2024

Suivi de la qualité de l'air sur le site du laboratoire de recherches souterrain de l'ANDRA à Bure – Bilan annuel 2024

REF : 900933_Rapport_2025_1_15012025

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 sous licence ouverte
- 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'Etudes Unité Surveillance et études réglementaire*
Relecture :	*Pauline ROMAIN, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaire*
Approbation :	*Bérénice JENNSEON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaire*

Référence du projet: 900933

Rapport intermédiaire : 900933_Rapport_2025_1_17012025

Date de publication : 30/01/2025

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 sous la forme d'un Projet associatif intitulé CAP 2030, qui a pour ambition de :

- Répondre au mieux aux besoins et aux attentes de nos membres ;
- Proposer une offre de service adaptée et proactive ;
- Concentrer nos efforts sur des actions stratégiques prédéfinies et partagées par tous dans un environnement budgétaire contraint ;
- Renforcer nos partenariats publics et privés en faveur de la qualité de l'air.

CAP 2030 se décline sous la forme de 3 axes :

- *Axe 1 Affirmer notre rôle de référent technique* : répondre aux besoins d'observation – optimiser la surveillance – alimenter la connaissance sur les polluants d'intérêt émergents ;
- *Axe 2 Être à vos côtés au service de la santé de la population et des écosystèmes* : produire des outils de pilotage ciblés – évaluer les politiques publiques – promotion et retours d'expériences entre les acteurs – produire des outils de pilotage ciblés – soutenir l'intégration transversale à la santé ;
- *Axe 3 Se donner les moyens de nos ambitions* : développer une culture de l'air – s'inscrire dans l'écosystème territorial pour structurer les partenariats – viser un modèle économique pérenne – anticiper les métiers de demain – avoir une politique RSE exemplaire.

Ce projet associatif s'inscrit dans la continuité de nos engagements et réaffirme notre volonté d'asseoir notre position d'acteur territorial de référence au service de l'action Air-Climat-Energie en faveur de la santé des populations et des écosystèmes.

Pour plus d'information : https://plateforme.atmo-grandest.eu/cap2030/ .

SOMMAIRE

INTRODUCTION 8

PRESENTATION DE L'ETUDE 9

1. POLLUANT MESURE, SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT 9
2. LES EMISSIONS 9
3. VALEURS REGLEMENTAIRES 12
4. MODELISATION 13
5. METHODE DE MESURE 16
6. DESCRIPTION DU SITE 16

LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES 17

1. ROLE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES 17
2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES DE MESURES 17

VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS 21

REPRESENTATIVITE DES PERIODES DE MESURES 22

RESULTATS PAR POLLUANT 22

1. DIOXYDE D'AZOTE NO_2 22
2. DIOXYDE DE SOUFRE SO_2 24
3. PARTICULES PM_{10} 27
4. OZONE O_3 29
5. MONOXYDE DE CARBONE CO 31
6. PROFILS JOURNALIERS 32
7. COMPARAISON DES TENEURS A BURE AVEC CELLES D'AUTRES POINTS FIXES 36
8. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC CEUX ISSUS DES PRECEDENTES CAMPAGNES A BURE 38

CONCLUSION 40

ANNEXE 1 : EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT **43**

ANNEXE 2 : REGLEMENTATION EN VIGUEUR **53**

ANNEXE 3 : METHODES DE MESURES **55**

ANNEXE 4 : DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES OBTENUS LORS DES DEUX PERIODES DE CAMPAGNES EN 2024 ..... **57**

ANNEXE 5 : RESUME DES DIFFERENTES ETAPES DU CYCLE DE VIE D'UNE DONNEE ISSUE D'UN APPAREIL DE MESURE **58**

ANNEXE 6 : GRAPHIQUES OBTENUS PAR LA METHODE DE REGRESSION LINEAIRE POUR ESTIMER LES MOYENNES ANNUELLES EN NO_2, PM_{10} ET O_3 A LA FERME DU CITE EN 2024 ..... **59**

ANNEXE 7 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST **61**

ANNEXE 8 : COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS A LA FERME DU CITE A CEUX D'AUTRES STATIONS FIXES D'ATMO GRAND EST **66**

ANNEXE 9 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST **67**

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Sectorisation des émissions de NOx sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Figure 2 : Sectorisation des émissions de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Figure 3 : Sectorisation des émissions de PM_{10} sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Figure 4 : Sectorisation des émissions de SO_2 sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 – A2022)

Figure 5 : Fonctionnement synthétique de la plateforme

Figure 6 : Cartes de modélisation pour le SO_2 en 2023 (source : ATMO Grand Est)

Figure 7 : Cartes de modélisation pour le NO_2 en 2023 (source : ATMO Grand Est)

Figure 8 : AOT végétation en ozone en moyenne sur 5 ans (2019-2023) (source : ATMO Grand Est)

Figure 9 : Carte de modélisation pour les PM_{10} en 2023 (source : ATMO Grand Est)

Figure 10 : Exemple de paysage à proximité du laboratoire souterrain

Figure 11 : Localisation du site de mesures

Figure 12 : Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2024

Figure 13 : Roses des vents , période 2012-2024 à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE)

Figure 14 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO_2 à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est) lors des deux campagnes de 2024

Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO_2 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 16 : Evolution des moyennes journalières en PM_{10} à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 17 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 18 : Evolution des moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 19 : Profil journalier en NO_2 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 20 : Profil journalier en SO_2 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 21 : Profil journalier en PM_{10} mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 22 : Profil journalier en O_3 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 23 : Profil journalier en CO mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Figure 24 : Comparaison des concentrations en NO_2 mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

Figure 25 : Comparaison des concentrations en PM_{10} mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

Figure 26 : Comparaison des concentrations en O_3 mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

Tableau 2: Résumé conditions météorologiques lors des campagnes réalisées en 2024

Tableau 3 : taux de données valides des mesures issues du moyen mobile lors des deux campagnes de mesures en 2024

Tableau 4 : moyennes annuelles reconstituées en NO_2, PM_{10} et O_3 suite à l'application de la méthode de régression linéaire

Tableau 5: Résultats en NO_2 et NOx à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

Tableau 6: Résultats en dioxyde de soufre SO_2 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

Tableau 7: Résultats en PM_{10} à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

Tableau 8: Résultats en ozone O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

Tableau 9: Niveaux en ozone O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 par rapport aux seuils d'information et d'alerte

Tableau 10: Résultats en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires

Tableau 11: Principaux commentaires suite aux comparaisons des résultats des deux campagnes de 2024 à celles des précédentes années

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
APPA :	Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique
BPCO :	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA :	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CMHM :	Centre de Meuse / Haute-Marne
CO :	Monoxyde de carbone
COV :	Composés Organiques Volatils
MTES :	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

NO / NO_2 :	Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote
NOx :	Oxydes d'azote
O_3 :	Ozone
OPE :	Observatoire Pérenne de l'Environnement
PM_{10} :	Particules fines ayant un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns
SDES :	Service de la Donnée et des Etudes Statistiques
SO_2 :	Dioxyde de soufre

GLOSSAIRE

Diagramme ombrothermique : graphique utilisé en météorologie pour représenter la variation d'une ou plusieurs variables climatiques (température, précipitations, hygrométrie, ensoleillement, etc.).

Mesures fixes : il s'agit de mesures réalisées dans le but de déterminer les niveaux de concentration des polluants en des endroits fixes, en continu ou aléatoire, à condition de respecter les critères applicables dans l'annexe I de la directive 2008/50/CE et/ou l'annexe IV de la directive 2004/107/CE). Ces mesures fixes sont, au minimum, réalisées sur la période d'une année et, si possible, durant 3 ans. Ces mesures fixes sont réalisées à l'aide d'appareils conformes aux méthodes de référence ou aux méthodes équivalentes.

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

Objectif de qualité : 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.

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.

Valeur cible : concentration dans l'air ambiant fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé des personnes et l'environnement dans son ensemble qu'il convient d'atteindre, si possible, dans un délai donné.

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement.

INTRODUCTION

La reconduction du partenariat entre ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période 2023 à 2026 a pour effet la réalisation de deux campagnes de mesures de la qualité de l'air chaque année à partir de 2024 sur la commune de Bure, au niveau du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne (CMHM). Il s'agit du suivi de l'environnement au niveau de ce laboratoire, en vue **d'évaluer l'impact du laboratoire et des travaux qui sont réalisés en surface et en fond sur la qualité de l'air**.

Ces campagnes s'inscrivent dans le cadre de l'axe 1 du projet associatif Cap 2030 d'ATMO Grand Est qui comprend notamment l'affirmation de notre rôle de référent technique, et répondre aux besoins d'observation.

Ce rapport dresse le **bilan 2024 des mesures issues des deux périodes de campagnes** mise en œuvre du 29 mai au 2 juillet 2024 et du 26 novembre au 29 décembre, à l'aide d'un moyen mobile au niveau du site de la Ferme du Cité, lors de la phase d'exploitation du laboratoire.

Les polluants suivis sont **l'ozone, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, et les particules PM_{10}**. Par ailleurs, le suivi de **paramètres météorologiques** tels que la température, la pluviométrie, la vitesse et la direction du vent viennent compléter les mesures des polluants précités.

Les **résultats obtenus sont comparés à la réglementation**, aux **résultats** provenant **d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est** et enfin aux **précédentes campagnes** mises en œuvre.

PRESENTATION DE L'ETUDE

1. Polluant mesuré, sources et effets sur la santé et l'environnement

La campagne de mesures porte sur la mesure des polluants suivants. Les émissions de chaque polluant indiquées ci-après proviennent de l'inventaire d'ATMO Grand Est, V2024-année 2022.

- dioxyde de soufre SO_2.
  Il s'agit d'un gaz principalement issu du secteur industriel, et plus particulièrement par les centrales de production thermique. Il provient de l'utilisation de combustibles fossiles contenant du soufre (fuel, charbon…).

- des oxydes d'azote NOx comprenant le dioxyde d'azote (NO_2) et le monoxyde d'azote (NO).
  Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO_2 proviennent de processus de combustion. Le NO_2 est issu de l'oxydation du NO.

- du 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.

- de l'ozone O_3.
  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_3), 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-SUhiIlEM.
  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_2 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).

- des particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres (PM_{10}).
  Les origines sont naturelles (volcans, érosion, pollens, sels de mer…) et anthropiques (incinération, combustion, activités agricoles, chantiers…).
  Les particules PM_{10} 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 PMx représentent les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à x microns (µm).

L'**annexe 1** présente les effets sur la santé et sur l'environnement des polluants étudiés.

2. Les émissions

ATMO Grand Est dispose d'un inventaire des émissions atmosphériques de polluants et de gaz à effet de serre. Cet outil permet d'estimer avec une résolution communale les principales émissions de polluants et gaz à effet de serre issus des différents secteurs d'activité.

Cet inventaire d'émissions prend en compte des sources fixes (industrie, résidentiel, tertiaire, agriculture), des sources mobiles (transports), et des sources biotiques (forêts, zones humides).

La sectorisation des émissions (Invent'Air V2024 – données 2022) est présentée ci-après pour la communauté de communes des Portes de Meuse et concerne les polluants suivis dans le cadre de ce rapport.

Les émissions concernent l'année 2022 pour les composés suivants :

- les oxydes d'azote (NOx) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- les PM_{10} ;
- le dioxyde de soufre (SO_2).

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/**.

Par ailleurs, d'autres données sont également accessibles dans la rubrique « Publications » du site de l'Observatoire Climat-Air-Energie : https://observatoire.atmo-grandest.eu/nos-publications/ .

Le NO_x :

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, 61% des NOx provient du secteur agricole-sylvicole, suivi par le secteur du transport routier (28% des émissions). Le secteur résidentiel-tertiaire représente moins de 10% des émissions.

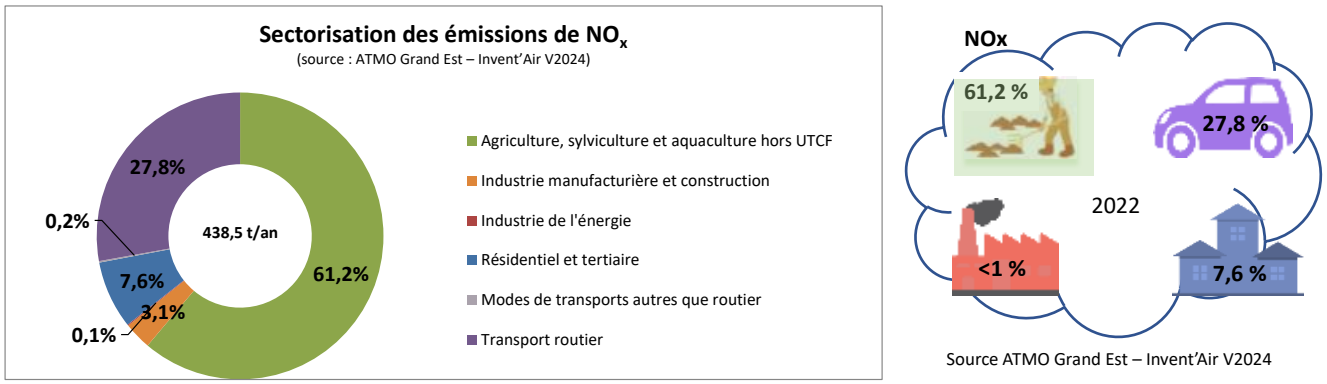


Figure 1 : Sectorisation des émissions de NO_x sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Le CO :

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure le principal émetteur de monoxyde de carbone (86%). Le secteur agricole et celui du transport routier représentent chacun moins de 10%.

