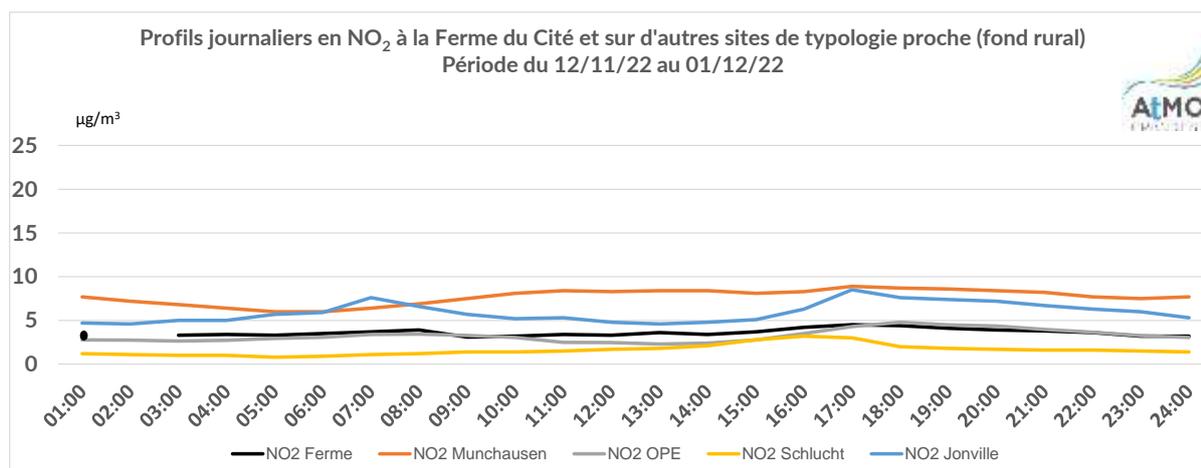
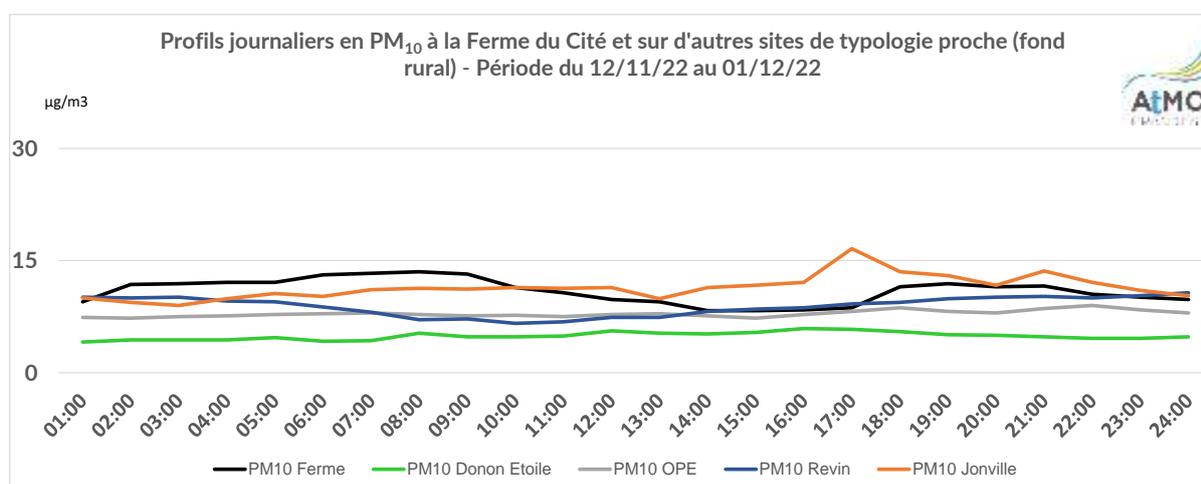


Figure 19 : Profils journaliers à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 en PM<sub>10</sub> et NO<sub>2</sub>, comparés à ceux d'autres sites fixes de typologie similaire essentiellement, hormis pour le CO (source ATMO Grand Est)

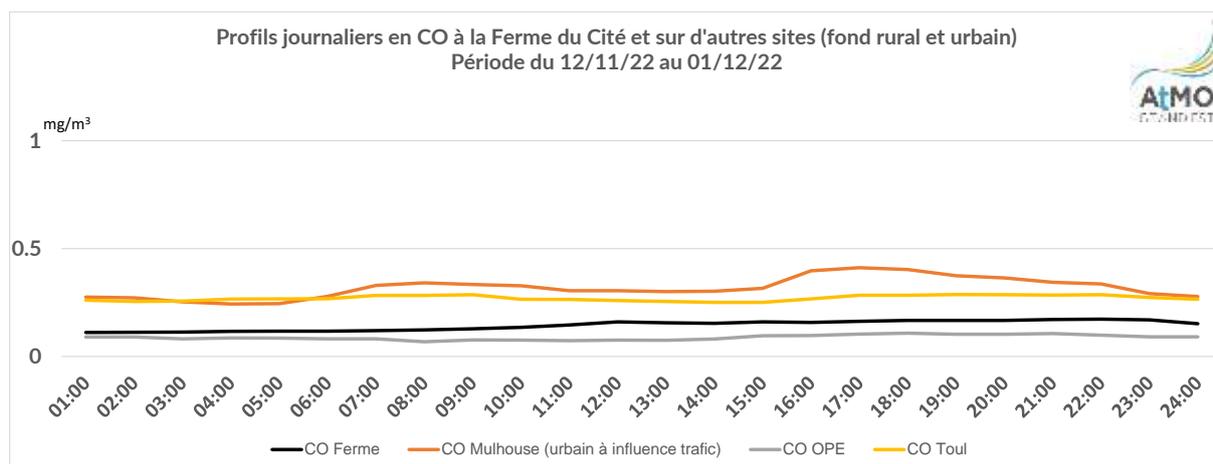
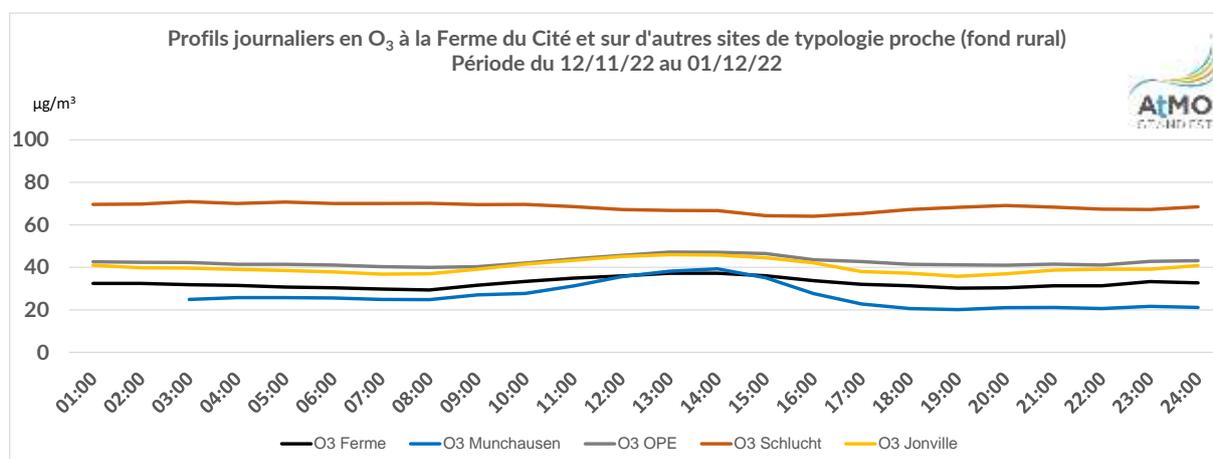
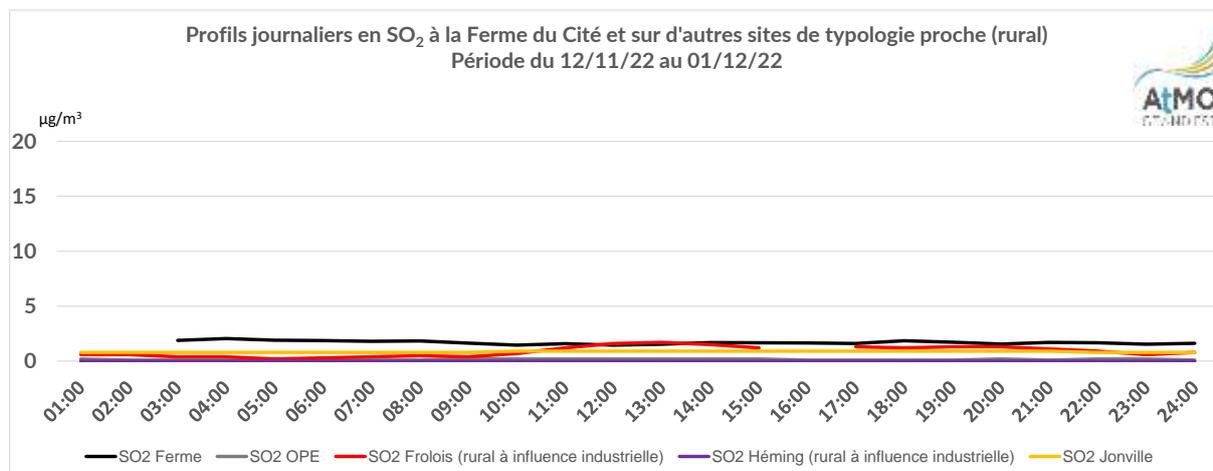