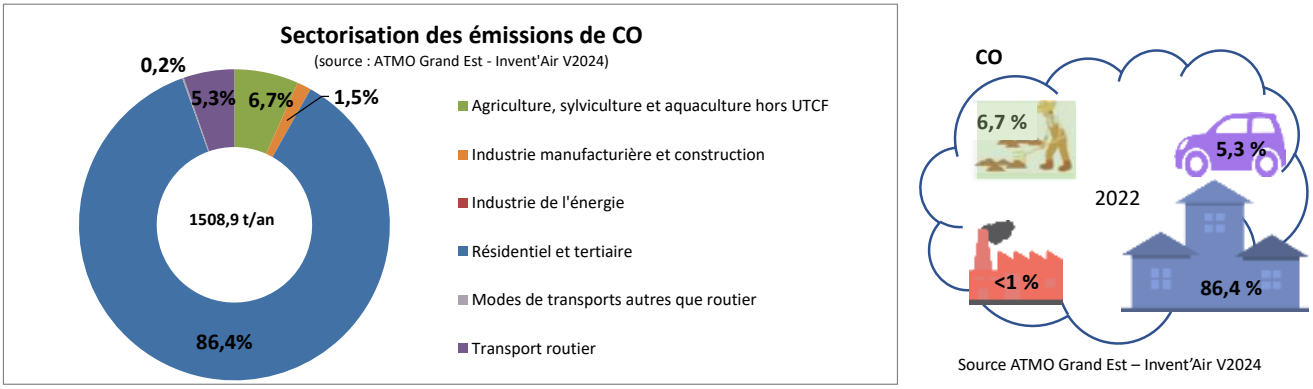


Figure 2 : Sectorisation des émissions de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Les PM_{10} :

Le secteur de l'agriculture-sylviculture-aquaculture demeure le principal émetteur de PM_{10} (58%), en raison du secteur géographique très majoritairement rural avec de vastes zones agricoles. Le secteur résidentiel-tertiaire reste en seconde position des émissions, avec 34% des émissions.

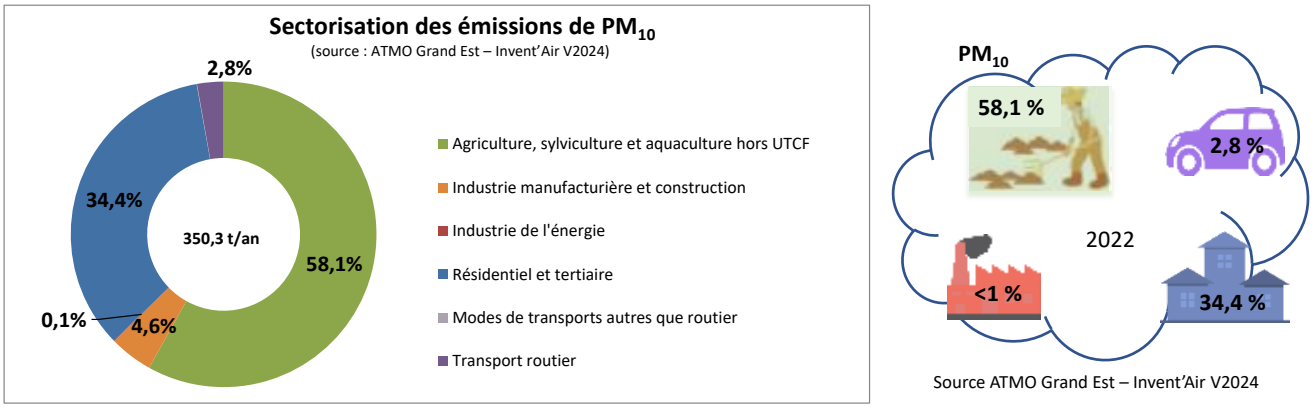
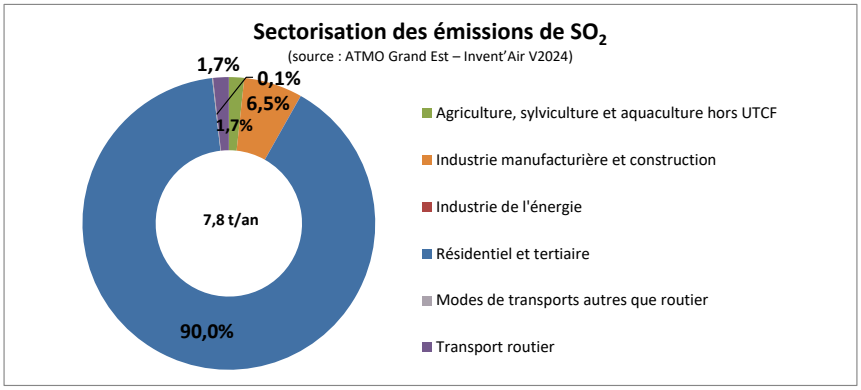
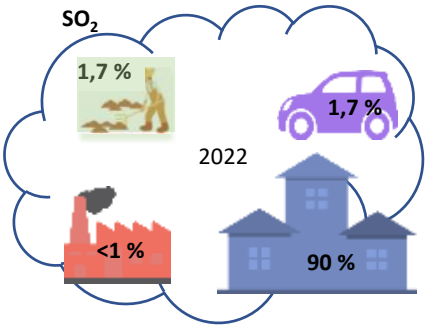


Figure 3 : Sectorisation des émissions de PM_{10} sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 - A2022)

Le SO_2 :

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure l'émetteur majoritaire de dioxyde de soufre (90%), suivi par le secteur de l'industrie manufacturière et construction (7%). Le transport routier et le secteur agricole représentent moins de 5% chacun.





Source ATMO Grand Est – Invent'Air V2024

Figure 4 : Sectorisation des émissions de SO_2 sur la communauté de communes des Portes de Meuse (source : ATMO GE – Invent'AirV2024 – A2022)

Bilan des sources d'émissions 2022 sur la zone d'étude

Les sources d'émissions de l'année 2022 indiquent des tendances et des proportions similaires à celles recensées en 2020 et 2021 :

- L'activité agricole émet la majeure partie des oxydes d'azote (61%) et des particules PM_{10} (58%). 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 5%.
- Le secteur résidentiel/tertiaire émet très majoritairement du dioxyde de soufre (90%) et du monoxyde de carbone (86%). Il contribue également pour 34% aux émissions de PM_{10}.

3. Valeurs réglementaires

Il existe des valeurs réglementaires auxquelles les résultats vont être comparés. L'**annexe 2** présente les seuils réglementaires actuels et les recommandations de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

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. Dans la directive, il est indiqué que la mesure doit être réalisée de la façon suivante : « une mesure aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année » pour comparer les résultats obtenus à des seuils annuels. Or, chaque campagne (deux par an) a été réalisée sur une période d'un mois chacune ; par conséquent, le critère des huit semaines est respecté mais pas celui de la répartition sur l'année. En effet, il serait nécessaire de réaliser quatre campagnes de quatorze jours pour être représentatif des différentes saisons.

Ainsi, dans ce bilan annuel 2024, une comparaison des données obtenues lors des deux campagnes d'un mois avec les données issues de nos stations à proximité et aux mêmes périodes va être réalisée, afin de déterminer s'il y a un impact de la saisonnalité. Si c'est le cas, un facteur correctif pourra alors être appliqué en vue de garantir la représentativité saisonnière, et de fait sur l'année. Cela permettra ainsi de respecter le second critère et de comparer les résultats aux valeurs seuils annuelles réglementaires.

Par ailleurs, la comparaison des résultats avec les lignes directrices OMS (niveaux annuels) sera également présentée dans ce bilan annuel.

4. Modélisation

Les cartes modélisées pour la communauté de communes des Portes de Meuse ont été établies à partir des concentrations moyennes annuelle obtenues en 2023. Elles permettent d'identifier les zones les plus affectées par des concentrations élevées du SO_2, NO_2, O_3, et les PM_{10}. Ces résultats sont issus du Reporting annuel pour l'année 2023.

Le schéma ci-dessous synthétise le fonctionnement de la plateforme de modélisation.

Figure 5 : Fonctionnement synthétique de la plateforme

Le SO_2 :

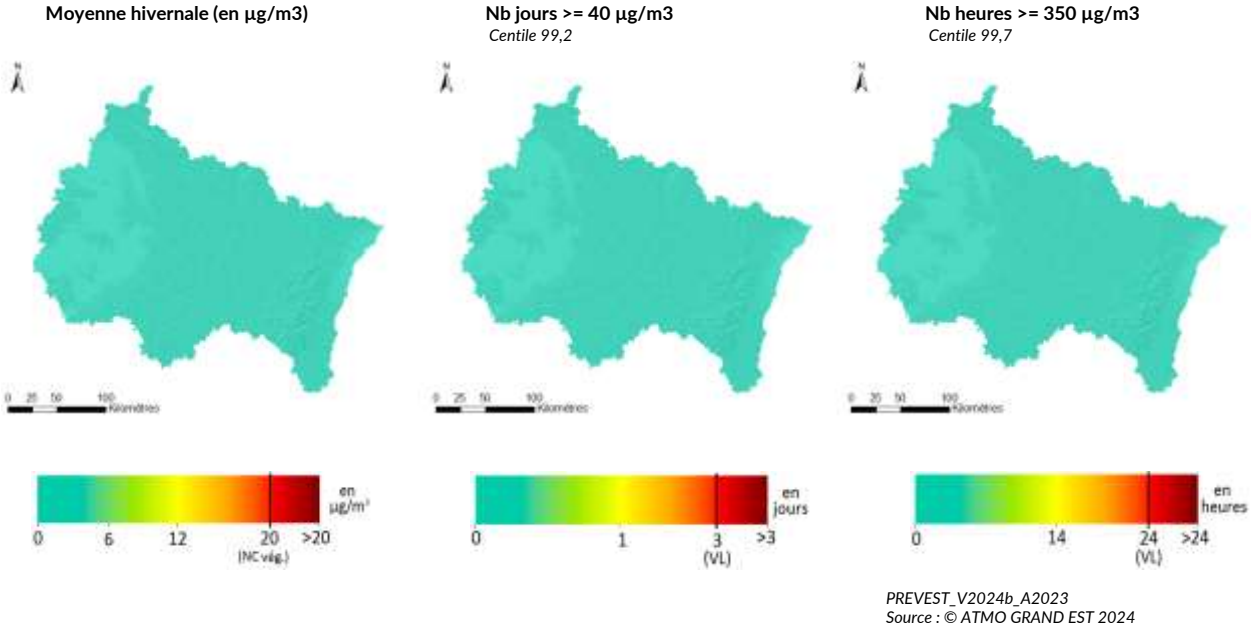
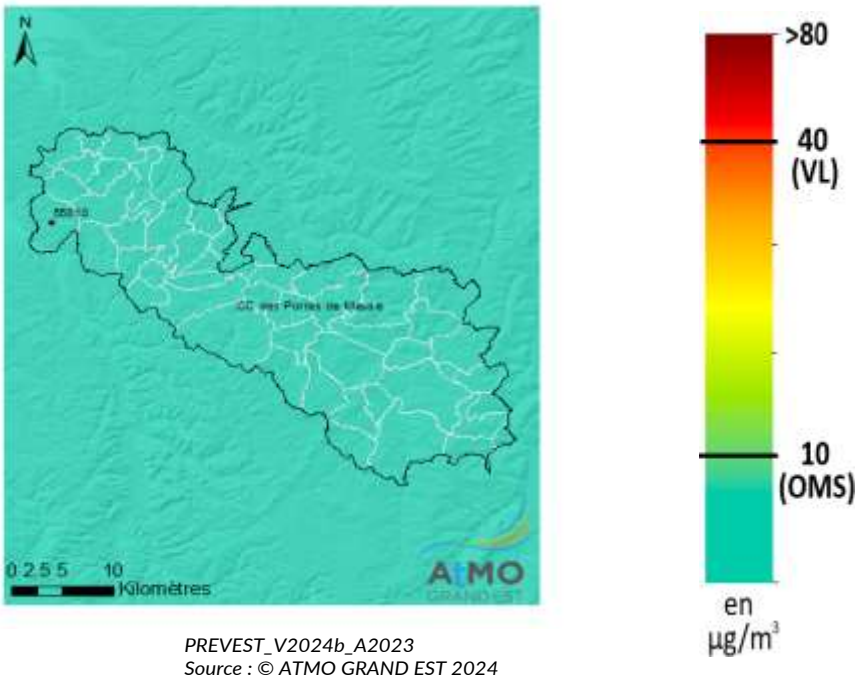


Figure 6 : Cartes de modélisation pour le SO_2 en 2023 (source : ATMO Grand Est)

La pollution en SO_2 est très faible sur l'ensemble du territoire concerné. Ainsi, nous ne distinguons pas de secteurs particulièrement affectés par des concentrations élevées du SO_2.