Figure 19 (suite) : Profils journaliers à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 en SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et CO, comparés à ceux d'autres sites fixes de typologie similaire essentiellement, hormis pour le CO (source ATMO Grand Est)

### 7.2.7. Comparaison des teneurs à Bure avec celles d'autres points fixes

Le tableau suivant présente les niveaux moyens obtenus à la Ferme du Cité du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 comparés à ceux provenant d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est.

**Tableau 9 : Comparaison des teneurs moyennes mesurées à proximité du laboratoire de recherches à celles d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$  pour le CO).**

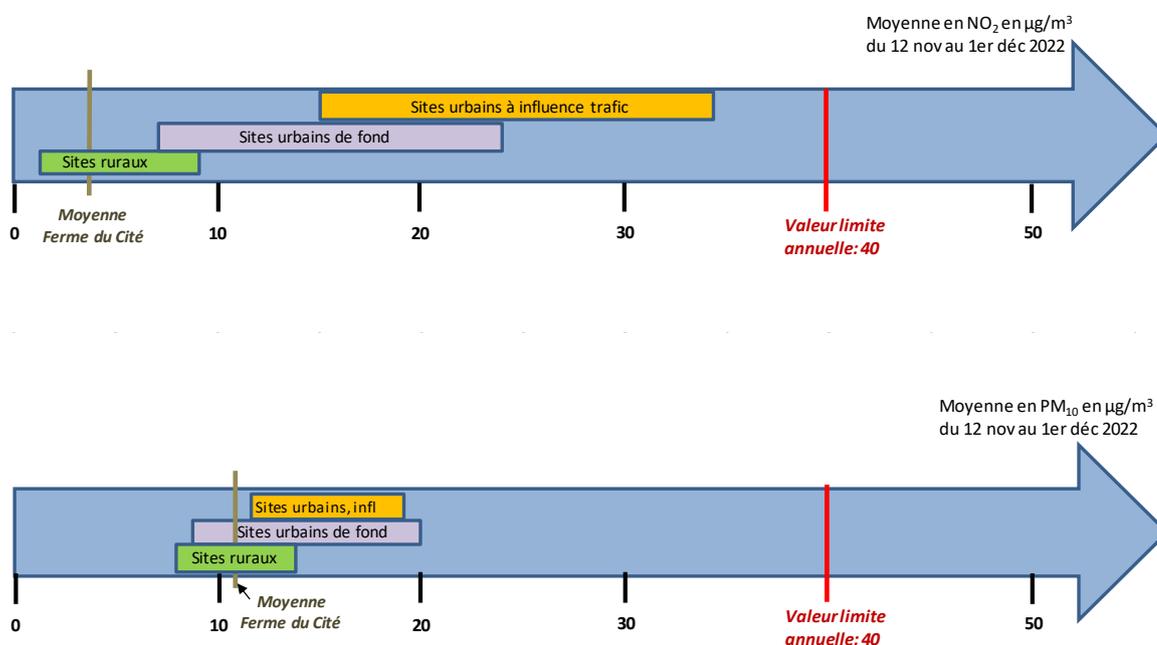
Polluant	Ferme du Cité	Site Plateau meusien OPE (Houdelaincourt)	Site Hautes Vosges (Schlucht)	Site Agglo Nancy centre (Charles III)	Site Agglo Metz centre	Ensemble des sites ruraux de fond ATMO GE	Ensemble des sites urbains de fond ATMO GE
Typologie /influence	rurale/fond	rurale/fond	rurale/fond	urbaine/fond	urbaine/fond	rurale/fond	urbaine/fond
NO <sub>2</sub>	4	3	2	15	17	4	16
CO*	<1	2	/	/	/	2	6 (urbain trafic)
PM <sub>10</sub>	11	8	/	15	10	8	14
SO <sub>2</sub>	2	3	/	1	/	3	7
O <sub>3</sub>	33	43	68	30	30	44	32

/ : non disponible ou non mesuré \* en  $\text{mg}/\text{m}^3$

La figure ci-dessous situe les valeurs moyennes obtenues en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> mesurées par l'unité mobile à la Ferme du Cité, par rapport à celles issues des stations fixes de la région Grand-Est (sites ruraux, urbains de fond et urbains à influence trafic pris en compte).