Le NO_2 :

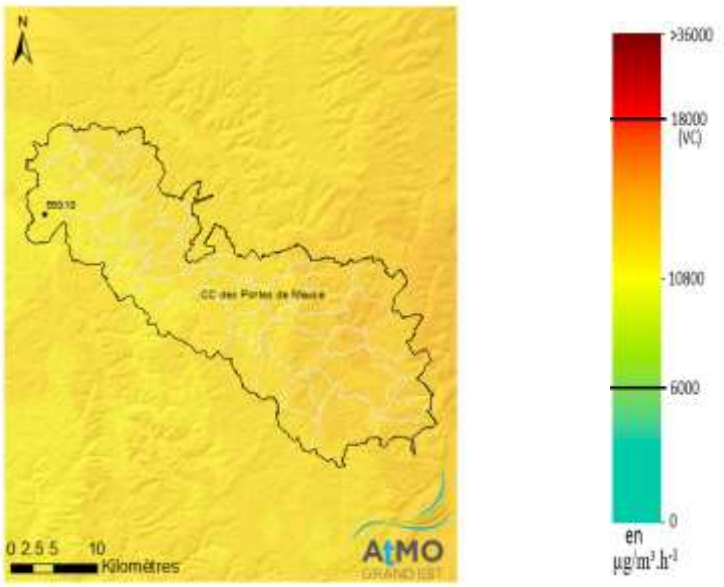


Code	Zone	Minimum	Moyenne	Maximum
200066108	CC des Portes de Meuse	2	3	6

Figure 7 : Cartes de modélisation pour le NO_2 en 2023 (source : ATMO Grand Est)

La pollution en NO_2 est faible sur l'ensemble du territoire concerné (moyenne inférieure à 5 µg/m³). Ainsi, aucun secteur n'est particulièrement affecté par des concentrations élevées en NO_2.

L'O_3 :



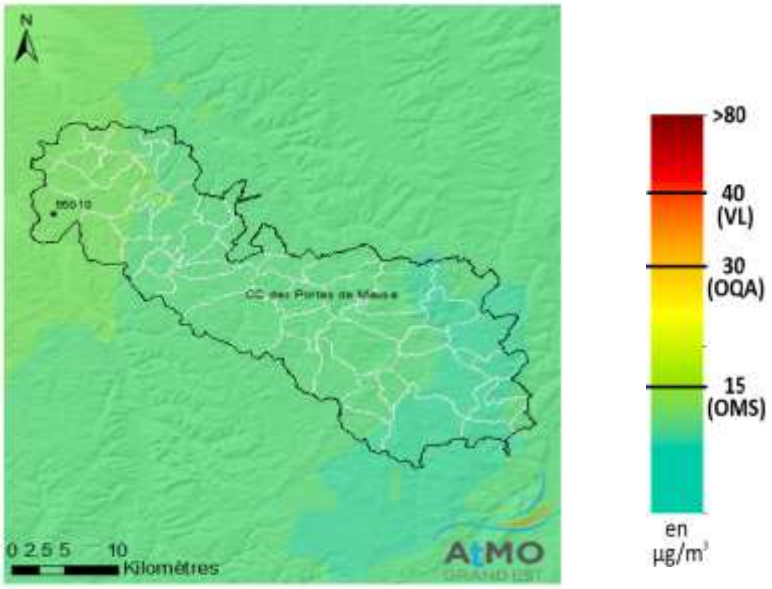
PREVEST_V2024b_A2023
Source : © ATMO GRAND EST 2024

Code	Zone	Minimum	Moyenne	Maximum
200066108	CC des Portes de Meuse	13 818	14 833	16 313

Figure 8 : AOT végétation en ozone en moyenne sur 5 ans (2019-2023) (source : ATMO Grand Est)*

La pollution en O_3 est répartie uniformément au niveau du secteur de Bure. Dans les zones légèrement plus élevées en altitude, les teneurs de fonds sont légèrement plus élevées, en lien avec les processus de formation et destruction de ce composé secondaire. On obtient une valeur moyenne de l'AOT* en deçà de la valeur cible pour la protection de la végétation fixée à 18 000 µg/m³.h en moyenne sur cinq ans.

Les PM_{10} :



Code	Zone	Minimum	Moyenne	Maximum
200066108	CC des Portes de Meuse	11	12	14

Figure 9 : Carte de modélisation pour les PM_{10} en 2023 (source : ATMO Grand Est)

*** L'AOT 40 (**Accumulated Exposure Over Threshold 40) est un indicateur de protection de la végétation. Il s'agit du cumul des concentrations observées au-dessus du seuil de 80 µg/m³ (40 ppb). En France métropolitaine, il se calcule comme la somme des différences entre les niveaux horaires d'ozone supérieurs à 80 µg/m³ mesurés entre 8 heures et 20 heures, et la valeur de 80 µg/m³. Le résultat s'exprime en µg/m³·h.

La pollution en PM_{10}, globalement faible (moyenne obtenue de 12 µg/m^3) est plutôt homogène : on observe cependant un gradient qui se dessine, allant du sud-est au nord-ouest de la CC des Portes de Meuse, avec des niveaux en légère hausse. La topographie locale, combinée aux vents et aux activités locales ou en périphérie pourraient expliquer cette observation.
La valeur de l'OMS est respectée.

5. Méthode de mesure

La méthodologie reste identique à celle des 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 3**.

6. Description du site

Le site de mesures est localisé sur la commune de **Bure** appartenant à la **communauté de communes des Portes de Meuse**. Il demeure identique à celui des précédentes campagnes depuis 2015, à savoir au niveau de la Ferme du Cité localisée en contre-bas de la D960, à proximité nord-est du laboratoire.

La Ferme du Cité est localisée à environ 200 mètres de la clôture du laboratoire de l'ANDRA. L'environnement proche du site de mesures correspond à de vastes zones agricoles découvertes à plusieurs centaines de mètres des habitations et des routes les plus proches (moins de 600 véhicules en Trafic Moyen Journalier Annuel en 2023 au niveau de la RD 960, source CG55 et ATMO Grand Est). Par ailleurs, le site n'est pas entouré d'activités industrielles à proximité directe de celui-ci.

Figure 10 : Exemple de paysage à proximité du laboratoire souterrain

Ces dernières années, de nouvelles constructions ont cependant été réalisées à proximité du laboratoire et du site de la Ferme du Cité : l'Ecothèque de l'ANDRA, un hôtel restaurant, une station-service, une boulangerie, une borne de recharge de véhicules électriques… Ces structures sont à environ 200-300 mètres à vol d'oiseau au nord du site de mesures.
Les villages les plus proches de la zone d'étude sont Bure (au nord du laboratoire), Saudron (à l'ouest-nord-ouest), Gillaumé (au sud-ouest), et Mandres-en-Barrois (à quelques kilomètres à l'est-nord-est du laboratoire).

En 2024, le moyen mobile a été déplacé de quelques mètres à la demande de l'ANDRA, afin d'être situé au niveau de la caméra de surveillance mise en place récemment par l'Agence qui a acquis les terrains de la Ferme du Cité. Ce point de mesures est situé sous les vents dominants qui traversent le laboratoire.

Figure 11 : Localisation du site de mesures

LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

1. Rôle des conditions météorologiques

Les rôles que peuvent jouer les paramètres météorologiques sur la qualité de l'air sont regroupés dans le tableau ci-après.

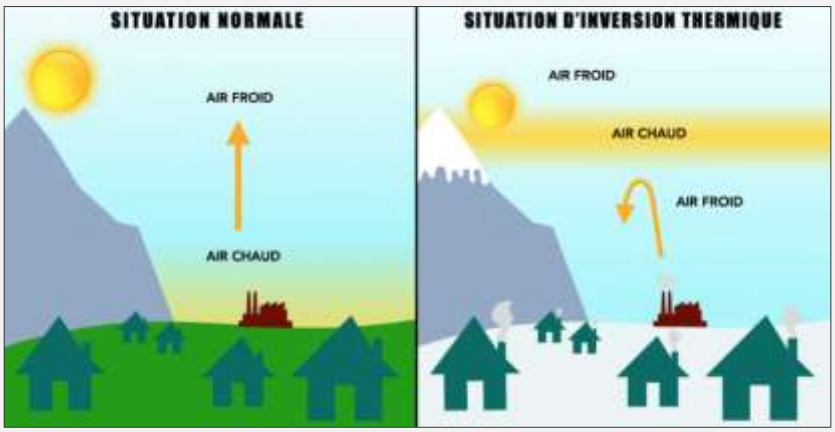
Paramètres	Rôle des conditions météorologiques dans la formation et dispersion des polluants de l'air
Température (en °C)	La température agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des gaz issus des rejets d'échappement des véhicules, des installations de chauffage (dispersion limitée) etc., tandis que les fortes températures favorisent les transformations photochimiques des polluants.
Précipitation (en mm)	Lors de précipitations, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air.
Direction du vent (en degrés) et vitesse des vents (m/s)	Le vent est un paramètre météorologique essentiel, et contrôle la dispersion des polluants. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions de polluants. Une absence de vent contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement. Certains phénomènes, comme les inversions de température, influencent la dispersion des masses d'air plus ou moins chargées en polluants : 

Tableau 1 : Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

2. Conditions météorologiques pendant les campagnes de mesures

Dans le cadre de cette étude, les données météorologiques (température, pluviométrie et roses des vents) 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 raison d'une panne rencontrée avec le moyen mobile habituellement utilisé pour la réalisation des campagnes de mesures pour le compte de l'ANDRA, l'outil mobile utilisé en remplacement pour la seconde période des mesures (du 28 novembre au 29 décembre) ne disposait pas de mesures de paramètres météorologiques. Par ailleurs, le moyen mobile à la Ferme du Cité est implanté à environ 2 mètres d'un mur, ce qui est susceptible d'impacter les mesures des paramètres météorologiques, notamment la direction et la vitesse des vents.

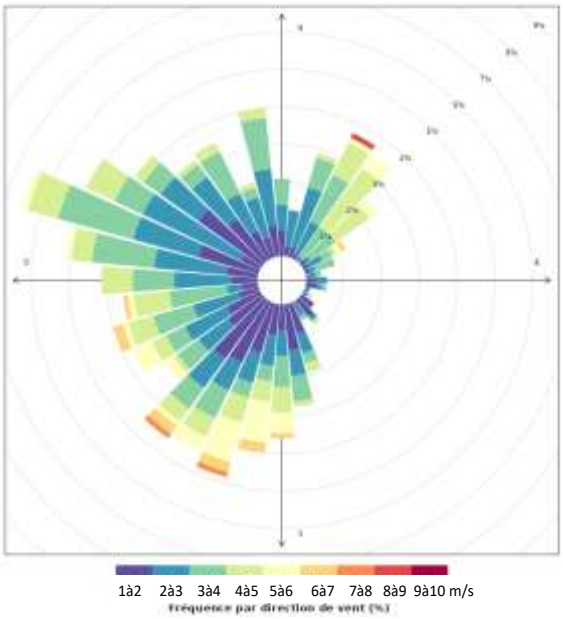
L'**annexe 4** présente les diagrammes ombrothermiques obtenus au cours des deux campagnes de mesures, ainsi que les données numériques. Les graphiques sont élaborés à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières, ce qui permet de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres.

Les mesures de la première campagne ont eu lieu à la fin du printemps-début d'été, du 29 mai au 2 juillet, caractérisé par un temps globalement médiocre, couvert à pluvieux, dans une ambiance plutôt fraiche pour la saison (en dessous des normales de saisons). La température moyenne journalière la plus basse est enregistrée le 11 juin avec 10,4°C, et la plus élevée le 27 juin avec 22,7°C.
En termes de précipitations, la période présente 17 jours de pluie (sur un total de 33 jours) et 9 jours de précipitations supérieures à 4 mm, le cumul total s'élevant à 91mm. La présence de pluie favorise ainsi le lessivage de l'air, ce qui permet d'obtenir une bonne qualité de l'air. Le plus fort cumul journalier est relevé le 29 juin avec 83 mm d'eau. Des orages importants se sont en effet produits fin juin, notamment le 29 en soirée, apportant de fortes pluies mêlées parfois de grêle et de violentes bourrasques. Outre la grêle et les rafales de vent, des pluies diluviennes se sont abattues en quelques heures, donnant des cumuls moyens entre 50 et 80 mm. Lors de la période de mesures, les précipitations ont été excédentaires par rapport aux normales de saison (source : Météo France).

La seconde campagne de mesures a eu lieu en hiver du 28 novembre au 29 décembre, caractérisée par un temps variable : une succession de périodes fraîches et douces lors des mesures, avec quelques périodes ensoleillées et la présence de vents, de passages pluvieux voire parfois neigeux venant ponctuer ce mois. La température moyenne journalière la plus basse est enregistrée le 30 novembre et le 29 décembre avec 0°C, et la plus élevée le 2 décembre avec 9,6°C. Ainsi, nous observons une succession de périodes fraîches et douces lors des mesures. En termes de précipitations à la Ferme du Cité, la période de campagne présente 15 jours de pluie (cumul journalier compris entre 0,1 mm et 41mm) et 6 jours de précipitations supérieures à 4 mm, le cumul total des précipitations s'élevant à 97mm. Le plus fort cumul journalier est relevé le 22 décembre avec 41 mm d'eau lors du passage d'un front actif dans la nuit du 21 au 22 avec des pluies marquées et de fortes rafales de vent.
Lors de cette seconde période, la présence de vents globalement soutenus a ainsi permis une bonne dispersion des masses d'air.

La figure suivante présente les résultats des roses des vents des deux campagnes (données horaires prises en compte). A noter que les vitesses des vents inférieures ou égales à 1 m/s en sont exclues.

Campagne C1 du 29/05/24 au 02/07/24
Rose des vents ATMO Grand Est à Houdelaincourt

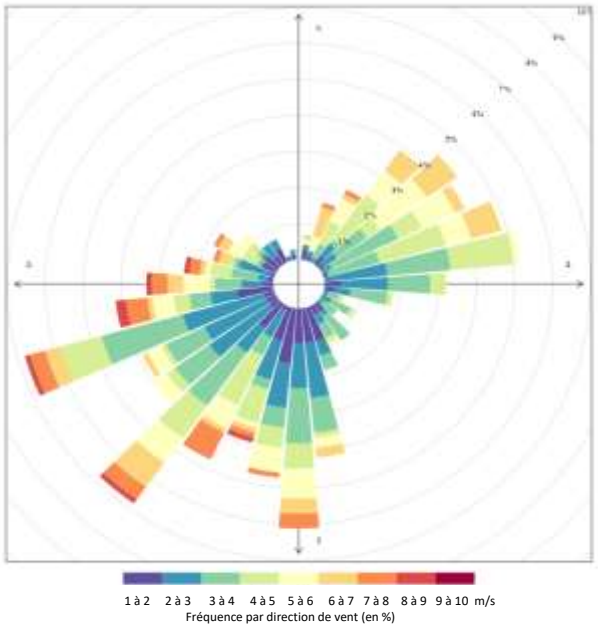


En excluant les vitesses des vents inférieures ou égales à 1 m/s, les

ensuite les vents issus du quart Nord-Est (18%), et du secteur Sud-Est (9%). Les vitesses les plus élevées (jusqu'à 9,4 m/s à Houdelaincourt en données quart-horaires) ont été mesurées le 20 juin tôt en matinée, avec des vents issus du Nord-Est (entre 25° et 45°) à ce moment-là.

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 plus d'un-tiers du temps (36%) lors de la campagne de mesures.

Campagne C2 du 28/11/24 au 29/12/24
Rose des vents ATMO Grand Est à Houdelaincourt



Les vents proviennent pour près de 45% du quart Sud-Ouest lors de la campagne de mesures. Viennent ensuite les vents de secteur Nord-Est (29%), puis Sud-Est (17%) et Nord-Ouest (10%). 75 % des vents sont faibles et compris entre 1 et 5 m/s, favorisant ainsi une bonne dispersion des masses d'air plus ou moins chargées en polluants. Les vents les plus forts, compris entre 5 et 9 m/s proviennent également du Sud-Ouest et dans une moindre proportion de l'Ouest-Nord-Ouest ; ils représentent 25% des vents. Ainsi, la direction des vents suggère une dispersion de la pollution majoritairement du Sud-Ouest vers le Nord-Est, mais également du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

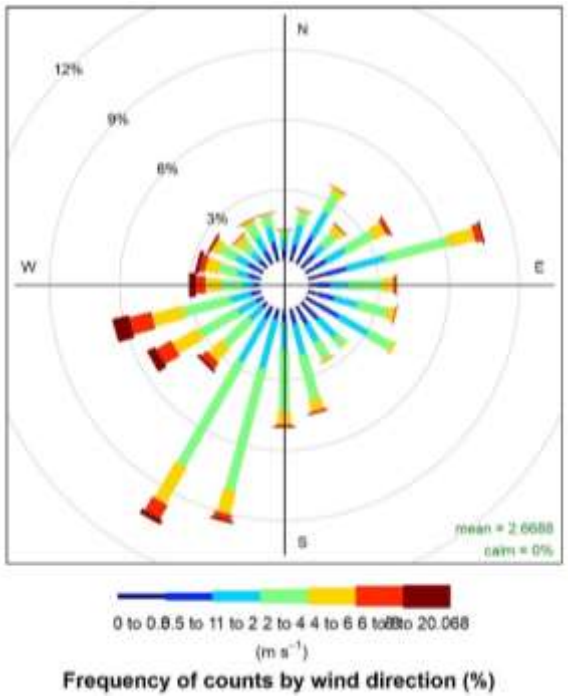
Dans l'éventualité où l'on obtiendrait des vents similaires au niveau du moyen mobile localisé à la Ferme du Cité, le point de mesures serait alors sous les vents dominants du site de l'ANDRA un peu moins de la moitié du temps (45%) lors de la campagne de mesures.

Lors des deux campagnes de mesures mises en œuvre en 2024, les conditions météorologiques observées à une dizaine de kilomètres de la Ferme du Cité (Houdelaincourt) sont favorables à la dispersion et au lessivage des masses d'air, grâce à la présence de vents dominants globalement faibles à modérés, et de précipitations ; nous considérons ainsi que des tendances similaires sont obtenues au niveau de la Ferme du Cité.

Figure 12 : Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2024

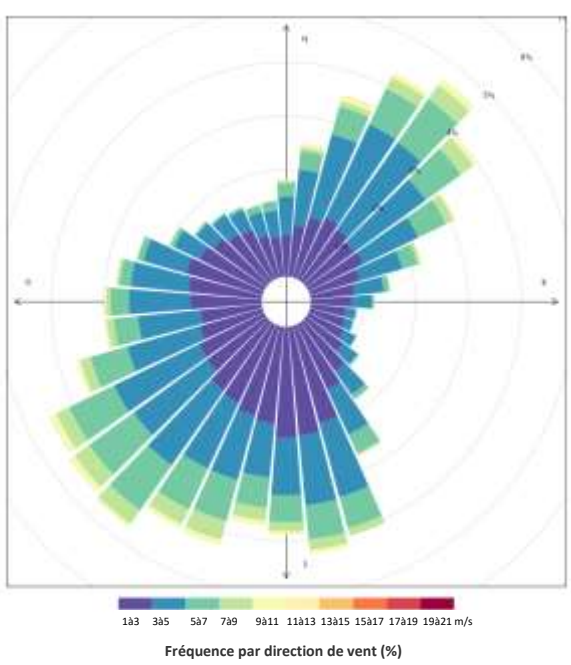
A titre indicatif, sont présentées ci-après, pour la période 2012-2024, les roses des vents provenant d'une part des capteurs météorologiques de l'ANDRA localisés au niveau du **laboratoire de recherches**, et d'autre part des mesures effectuées à **Houdelaincourt** à partir de l'anémo-girouette d'ATMO Grand-Est.

Période 2012-2024
Rose des vents de l'ANDRA au Laboratoire de recherches



Pour la période 2012-2024, les vents dominants, majoritairement faibles à modérés, proviennent essentiellement du quart Sud-Ouest puis du quart Nord-Est, ce qui est globalement conforme aux vents habituellement enregistrés sur ce secteur.

Période 2012-2024
Rose des vents d'ATMO Grand-Est à Houdelaincourt



Les vents, en grande partie faibles à modérés, sont essentiellement issus du quart Sud-Ouest (36%) et du quart nord-est (27%). Viennent ensuite les vents de secteur Sud-Est (19%), et ceux du Nord-Ouest (17%).

Dans l'ensemble, les vents dominants, essentiellement faibles à modérés, mesurés pour la période 2012-2023 au niveau du laboratoire de recherches de l'ANDRA et à Houdelaincourt, proviennent majoritairement des secteurs Sud-Ouest et Nord-Est.

Figure 13 : Roses des vents , période 2012-2024 à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE)

Résumé des conditions météorologiques :

Date campagne	Cumul pluie (mm)	Nbre jour de pluie > 4 mm	Température moy °C	% vitesse vents forts en m/s	Principale origine
29/05/24 au 02/07/24	91,14	9	19,5	<1 % entre 7-9 m/s	Nord-Ouest et Sud-Ouest
28/11/24 au 29/12/24	97,3	6	3,9	5 % entre 7-9 m/s 0 % entre 9-11 m/s	Sud-Ouest (45%), puis Nord-Est (29%%)

Tableau 2: Résumé conditions météorologiques lors des campagnes réalisées en 2024

VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS

Les données sont obtenues au pas de temps du quart d'heure avec les analyseurs automatiques. Elles suivent un protocole de validation, étape indispensable avant de pouvoir exploiter et interpréter les 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). Elle est alors considérée comme disponible pour l'exploitation et l'agrégation. L'**annexe 5** résume les différentes étapes du cycle de vie d'une donnée issue d'un appareil de mesure.

Pour chacune des deux campagnes de mesures réalisées en 2024, l'ensemble des résultats obtenus a été comparé aux seuils réglementaires relatifs à la pollution aiguë, mais ils ne pouvaient pas être comparés aux valeurs réglementaires relatives à la pollution chronique en raison d'une représentativité temporelle limitée des mesures lors de chaque campagne.

Cependant, comme indiqué dans le paragraphe 2, il est à présent possible de réaliser ces comparaisons. Pour cela, nous allons comparer les données obtenues lors des deux campagnes d'un mois avec celles provenant de nos stations fixes, afin de déterminer s'il y a un impact de la saisonnalité. Si c'est le cas, un facteur correctif pourra alors être appliqué en vue de garantir la représentativité saisonnière, et de fait sur l'année. Cela permettra ainsi de respecter le second critère de la directive et de comparer les résultats aux valeurs seuils annuelles réglementaires et aux lignes directrices OMS (niveaux annuels).

En 2024, chaque campagne a duré un mois minimum, comptabilisant ainsi un total de 65 jours de mesures, soit une couverture temporelle de presque 18% de l'année, respectant ainsi le premier critère de la Directive 2008/50/CE (14%).

Taux de fonctionnement

Pour les polluants classiques, les calculs des *moyennes horaires, des moyennes sur huit heures et des moyennes journalières* doivent respecter un taux de données valides d'au moins 75% : ce critère est respecté pour tous les composés mesurés lors des deux campagnes. Le guide méthodologique du LCSQA pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air recommande quant à lui d'obtenir au moins 85% des données valides pour calculer des moyennes sur une période plus longue (https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees__mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf).

Lors des deux campagnes, nous obtenons des taux de mesures valides sur les deux périodes, compris entre 90% et 94% pour la première campagne et entre 85% et 99% pour la seconde.

Polluant	Campagne du 29/05/24 au 02/07/24	Campagne du 28/11/24 au 29/12/24
Dioxyde de soufre (SO_2)	91	85
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO_2)	94	98
Particules en suspension (PM_{10})	93	96
Ozone (O_3)	94	99
Monoxyde de carbone (CO)	90	98

Tableau 3 : taux de données valides (en %) des mesures issues du moyen mobile lors des deux campagnes de mesures en 2024

REPRESENTATIVITE DES PERIODES DE MESURES

À partir des mesures obtenues à la Ferme du Cité en 2024 lors des deux périodes de mesures, une étude a été réalisée en utilisant la méthode de régression linéaire pour le dioxyde d'azote NO_2, les particules PM_{10} et l'ozone O_3.
La régression linéaire s'appuie sur l'existence de liens statistiques existant entre la concentration du polluant à étudier (ici le NO_2, PM_{10} et l'O_3) et des variables explicatives afin de reconstituer toute la série de données et d'en déduire la moyenne annuelle. Une droite de régression correspond à une droite que l'on peut tracer dans le nuage de points qui représente le mieux la distribution entre deux caractères (par exemple le NO_2 mesuré à Houdelaincourt et le NO_2 mesuré à la Ferme du Cité).

Comme station fixe de référence, nous avons pris le site fixe d'Houdelaincourt pour les teneurs en NO_2, PM_{10} et O_3 qui sont mesurées en continu toute l'année. Ce point est le plus proche de la zone d'étude, et de typologie rurale.

Les niveaux en monoxyde de carbone et dioxyde de soufre étant négligeables, ils ne sont pas pris en compte dans cette étude de représentativité.