Le CO et le SO<sub>2</sub> ne sont pas pris en compte ici, car ils sont présents en quantité négligeable dans l'air ambiant.

L'ozone n'est pas pris en compte ici, étant un polluant secondaire d'origine photochimique.



**Figure 20 : Comparaison des concentrations en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand-Est**

- Le niveau moyen en NO<sub>2</sub> issu des mesures à la Ferme du Cité demeure faible métrologiquement. Il est positionné dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région. A titre de comparaison, la teneur moyenne obtenue à proximité de l'ANDRA est environ 3,5 fois inférieure à celle de l'ensemble des sites urbains de fond ; ce ratio est globalement dans le même ordre de grandeur que celui des précédentes campagnes de mesures.
- La concentration moyenne obtenue en PM<sub>10</sub> à la Ferme du Cité lors de la période d'étude se situe à environ la moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région Grand Est.
- A titre indicatif, les concentrations mesurées en CO et SO<sub>2</sub> restent négligeables et du même ordre de grandeur que celles provenant des autres stations fixes localisées dans la région Grand Est et ce, quelles que soient leur typologie, leur influence ou leur localisation dans la grande région.

### 7.2.8. Comparaison des résultats avec ceux issus des précédentes campagnes à Bure

Les résultats obtenus lors de cette campagne de mesures sont comparés à ceux des précédentes campagnes, les tendances en découlant étant regroupées dans le tableau suivant. Cependant, ces interprétations sont à considérer avec précaution, les périodes de mesures, les travaux entrepris au fil du temps au niveau du laboratoire souterrain de l'ANDRA et les conditions météorologiques n'ayant pas été rigoureusement semblables d'une année sur l'autre. Par ailleurs, certaines méthodes de mesures ont pu évoluer (exemple avec les particules PM<sub>10</sub>).

L'annexe n°5 présente l'ensemble des résultats des mesures.

**Tableau 10 : Tendances observées suite aux comparaisons des résultats de la campagne du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 à celles des précédentes années.**

Polluant	Tendance
Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	Concentrations moyennes comprises entre 1 et 20 µg/m <sup>3</sup> toutes saisons confondues. Les niveaux moyens les plus élevés sont observés lors des campagnes réalisées en période hivernale, en lien avec les conditions météorologiques rencontrées.
Monoxyde de carbone CO	Teneurs de fond négligeables (0,1 mg/m <sup>3</sup> à 0,4 mg/m <sup>3</sup> ) toutes campagnes confondues.
Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	Concentrations moyennes demeurant métrologiquement faibles (entre 0 et 4 µg/m <sup>3</sup> ).
Particules PM <sub>10</sub>	Concentrations moyennes corrigées comprises entre 16 et 30 µg/m <sup>3</sup> lors des précédentes campagnes de 2007* à 2011. Pour la période allant de 2014 (mesures avec un appareil TEOM-FDMS) à 2022 : teneurs moyennes oscillant entre 4 µg/m <sup>3</sup> et 18 µg/m <sup>3</sup> .
Ozone O <sub>3</sub>	Concentrations de fond comprises entre 10 µg/m <sup>3</sup> en hiver 2002 et 75 µg/m <sup>3</sup> en été 2010 (maxima mesurés au printemps-été, et minima en automne-hiver). Les teneurs moyennes relevées du 12 novembre au 1 <sup>er</sup> décembre 2022 sont très proches de celles issues des précédentes campagnes de mesures mises en œuvre aux mêmes périodes.

\* depuis janvier 2007, la mesure pour les particules PM<sub>10</sub> prend en compte la fraction volatile des particules en suspension. Suite à l'évolution de la métrologie, une station de référence pour les mesures a été définie pour prendre en compte cette fraction volatile des particules, déterminer l'écart avec les mesures sans correction et appliquer cet écart aux autres sites de mesures et obtenir des valeurs corrigées. Au niveau d'ATMO Grand Est, la station fixe localisée à Nancy Charles III servait de station de référence jusqu'en 2011 (pas de campagnes de mesures à la Ferme du Cité en 2012 et 2013). Depuis 2014, la correction n'a plus lieu d'être car l'analyse des particules, fraction volatile comprise, se fait directement par un TEOM-FDMS.

#### Pour résumer...

Les campagnes de mesures réalisées depuis 1999 présentent des concentrations moyennes en polluants primaires tels le NO<sub>2</sub>, le CO, le SO<sub>2</sub> faibles, voire négligeables pour le CO et SO<sub>2</sub>, et, dans tous les cas, en deçà des différents seuils réglementaires en vigueur (fournis à titre indicatif puisque la couverture temporelle des mesures est très limitée).

A titre indicatif, les niveaux moyens mesurés en particules PM<sub>10</sub> depuis 2014 avec un appareil TEOM-FDMS sont très majoritairement inférieurs à 15 µg/m<sup>3</sup> et ce, quelles que soient les périodes de mesures.

En ce qui concerne l'ozone (polluant d'origine photochimique), les teneurs demeurent dans des ordres de grandeur comparables d'une campagne à l'autre lorsque les périodes de mesures sont similaires (gamme de concentrations allant de 48 µg/m<sup>3</sup> à 75 µg/m<sup>3</sup> au printemps-été, et de 10 µg/m<sup>3</sup> à 54\* µg/m<sup>3</sup> en période automnale-hivernale).

Tous ces résultats demeurent ainsi assez similaires d'une campagne à l'autre.

\* conditions météorologiques particulièrement douces observées en novembre 2015

## 8. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

Cette trente-septième campagne de mesures, mise en œuvre en 2022 du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre, permet d'estimer l'impact sur la qualité de l'air des activités du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne, en phase d'exploitation (CMHM).

### Concernant les niveaux mesurés et le respect des normes de qualité de l'air...

Les analyseurs ont mesuré des niveaux moyens demeurant peu élevés en **dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et particules PM<sub>10</sub>**. L'environnement local du site est à relier à ces résultats : l'absence d'activités industrielles émettrices à proximité directe de celui-ci - la typologie rurale du point de mesures localisé en plaine sans présence de hauts bâtiments ou de tissu urbain - des conditions météorologiques favorisant l'obtention de niveaux peu élevés en polluants (dispersion correcte des masses d'air par les vents, lessivage de l'air sur plusieurs journées) - de faibles émissions locales...

En comparant les résultats avec la réglementation actuelle, on observe des niveaux moyens des différents polluants inférieurs aux valeurs réglementaires fixées à l'échelle horaire et journalière actuellement en vigueur.

Pour **l'ozone**, les niveaux mesurés demeurent en deçà de l'objectif long terme pour la protection de la santé humaine fixé à 120 µg/m<sup>3</sup> en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures).