L'annexe 6 présente les droites de régression obtenues pour chaque polluant.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

POLLUANT	Moyenne calculée à partir des deux campagnes à la Ferme du Cité	Moyenne annuelle reconstituée à la Ferme du Cité
NO_2	3,2 µg/m^3	2,9 µg/m^3
PM_{10}	11,5 µg/m^3	10,8 µg/m^3
O_3	48,9 µg/m^3	53,4 µg/m^3

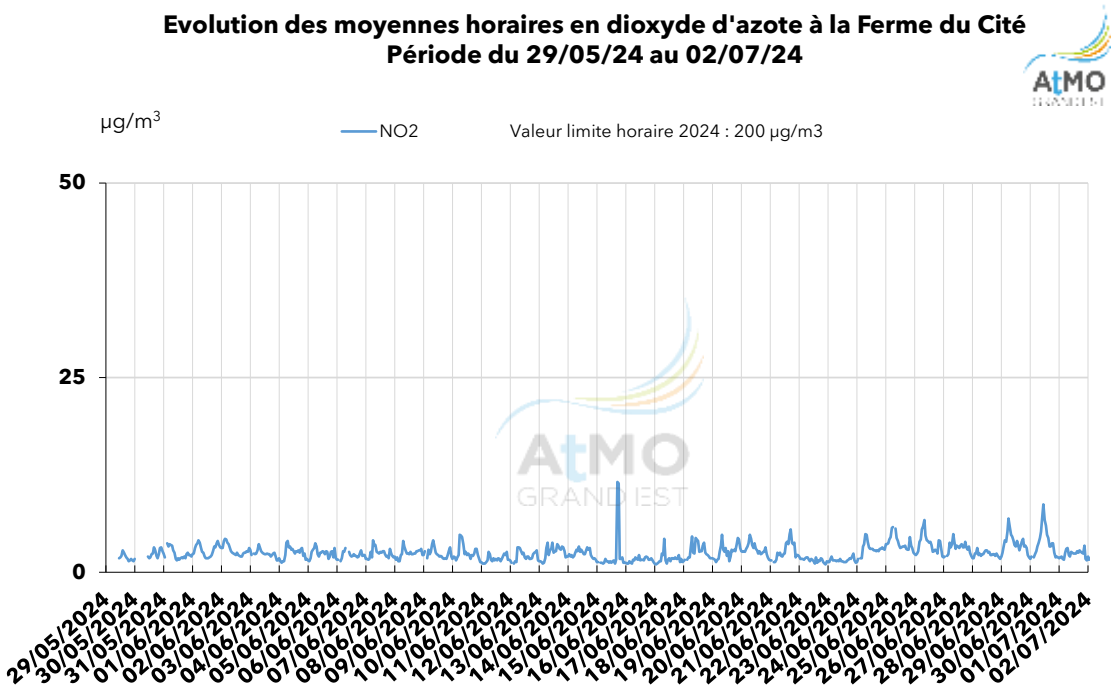
Tableau 4 : moyennes annuelles reconstituées en NO_2, PM_{10} et O_3 suite à l'application de la méthode de régression linéaire

RESULTATS PAR POLLUANT

Pour chaque polluant suivi à la Ferme du Cité en 2024, nous présentons ci-après les graphiques obtenus pour chaque période de mesures, ainsi qu'une comparaison des résultats aux seuils réglementaires et aux lignes directrices.

1. Dioxyde d'azote NO_2

Les graphiques suivants présentent l'évolution des valeurs moyennes horaires mesurées en dioxyde d'azote à la Ferme du Cité obtenues lors des deux campagnes de mesures en 2024.



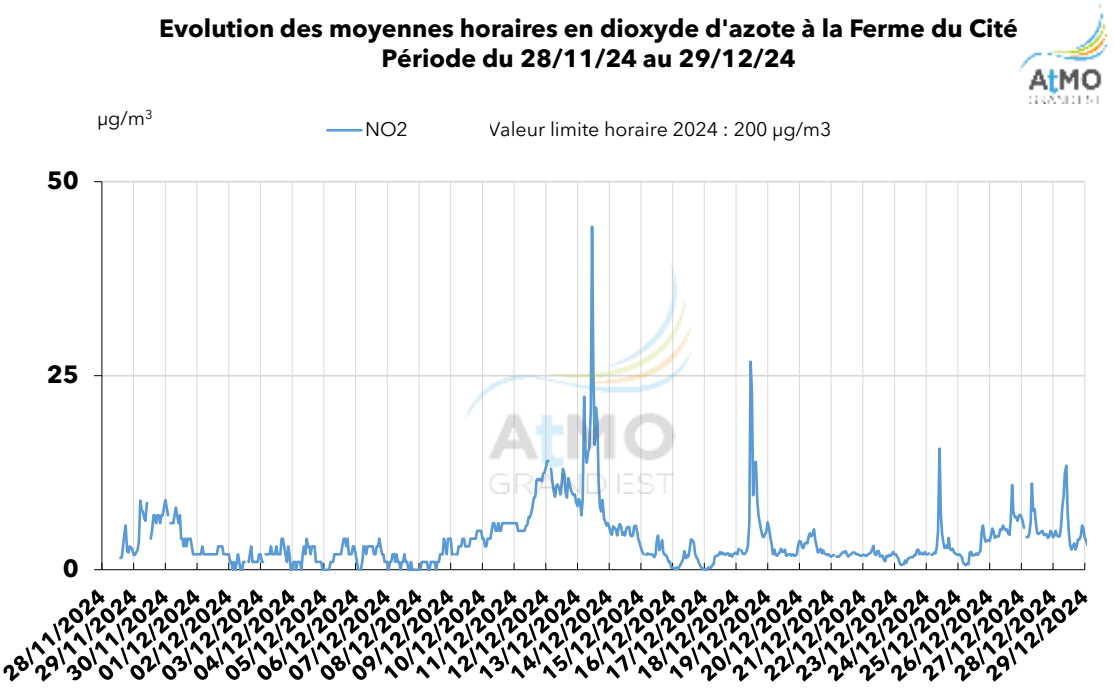


Figure 14 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO_2 à la Ferme du Cité (source ATMO Grand Est) lors des deux campagnes de 2024

Situation au regard des procédures d'information et d'alerte

Lors des campagnes, le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) et le seuil d'alerte en NO_2 (400 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives) n'ont pas été dépassés. Le maximum horaire de 44 µg/m³ a été atteint le 30 juin à 15 heures (heure locale).

Comparaison à la réglementation

Le tableau ci-après présente l'ensemble des résultats en NO_2 qui demeurent très largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires et lignes directrices de l'OMS.

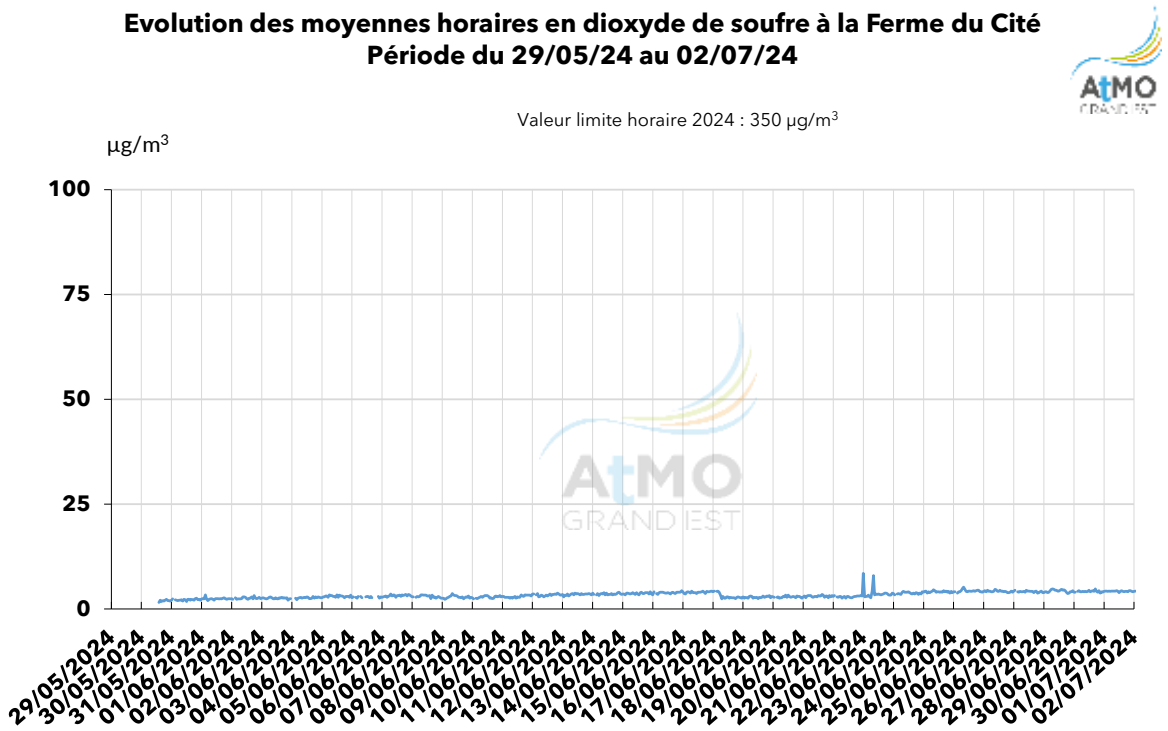
SEUIL	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m³)	Dépassement sur les 2 campagnes	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C1	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C2	Moyenne annuelle
NO_2 : Valeur limite protection santé humaine	Annuelle	40	Non	/	/	3*
NO_2 : Valeur limite protection santé humaine (à ne pas dépasser plus de 18 fois par an)	Horaire	200	Non	9 (max horaire)	44 (max horaire)	/
Ligne directrice OMS : -En annuel (ne pas dépasser plus d'1h/an) -En horaire -Moyenne sur 24h	Annuelle Horaire Sur 24 h	10 200 25	Non Non Non	/ 9 (max horaire) 4 (max sur 24h)	/ 44 (max horaire) 14 (max sur 24h)	3* / /
NOx : Valeur limite /niveau critique protection végétation	Annuelle	30	Non	/	/	3*

* moyenne annuelle reconstituée (voir paragraphe relatif à la représentativité des périodes de mesures)

Tableau 5: Résultats en NO_2 et NOx à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

2. Dioxyde de soufre SO_2

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes horaires en SO_2 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2024.



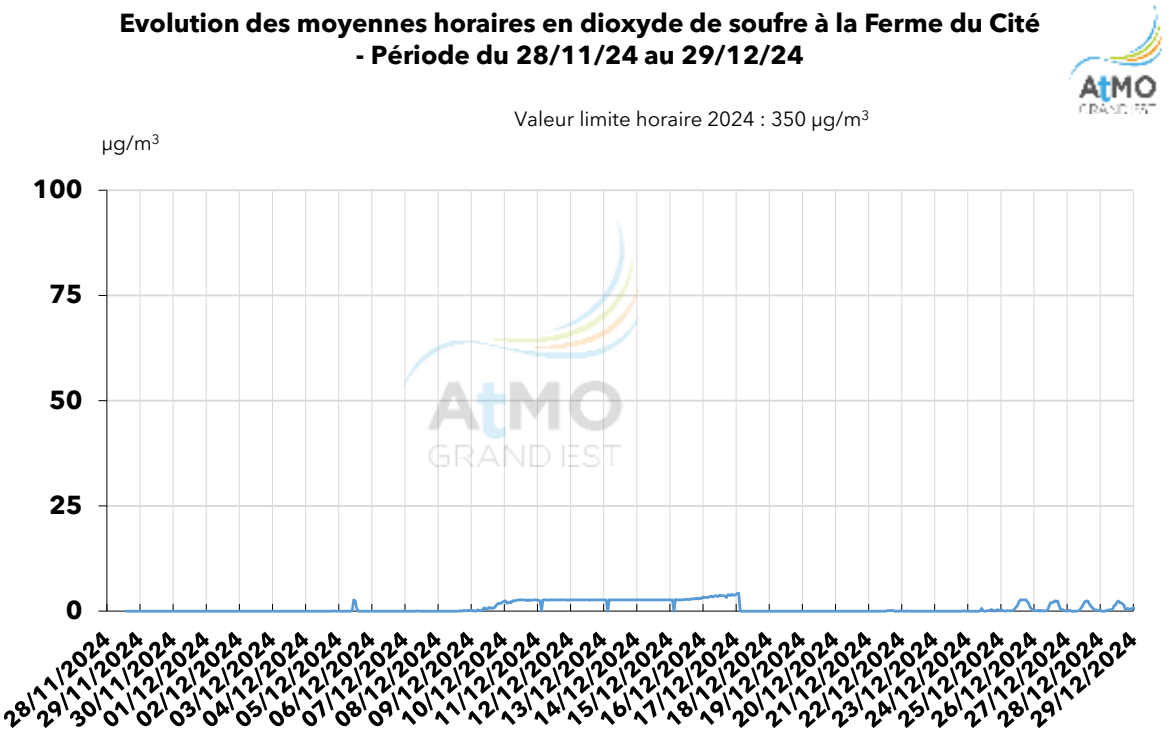


Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO_2 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Situation au regard des procédures d'information et d'alerte

Avec un maximum horaire inférieur à 10 µg/m³ durant les deux campagnes de mesures, aucun seuil d'information (300 µg/m³ en moyenne horaire) et/ou d'alerte (500 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives) n'est atteint pour ce composé.