Une comparaison des résultats avec les seuils réglementaires annuels sera réalisée dans le cadre du rapport final, à titre purement indicatif en raison de la représentativité temporelle limitée des mesures réalisées à Bure.

Ainsi, pour les composés étudiés, les activités du laboratoire ANDRA à Bure demeurent sans impact particulier sur la qualité de l'air ambiant lors de la période d'étude.

### Concernant la comparaison des résultats obtenus du 12 novembre au 1<sup>er</sup> décembre à la Ferme du Cité avec ceux d'autres sites fixes d'ATMO Grand Est...

Les concentrations relevées à Bure demeurent faibles et similaires à celles habituellement mesurées sur les sites d'ATMO Grand Est de typologie rurale.

Les niveaux moyens relevés en **PM<sub>10</sub> et NO<sub>2</sub>** à la Ferme du Cité se situent globalement dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région Grand Est.

Les teneurs en **CO et SO<sub>2</sub>** restent négligeables et du même ordre de grandeur que celles de l'ensemble des autres stations fixes de la région Grand-Est, et ce, quelle que soit la typologie du point de mesure.

Enfin, **pour l'O<sub>3</sub>**, polluant secondaire photochimique, les concentrations observées au cours de cette campagne de mesures tendent à se rapprocher de celles mesurées sur l'ensemble des sites fixes urbains de la région. Cette tendance a notamment été observée lors des campagnes mises en œuvre au printemps 2021 et 2022.

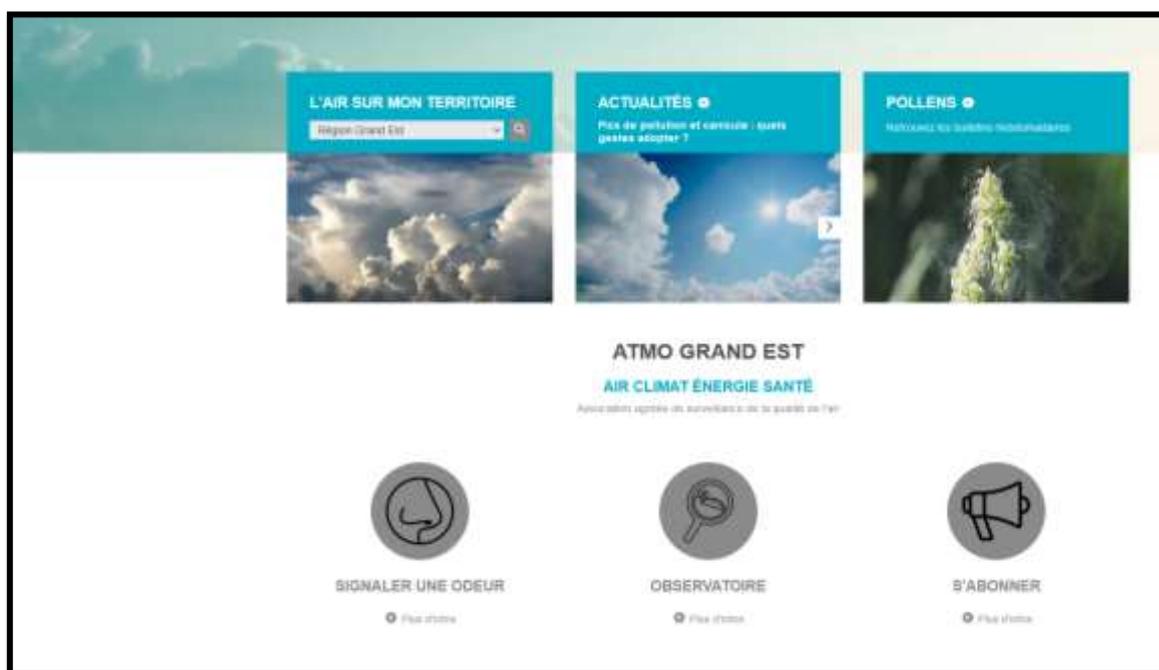
### Concernant la comparaison des résultats avec ceux des campagnes précédentes...

Le constat demeure similaire à celui des campagnes antérieures, à savoir des concentrations satisfaisantes vis-à-vis de la réglementation, et du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre, en fonction des composés et de la saison prise en compte.

### Concernant les perspectives...

Conformément au contrat liant ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période 2020 à 2022, un bilan annuel synthétique des deux campagnes de mesures réalisées en 2022 sera édité au cours du premier trimestre 2023.

Une nouvelle campagne de mesures pourra être programmée au printemps 2023 sous réserve qu'un nouveau contrat liant ATMO Grand Est et l'ANDRA soit renouvelé pour la période 2023-2025.



Site internet : [www.atmo-grandest.eu/](http://www.atmo-grandest.eu/)

# Annexes

---

**ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS**

**ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU**

**ANNEXE 3 : REGLEMENTATION**

**ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES**

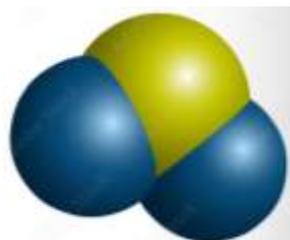
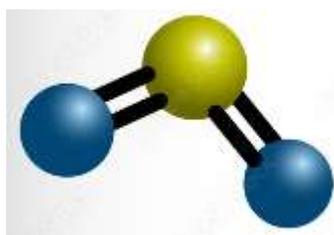
**ANNEXE 5 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME  
DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST**

## ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

### DIOXYDE DE SOUFRE SO<sub>2</sub>

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...).

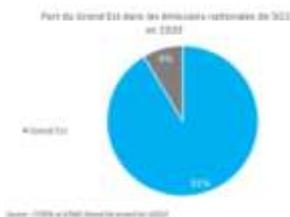
**En région Grand-Est :** Les secteurs émissifs de SO<sub>2</sub> sont les secteurs de l'industrie manufacturière-construction, puis le résidentiel-tertiaire et enfin l'industrie de l'énergie.



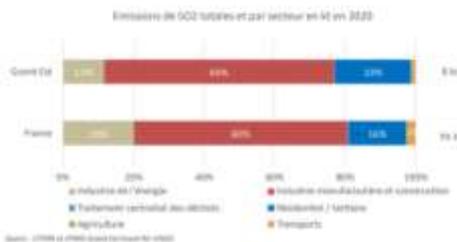
**Environnement :** Il se transforme, au contact de l'humidité de l'air, en acide sulfurique et contribue ainsi directement au phénomène des pluies acides et de ce fait, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux...).