Comparaison à la réglementation

Le tableau ci-après présente l'ensemble des résultats en dioxyde de soufre à la Ferme du Cité au regard des seuils réglementaires et des lignes directrices de l'OMS.

SEUIL	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m³)	Dépassement sur les 2 campagnes	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C1	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C2	Moyenne annuelle
Objectif de qualité	Annuelle	50	Non	/	/	2*
Valeur limite protection de la santé humaine (à ne pas dépasser plus de 3 fois par an)	Journalier	125	Non	4 (maximum journalier)	4 (maximum journalier)	/
Valeur limite/niveau critique pour la protection de la végétation	Année civile et du 1er octobre au 31 mars	20	Non	4 (moyenne campagne)	1 (moyenne campagne)	2*
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (à ne pas dépasser plus de 24 fois par an)	Horaire	350	Non	5 (maximum horaire)	4 (maximum horaire)	/
Ligne directrice OMS (à ne pas dépasser sur un an civil)	Journalière	40	Non	4 (maximum journalier)	4 (maximum journalier)	/

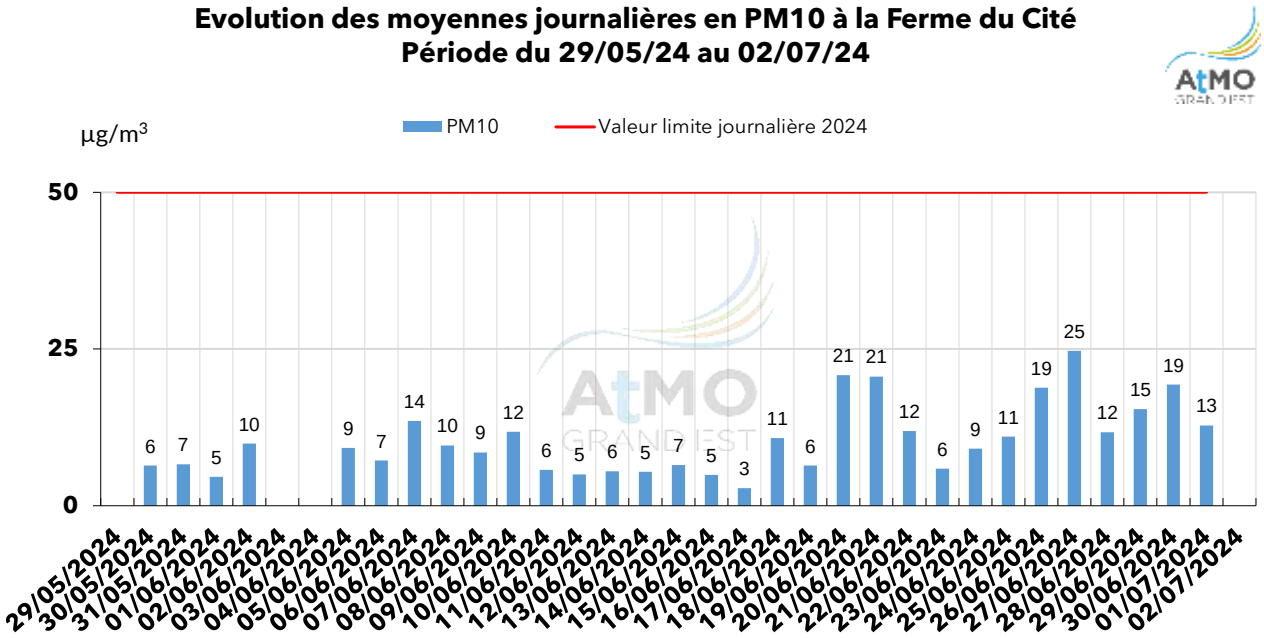
* moyenne calculée à partir des deux campagnes de mesures

Tableau 6 : Résultats en SO_2 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

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

3. Particules PM_{10}

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes journalières en PM_{10} à la Ferme du Cité obtenues lors des deux campagnes de mesures en 2024.



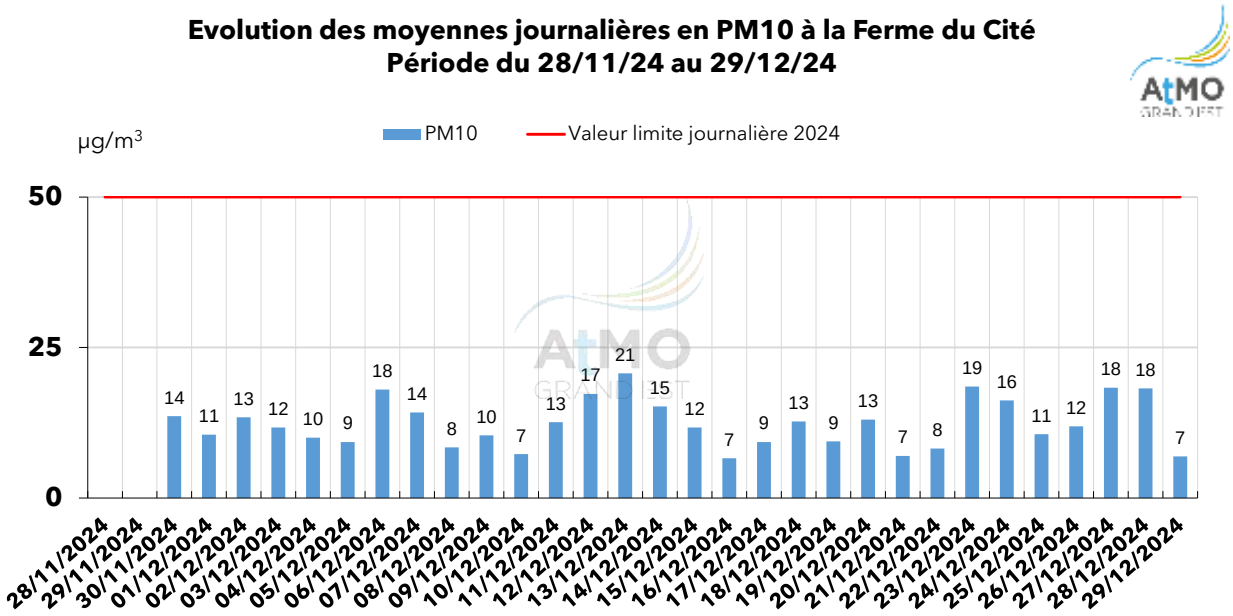


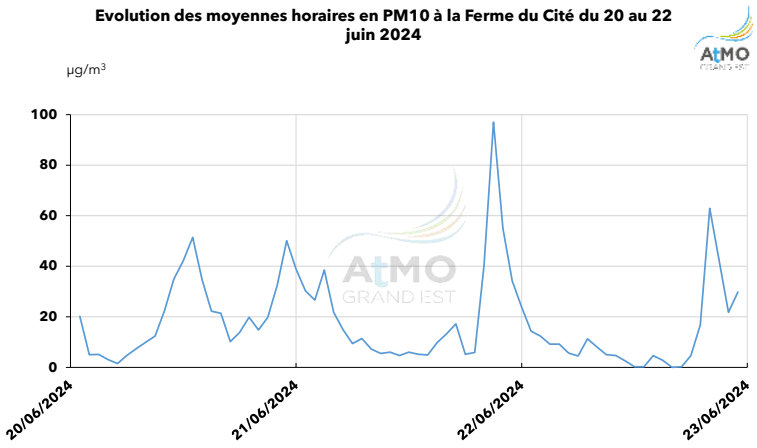
Figure 16 : Evolution des moyennes journalières en PM_{10} à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Situation au regard des procédures d'information et d'alerte

Le seuil d'information et de recommandations relatif aux PM_{10} (50 µg/m³ en moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h) n'a pas été atteint lors des mesures.
Les conditions globalement satisfaisantes de dispersion et de lessivage des masses d'air lors des mesures (présence de vents dominants globalement faibles à modérés), combinées à l'environnement du site, expliquent ce constat.

Remarque concernant l'évolution des moyennes horaires en PM_{10} :

Quelques hausses sur des durées limitées ont été observées en PM_{10} lors de la première campagne de mesures.



Aux alentours du 7 juin, et entre le 20 et le 22 juin, quelques hausses des niveaux horaires ont eu lieu par vents calmes à faibles venant préférentiellement des quarts Sud-Ouest* (47%) et Sud-Est* (37%) pour la période du 20 au 22 juin : à un pas de temps plus fin (valeurs quart-horaires) lors de cette période, les hausses les plus marquées se sont produites lors de vents issus du quart Sud-Est. Elles sont probablement liées au passage de masses d'air chargées en sable provenant du Sahara observé le 7 juin et du 20 au 22 juin.

** source : site de l'OPE à Houdelaincourt*

Comparaison à la réglementation

Le tableau ci-après présente l'ensemble des résultats obtenus en PM_{10} à la Ferme du Cité au regard des seuils réglementaires et des lignes directrices de l'OMS.

SEUIL	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m³)	Dépassement sur les 2 campagnes	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C1	Moyenne ou max (µg/m³) - Campagne C2	Moyenne annuelle
Valeur limite protection de la santé humaine (à ne pas dépasser plus de 35 fois par an)	Journalier	50	Non	25 (max journalier)	21 (max journalier)	/
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non	/	/	11*
Objectif de qualité	Annuelle	30	Non	/	/	11*
Ligne directrice OMS : -journalier (à ne pas dépasser plus de 3 j / an) -annuel	Journalière Annuelle	45 15	Non Non	25 (maximum journalier) /	21 (maximum journalier) /	/ 11*

* moyenne annuelle reconstituée

Tableau 7: Résultats en PM_{10} à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

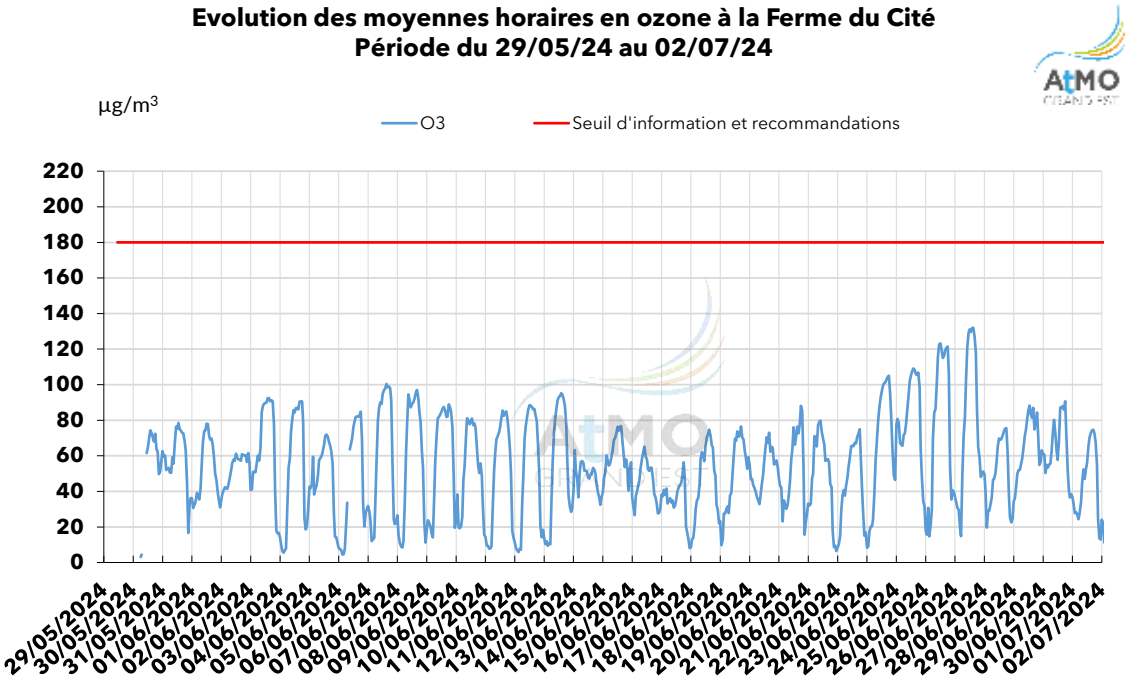
Les différentes valeurs seuils réglementaires sont respectées au regard des concentrations obtenues en PM_{10}.

Remarque :
La ligne directrice fournit des valeurs à ne pas dépasser, celles-ci étant des recommandations et non pas des seuils réglementaires : les résultats indiqués dans le tableau sont par conséquent fournis à titre purement

indicatif ; de plus, les calculs doivent normalement être réalisés sur une année entière, avec à minima 85% de données disponible sur l'année.

4. Ozone O_3

Les graphiques suivants présentent l'évolution des valeurs moyennes horaires en O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2024.