**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 SO<sub>2</sub> en France



Le Grand Est participe à hauteur de 9% aux émissions nationales de SO<sub>2</sub>



Source : ATMO et INRAE Inventaire Air 2022

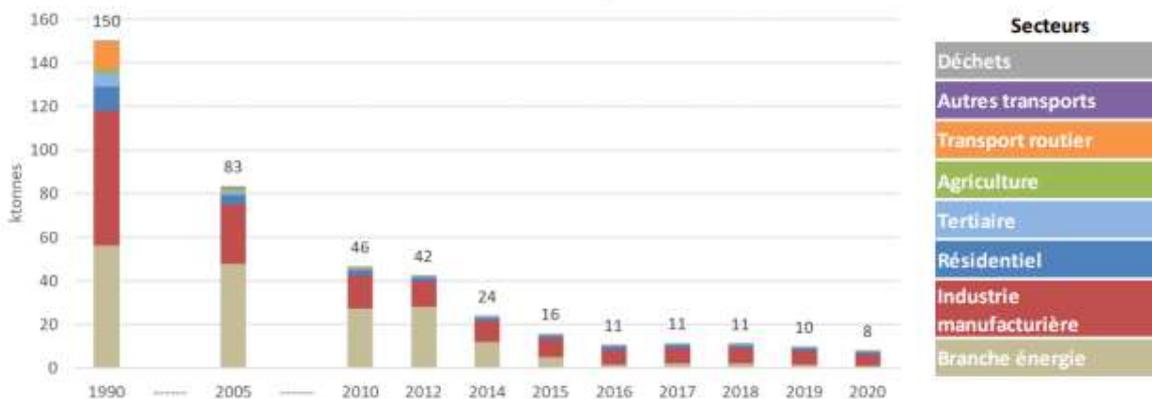
Les secteurs émissifs de SO<sub>2</sub> sont similaires aux niveaux national et régional, avec un poids du secteur industriel plus important dans la région Grand Est



• Les principales émissions de SO<sub>2</sub> par sous-secteurs en Grand Est



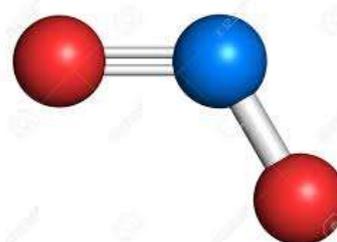
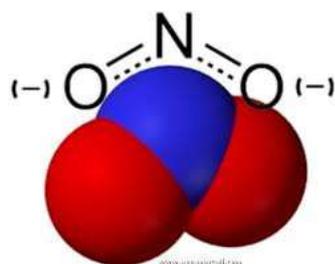
Evolution des émissions de SO<sub>2</sub> dans le Grand Est par secteur



## MONOXYDE ET DIOXYDE D'AZOTE

Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont émis lors de processus de combustion. Le NO<sub>2</sub> 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.

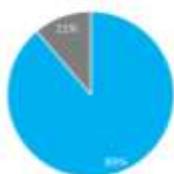


**Environnement :** Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique. Suivant les conditions météorologiques, le NO<sub>2</sub> se transforme en acide nitrique (HNO<sub>3</sub>), 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 NO<sub>2</sub> 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.

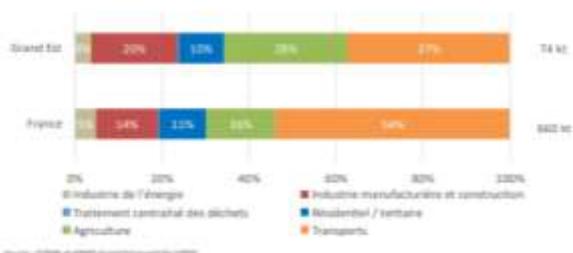
## • Contribution du Grand Est aux émissions de NO<sub>x</sub> en France

Part du Grand Est dans les émissions nationales de NO<sub>x</sub> en 2020



Le Grand Est participe à hauteur de 11% aux émissions nationales de NO<sub>x</sub>.

Émissions de NO<sub>x</sub> totales et par secteur en kt en 2020

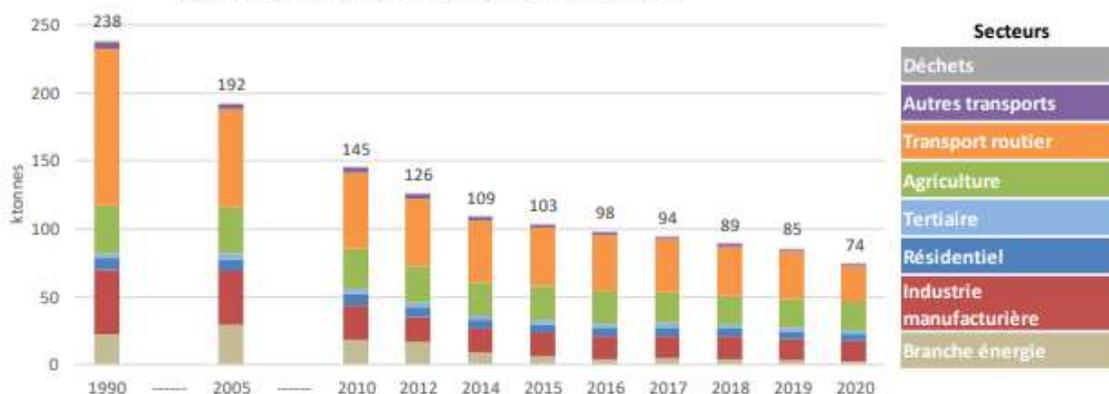


## • Les principales émissions de NO<sub>x</sub> par sous-secteurs en Grand Est



Émissions de NO<sub>x</sub> par sous-secteur en 2020 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Evolution des émissions de NO<sub>x</sub> dans le Grand Est par secteur



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

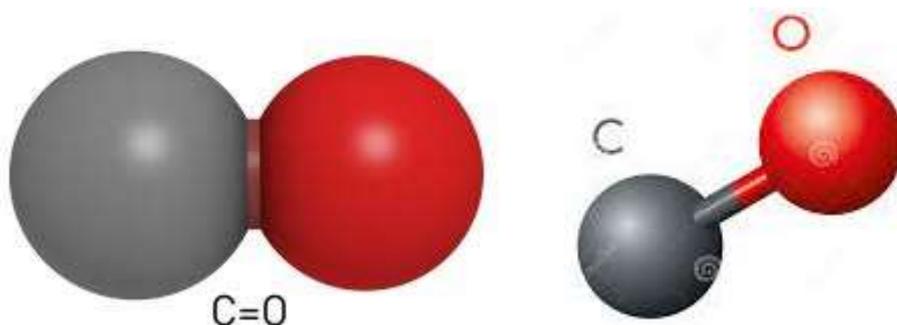
Source : [https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats\\_inv\\_v2022.pdf](https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf)

## 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  $\text{CO}_2$ , composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).