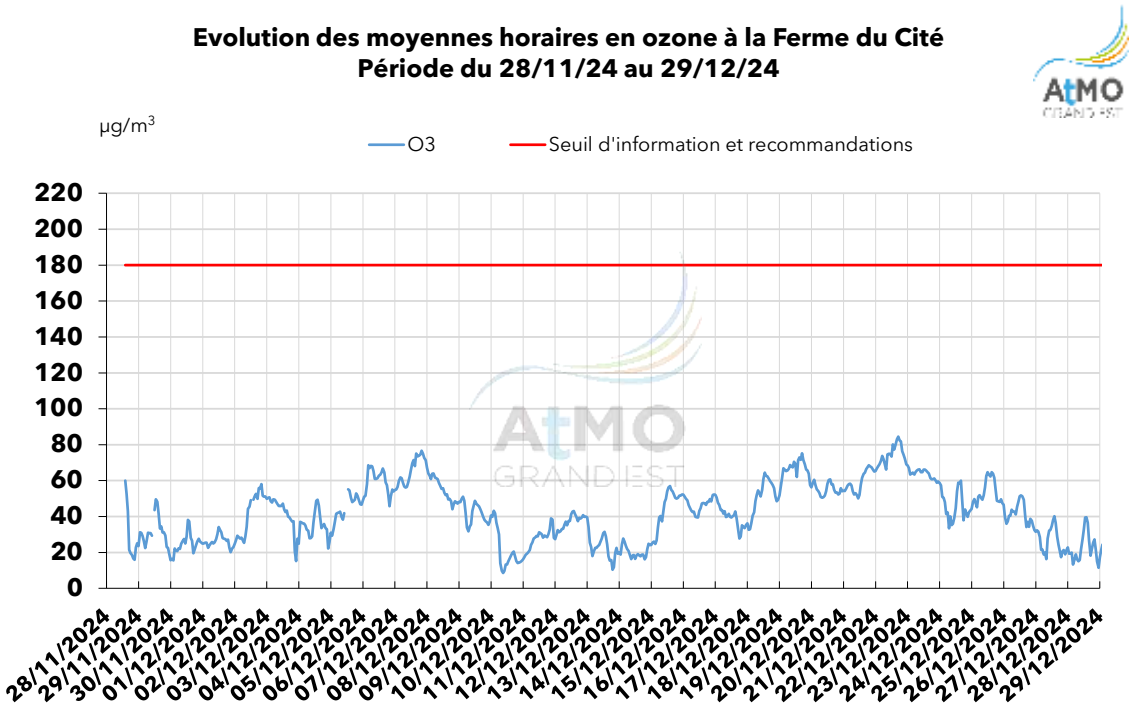


Figure 17 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Situation au regard des procédures d'information et d'alerte

Le seuil d'information-recommandations ainsi que le seuil d'alerte n'ont pas été atteints lors des deux périodes de mesures; le maximum horaire de l'ensemble des deux campagnes est en effet inférieur à 150 µg/m^3.

SEUIL	Valeur de référence (µg/m^3)	Dépassement	Maximum horaire (durant la période d'étude (µg/m^3)
Seuil d'information	180*	Non	132
Seuil d'alerte	240*	Non	

** moyenne horaire sur une heure*

Tableau 8 : Niveaux en ozone O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 par rapport aux seuils d'information et d'alerte

Comparaison à la réglementation

SEUIL	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m^3)	Valeurs lors des campagnes	Dépassements sur l'ensemble des campagnes
Valeur cible (seuil protection de la santé)	Max journalier moy glissante sur 8h pendant 1 an civil*	120	C1 : 128 µg/m^3 C2 : 81 µg/m^3	/**
Objectif de qualité (protection santé)	Max journalier moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	120		**Oui*****
Ligne directrice OMS	Max journalier moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	100		**Oui*****

* ne pas dépasser plus de 25 jours/an, moyenne calculée sur 3 ans ** pas de calcul possible sur 3 ans *** C1 concerné

Tableau 9 : Résultats en ozone O_3 à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires et les lignes directrices de l'OMS

Seule la première campagne de mesures, réalisée en période estivale du 29 mai au 2 juillet 2024 est concernée par le dépassement du maximum journalier de la moyenne glissante sur huit heures. Pour rappel, ce polluant secondaire se forme à partir de réactions chimiques complexes entre des gaz précurseurs (NOx, COV, CO), ces réactions étant accrues par le rayonnement solaire ultraviolet (lien : https://www.youtube.com/watch?v=hu-SUhiIIEM).

Tout comme pour les particules PM_{10}, le résultat indiqué dans le tableau concernant la ligne directrice OMS est fourni à titre purement indicatif, ce calcul devant normalement être effectué sur une année entière de mesures. Pour rappel, la valeur indiquée par l'OMS est une recommandation et non pas un seuil réglementaire.

5. Monoxyde de carbone CO

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2024.

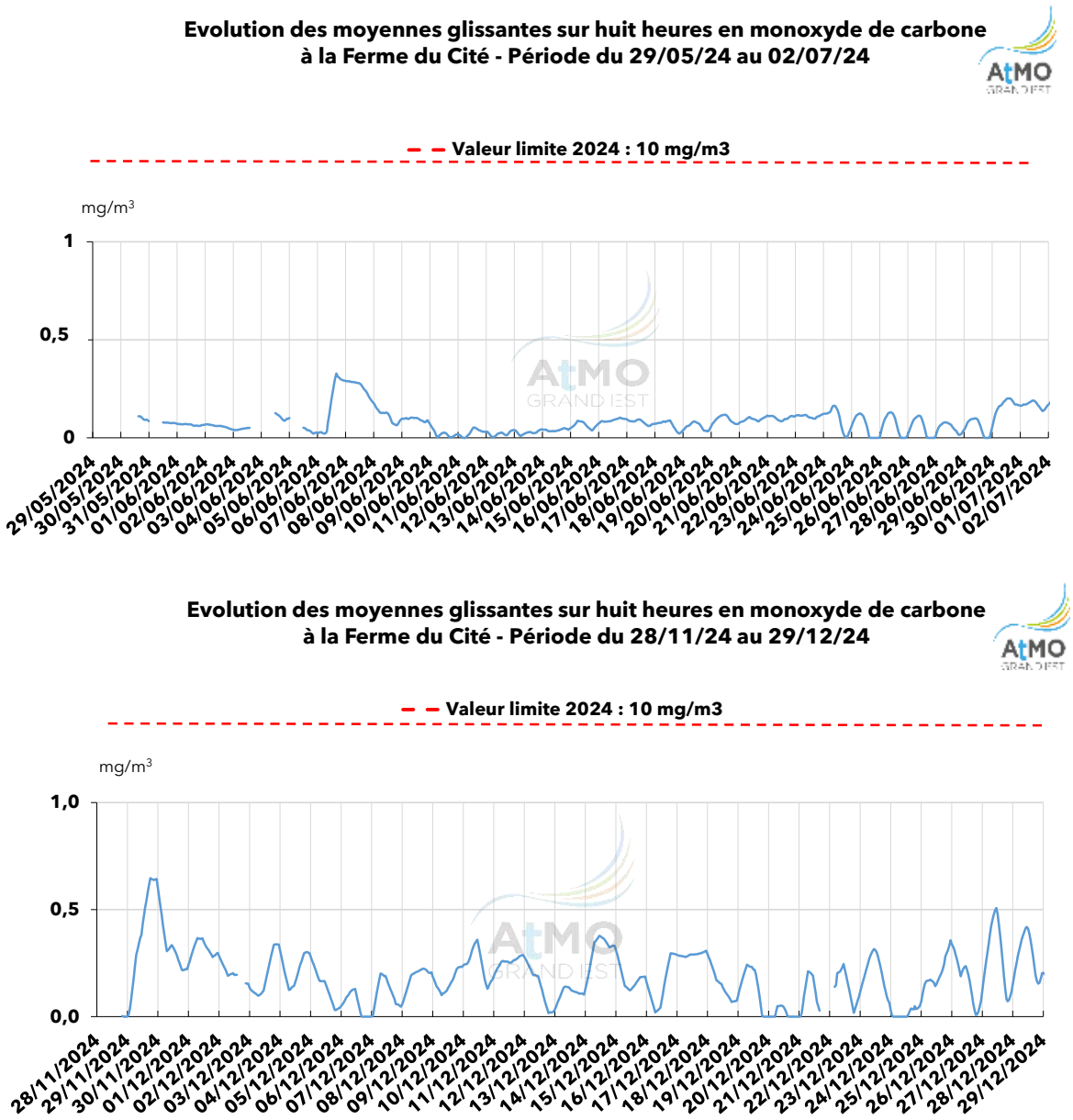


Figure 18 : Evolution des moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Comparaison à la réglementation

SEUIL	Période de calcul	Valeur réglementaire (mg/m³)	Dépassement sur la période de mesures	Max journalier de la moyenne glissante sur 8 heures (mg/m³) Camp C1	Max journalier de la moyenne glissante sur 8 heures (mg/m³) Camp C2
Valeur limite	Max journalier de la moyenne glissante sur 8h	10	Non	0,3	0,7
Ligne directrice OMS	Moyenne sur 24 heures	4	Non	<1 (maximum sur 24 heures)	<1 (maximum sur 24 heures)

Tableau 10: Résultats en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024 et comparaison avec les seuils réglementaires

Les concentrations obtenues en CO demeurent négligeables et bien en deçà des valeurs seuils réglementaires. Les résultats concernant la ligne directrice de l'OMS sont présentés à titre indicatif.

6. Profils journaliers

Les figures suivantes présentent les profils journaliers des divers composés mesurés à la Ferme du Cité lors des deux campagnes mises en œuvre en 2024. Les résultats sont en µg/m^3, sauf pour le CO qui est exprimé en mg /m^3.

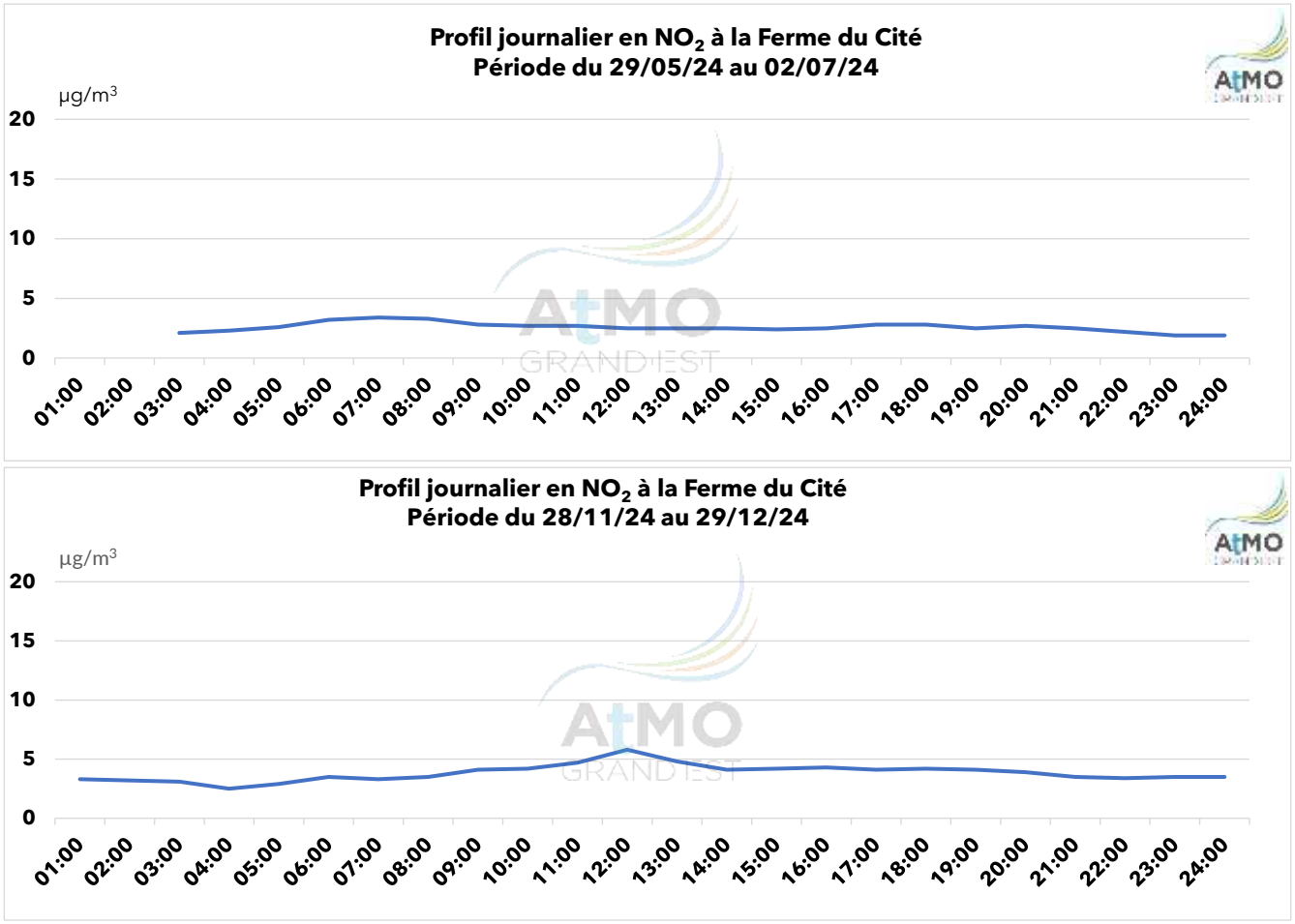


Figure 19 : Profil journalier en NO_2 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

En NO_2, les niveaux moyens de fond sont faibles à négligeables, oscillant autour de 3 à 5 µg/m^3, sans fluctuation très marquée en cours de journée.