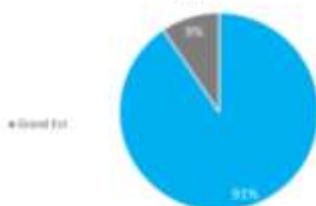
**Santé :** Du fait de ses faibles concentrations dans l'air ambiant extérieur, c'est surtout pour l'air intérieur que le CO représente un enjeu sanitaire.

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

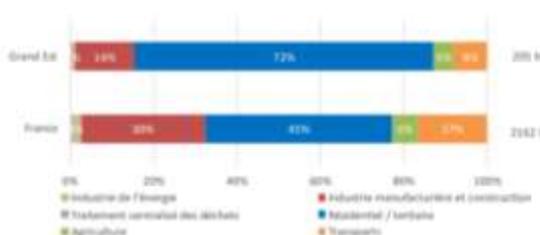
Part du Grand Est dans les émissions nationales de CO en 2020



Source : CITEA et ATMO Grand Est Invent'Air 2022

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 : CITEA et ATMO Grand Est Invent'Air 2022

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

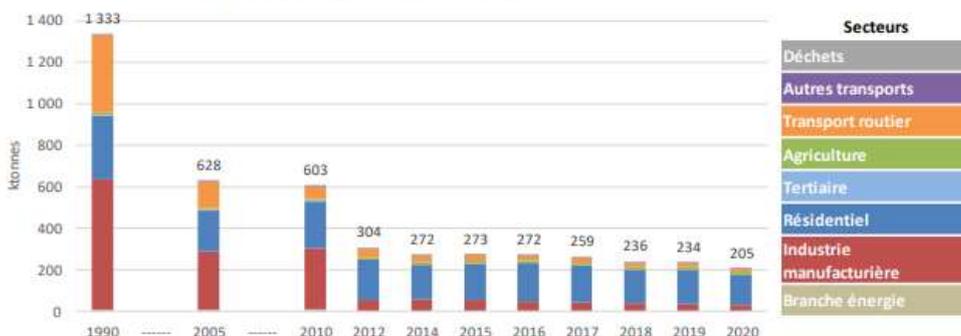


## • Les principales émissions de CO par sous-secteurs en Grand Est



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

## OZONE O<sub>3</sub>

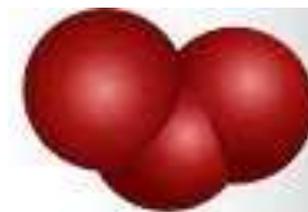
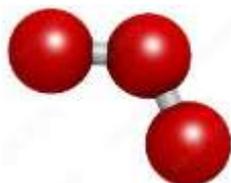
Gaz incolore et irritant ayant une odeur âcre à laquelle notre odorat s'habitue rapidement. Il s'agit d'une molécule composée de 3 atomes d'oxygène (O<sub>3</sub>), ce qui lui confère un fort pouvoir oxydant. C'est aussi un gaz à effet de serre.

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-SUhiIEM>

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 NO<sub>2</sub> 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<sub>10</sub>

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

Les particules PM<sub>10</sub> 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<sub>x</sub> 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 PM<sub>10</sub> en 2020 : l'agriculture (48%) et le secteur résidentiel (31%). L'industrie représente 13% des émissions, et le transport routier 8%.

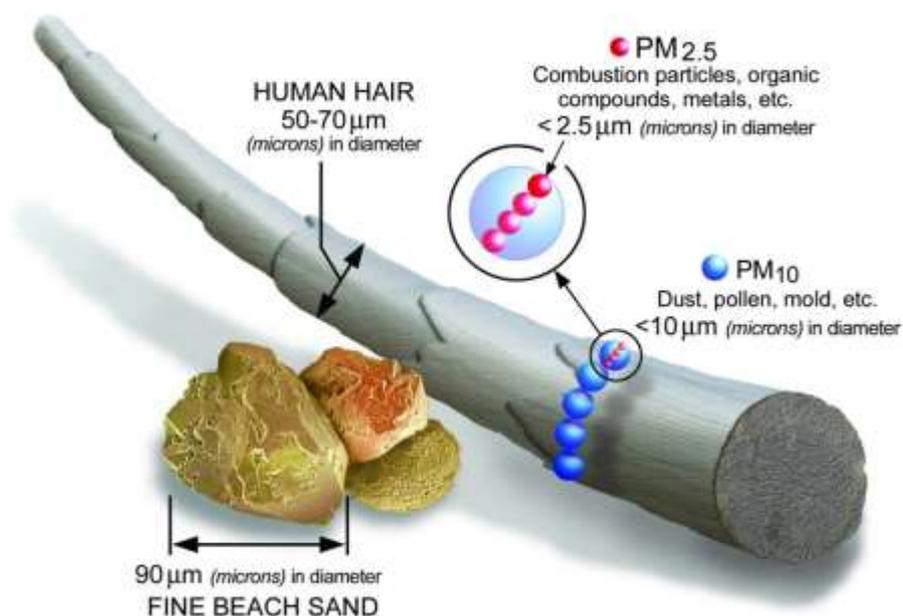


Image courtesy of the U.S. EPA

**Environnement :** Les PM<sub>10</sub> 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 cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis 2013.

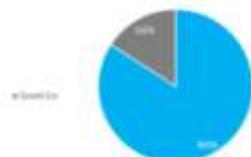
**SANTÉ :** Elles réduisent la visibilité, et peuvent influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. A l'échelle globale, les particules ont un forçage radiatif négatif, c'est-à-dire refroidissant l'atmosphère terrestre, mais de nettes différences sont observées suivant leur composition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

Part du Grand Est dans les émissions nationales de PM10 en 2020



Source : CITEA - Inventaire National des Polluants Atmosphériques

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

Émissions de PM10 totales et par secteur en t en 2020



Source : CITEA - Inventaire National des Polluants Atmosphériques

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



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2022

Source : [https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats\\_inv\\_v2022.pdf](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%20C3%A0%20court%20et,et%20les%20infections%20des%20voies>

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

## ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU

### Présentation des méthodes de mesure et objectifs de qualité des données

Cinq analyseurs automatiques mesurent en continu les concentrations en polluants gazeux (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>) et en particules fines PM<sub>10</sub>.



Schéma d'une station fixe (Source : ATMO GE)

Le principe de mesure est identique dans une **unité mobile** ou dans une **station fixe**.

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.

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.

Le lien suivant explique la manière dont les polluants sont mesurés à partir d'une station de mesure : [https://www.youtube.com/watch?v=J\\_-karOF2IQ](https://www.youtube.com/watch?v=J_-karOF2IQ).

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.

Normes de mesurages utilisées pour la mesure des polluants :

Polluant	Norme associée et procédé utilisé
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	NF X 43-018 - NF EN 14211 : Chimiluminescence
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	NF X 43-019 - NF EN 14212 : Fluorescence UV
Ozone (O <sub>3</sub> )	NF X 43-024 - NF EN 14625 : Absorption UV
Monoxyde de carbone (CO)	NF X 43-044 - NF EN 14626 : Absorption infra-rouge associé à la corrélation par filtre gazeux
Particules PM <sub>10</sub>	NF EN 12341 (PM <sub>10</sub> ) des TEOM-FDMS – Air ambiant : Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM <sub>10</sub> ; PM <sub>2,5</sub> )- NF EN 16 450 29 Avr2017

Les résultats de cette étude répondent aux objectifs de qualité des données, de l'annexe I de la Directive 2008/50/CE pour évaluer la qualité de l'air ambiant. Le tableau ci-dessous présente des 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 dans le cadre de mesures fixes :

Polluant	Anhydride sulfureux, dioxyde d'azote et oxydes d'azote, et monoxyde de carbone	Particules (PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> ) et plomb	Ozone, NO et NO <sub>2</sub> correspondants
Incertitude	15 %	25 %	15 %
Saisie minimale des données	85 %	85 %	85 % en été - 70 % en hiver
Période minimale :			
-Pollution de fond urbaine et circulation	/	/	/
-Sites industriels	/	/	/



Fonctionnement général d'un moyen mobile (source ATMO Grand Est)

## ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

Polluants	Seuils pour la protection de la santé humaine	Conditions de dépassements	Valeurs de référence en 2022 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en $\text{mg}/\text{m}^3$ pour le CO)
Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )	Valeur limite* annuelle	Moyenne annuelle	40
	Valeur limite horaire	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	200
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne horaire	200
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire (dépassement sur 3 heures consécutives)	400
	Lignes directrices OMS	Moyenne annuelle Moyenne horaire à ne pas dépasser sur un an civil Moyenne sur 24h	10 200 25
PM <sub>10</sub>	Valeur limite annuelle	Moyenne annuelle	40
	Valeur limite journalière	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h	50
	Seuil d'alerte	Moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h	80
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an Valeur moyenne sur 24 heures	15 50 45
Ozone	Valeur cible** pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 25 jours, en moyenne sur 3 ans	120
	Objectif de qualité*** pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser sur un an civil	120
	Valeur cible pour la protection de la végétation	AOT 40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}^{-1}$ en moyenne sur 5 ans	18 000
	Objectif de qualité*** pour la protection de la végétation	AOT 40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}^{-1}$ sur un an	6 000
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne horaire	180
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240
CO	Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	10
	Ligne directrice OMS	Moyenne sur 24 h	4
SO <sub>2</sub>	Valeur limite horaire	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	350
	Valeur limite journalière	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	125
	Objectif de qualité*** annuel	Moyenne annuelle	50
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne horaire	300
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire (dépassement sur 3 heures consécutives)	500
Ligne directrice OMS	Moyenne journalière à ne pas dépasser sur un an civil	40	

\*Valeur limite : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé des personnes et de l'environnement dans son ensemble.

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

\*\*\*Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme, 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.

## ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES

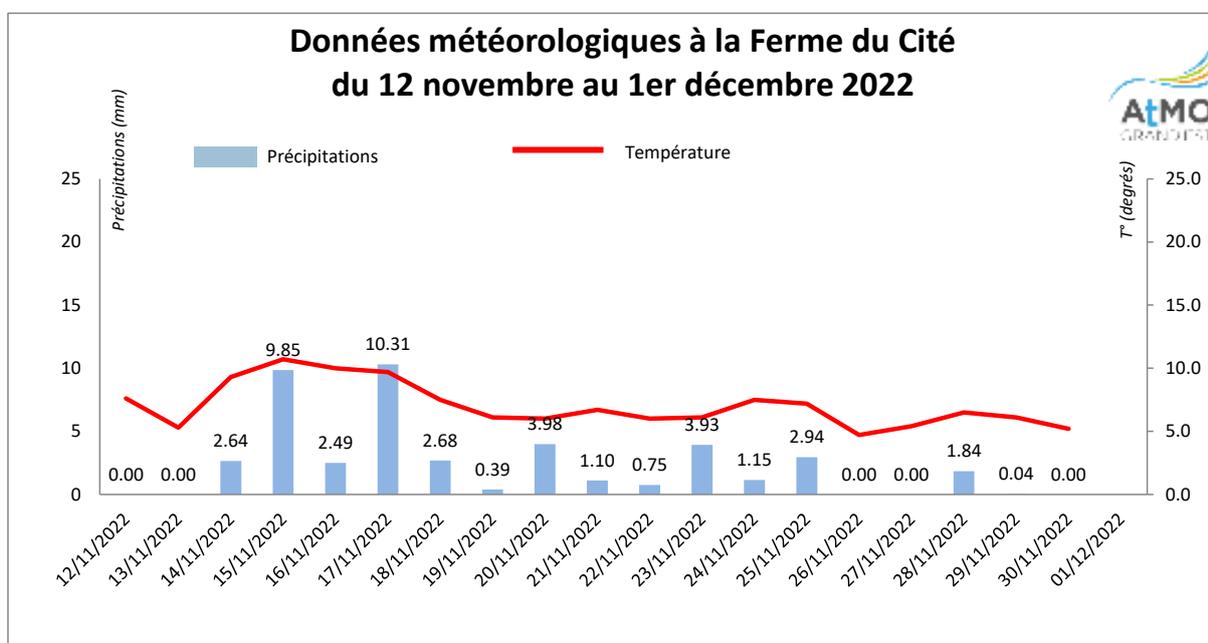
### Température et cumul des précipitations :

	Températures (en °C)*			Cumul des précipitations** (en mm)
	Température minimale*	Température maximale*	Moyenne sur la période d'étude*	
Du 12 novembre au 1 <sup>er</sup> décembre 2022	2,7	14,3	7,3	44,1

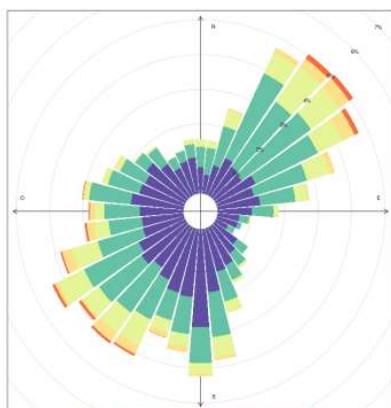
\* mesures à Houdelaincourt à partir des données horaires

\*\* source : mesures à la Ferme du Cité, à partir des données ¼ horaires

### Evolution des moyennes journalières en température et précipitations :



### Régime des vents :



Fréquence des vitesses de vents (à partir de 1m/s) en fonction de la direction.

#### Station météorologique au niveau de Houdelaincourt

Propriétaire : ATMO Grand Est

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

Altitude : 392 mètres

Type de données : données horaires

Pourcentage de données horaires valides : 97%

Quart	1-3m/s	3-5m/s	5-7m/s	7-9m/s	9-11m/s	>=11m/s	total
Nord-Est	9.3	14.9	5.7	1.5	0.4	0.0	31.8
Sud-Est	9.8	5.0	1.4	0.1	0.0	0.0	16.3
Sud-Ouest	14.8	11.6	5.3	1.7	0.5	0.0	33.8
Nord-Ouest	10.9	5.9	1.0	0.2	0.0	0.0	18.1

## ANNEXE 5 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST

Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sauf le CO en  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Concernant les  $\text{PM}_{10}$ , il s'agit de mesures non corrigées pour les campagnes notées C1 à C11.

\*\* : mesures réalisées du 25 au 30 octobre 2001

● signifie : nouvelle méthodologie depuis le 01/01/2007 (correction de la mesure des  $\text{PM}_{10}$  avec intégration de la part de la fraction volatile mesurée sur le site de référence de l'agglomération de Nancy-Centre).

Δ : mesure avec TEOM-FDMS (prise en compte de la fraction volatile mesurée sur site).

Polluant	Moy C1*	Moy C2*	Moy C3*	Moy C4*	Moy C5*	Moy C6*	Moy C7*	Moy C8*	Moy C9*	Moy C10*	Moy C11*	Moy C12*	Moy C13*
NO	2	2	1**	1	6	0	0	1	<1	<1	<1	1	<1
NO <sub>2</sub>	20	12	6**	10	16	4	4	9	3	4	1	11	6
SO <sub>2</sub>	1	3	1	<1	3	1	0	0	<1	<1	2	2	<1
PM <sub>10</sub>	19	24	17	10	18	31	12	17	17	13	15	17 non corr 30 corr●	10 non corr 17 corr●
CO	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
O <sub>3</sub>	23	48	52	10	25	65	41	51	71	49	67	27	40
phase de creusement des puits				phase d'exploitation									

Polluant	Moy C14*	Moy C15*	Moy C16*	Moy C17*	Moy C18*	Moy C19*	Moy C20*	Moy C21*	Moy C22*	Moy C23*	Moy C24*	Moy C25*	Moy C26*
NO	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	1	<1		3	<1
NO <sub>2</sub>	1	8	3	16	1	5	5	4	6	4	2	16	4
SO <sub>2</sub>	<1	1	<1	<1	<1	1	1	2	<1	<1	1	<1	<1
PM <sub>10</sub>	11 non corr 16 corr●	11 non corr 16 corr●	20 non corr 28 corr●	10 non corr 22 corr●	12 non corr 17 corr●	10 non corr 24 corr●	4 Δ	10 Δ	11 Δ	8 Δ	8 Δ	18 Δ	10 Δ
CO	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	<0,1
O <sub>3</sub>	48	36	75	37	60	46	73	44	50	54	48	23	69
phase d'exploitation													

Polluant	Moy C27*	Moy C28*	Moy C29*	Moy C30*	Moy C31*	Moy C32*	Moy C33*	Moy C34*	Moy C35*	Moy C36*	Moy C37*
NO	1	<1	3	1	1	<1	<1	<1	1	<1	1
NO <sub>2</sub>	7	4	13	2	5	3	3	3	8	4	4
SO <sub>2</sub>	4	2	2	4	4	<1	<1	<1	<1	<1	2
PM <sub>10</sub>	7 Δ	13 Δ	9	9	7	12	13	13	9	10	11
CO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,2	<0,1	0,1
O <sub>3</sub>	39	58	35	53	39	58	41	51	33	62	33

- \* : C1 : du 09 au 17 novembre 1999 (état de référence avant le début des travaux)  
 C2 : du 08 au 16 mars 2000 (phase de terrassement - début des travaux)  
 C3 : du 17 au 30 octobre 2001 (phase chantier de fonçage des puits)  
 C4 : du 25 novembre au 03 décembre 2002 (phase de creusement des puits)  
 C5 : du 1er au 15 décembre 2003 (poursuite de la phase de creusement des puits)  
 C6 : du 19 au 28 juillet 2004 (poursuite de la phase de creusement des puits)  
 C7 : du 25 octobre au 02 novembre 2004 (poursuite phase de creusement des puits)  
 C8 : du 24 mars au 04 avril 2005 (pas de creusement de puits)  
 C9 : du 28 avril au 09 mai 2006 (phase finale de creusement des puits et des galeries)  
 C10 : du 21 au 30 novembre 2006 (phase de creusement du puits achevée)  
 C11 : du 23 au 30 mai 2007 (phase de creusement du puits achevée)  
 C12 : du 22 au 29 octobre 2007 (phase de creusement du puits achevée)  
 C13 : du 31 octobre au 17 novembre 2008 (phase d'exploitation)  
 C14 : du 04 au 20 juillet 2009 (phase d'exploitation)  
 C15 : du 08 au 22 décembre 2009 (phase d'exploitation)  
 C16 : du 05 au 20 juillet 2010 (phase d'exploitation)  
 C17 : du 15 au 31 décembre 2010 (phase d'exploitation)  
 C18 : du 4 au 19 juillet 2011 (phase d'exploitation)  
 C19 : du 17 octobre au 2 novembre 2011 (phase d'exploitation)  
 C20 : du 7 au 27 mai 2014 (phase d'exploitation)  
 C21 : du 15 octobre au 6 novembre 2014 (phase d'exploitation)  
 C22 : du 18 septembre au 12 octobre 2015 (phase d'exploitation)  
 C23 : du 9 au 25 novembre 2015 (phase d'exploitation)  
 C24 : du 18 mai au 01 juin 2016 (phase d'exploitation)  
 C25 : du 21 novembre au 8 décembre 2016 (phase d'exploitation)  
 C26 : du 12 mai au 6 juin 2017 (phase d'exploitation)  
 C27 : du 1er au 20 décembre 2017 (phase d'exploitation)  
 C28 : du 15 mai au 5 juin 2018 (phase d'exploitation)  
 C29 : du 15 novembre au 6 décembre 2018 (phase d'exploitation)  
 C30 : du 21 mai au 3 juin 2019 (phase d'exploitation)  
 C31 : du 7 au 21 novembre 2019 (phase d'exploitation)  
 C32 : du 12 au 30 juin 2020 (phase d'exploitation)  
 C33 : du 5 au 22 novembre 2020 (phase d'exploitation)  
 C34 : du 3 au 25 juin 2021 (phase d'exploitation)  
 C35 : du 10 novembre au 01 décembre 2021 (phase d'exploitation)  
 C36 : du 12 au 31 mai 2022 (phase d'exploitation)  
 C37 : du 12 novembre au 1er décembre 2022 (phase d'exploitation)



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](mailto:contact@atmo-grandest.eu)  
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B  
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air