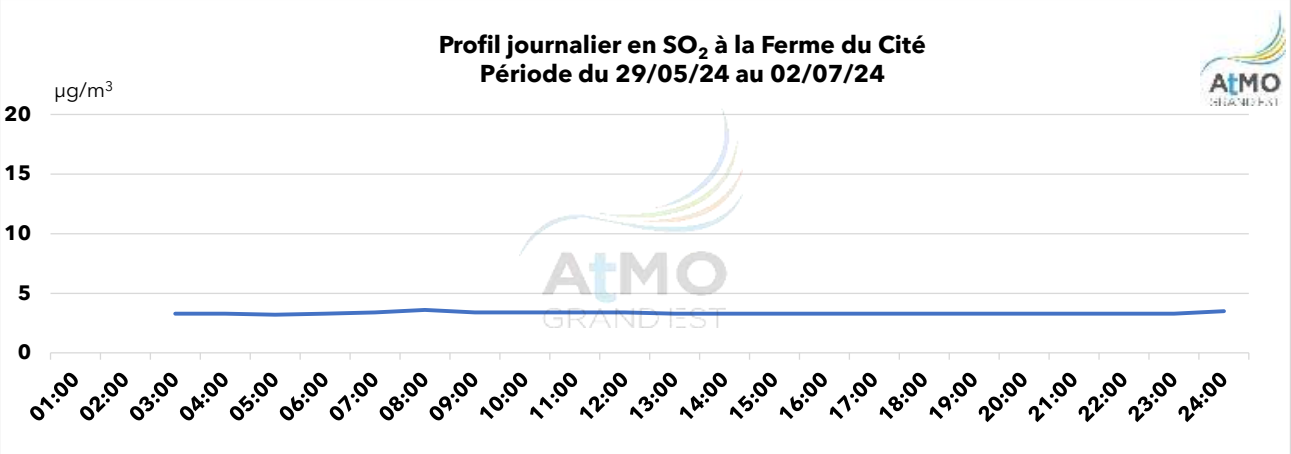
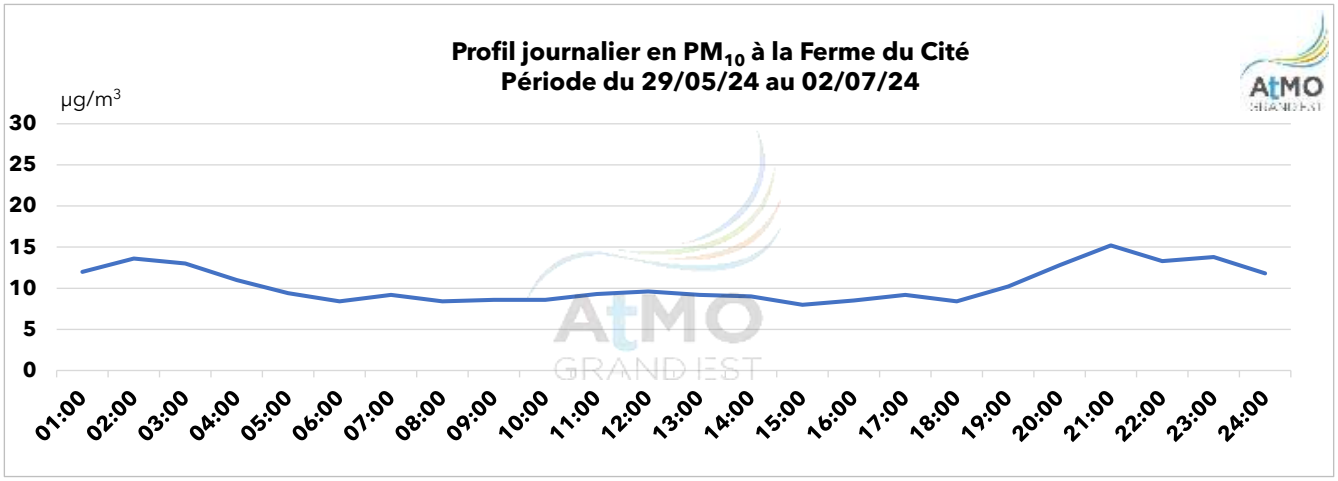


Figure 20 : Profil journalier en SO_2 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Pour le dioxyde de soufre SO_2, les concentrations moyennes de fond sont négligeables et inférieures à 5 µg/m³, à la limite du seuil de détection de l'analyseur.

A noter, pour la première période, l'absence de mesures à certaines heures de la journée pour le profil journalier du NO_2 et SO_2 en raison d'un nombre de données insuffisant pour calculer le profil journalier relatif à ces heures.



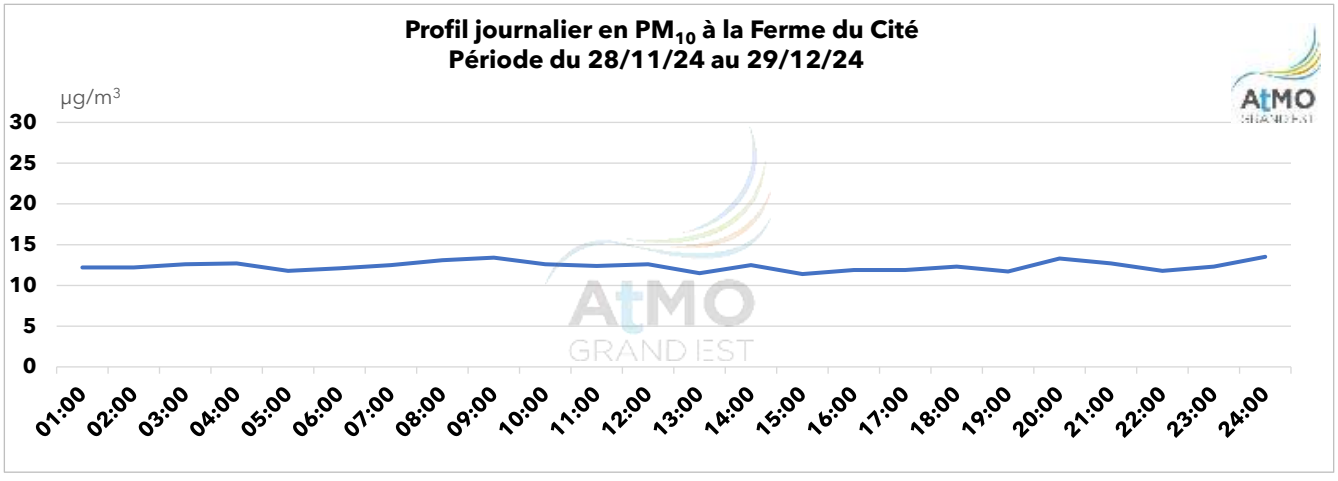


Figure 21 : Profil journalier en PM_{10} mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Sur les deux campagnes, les teneurs de fond oscillent globalement autour de 10 à 13 µg/m³, sans hausses très significatives en cours de journée. Notons que les niveaux sont légèrement plus élevés en soirée en été, probablement en lien avec les activités agricoles locales en cette période de l'année.

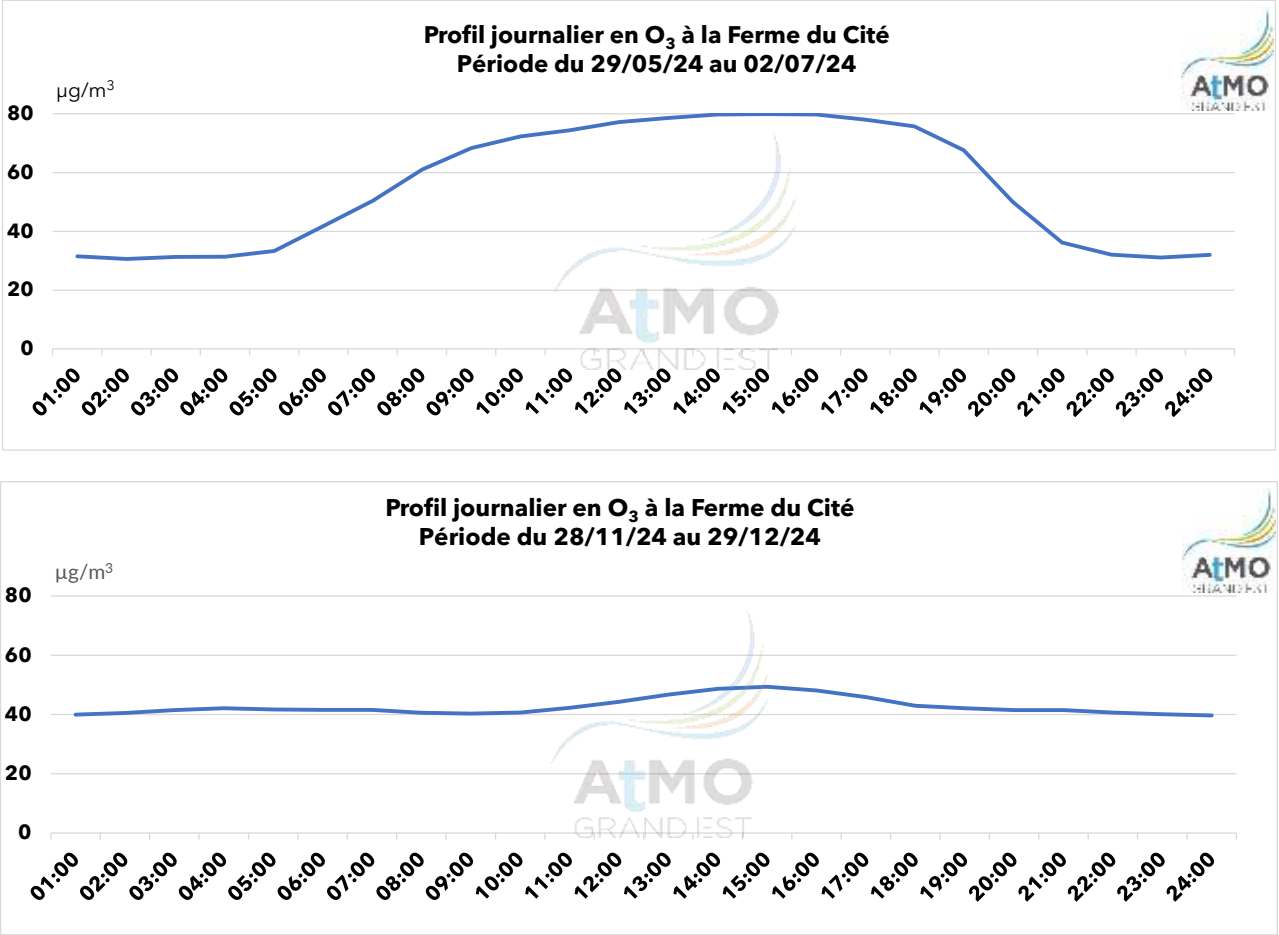
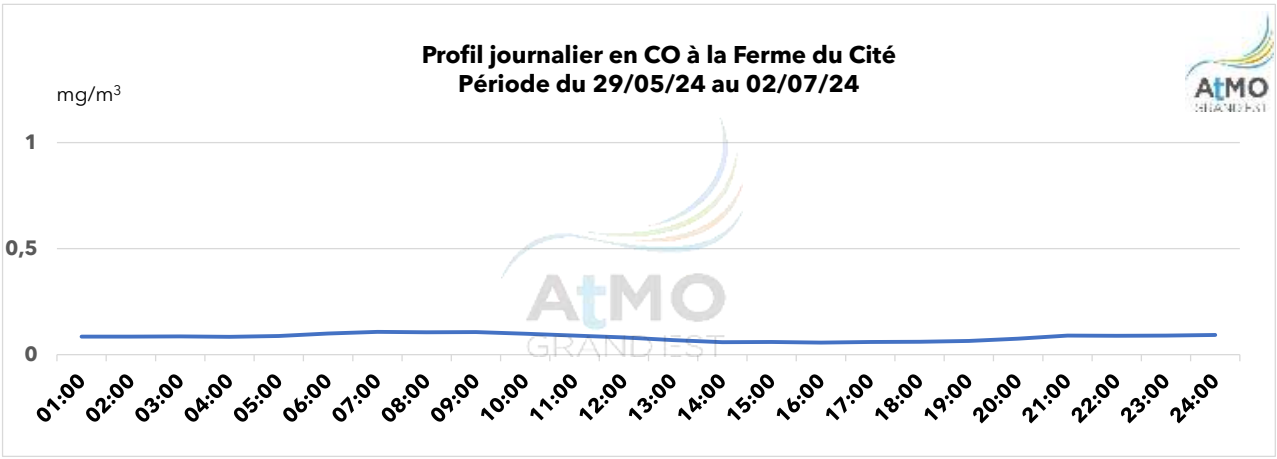


Figure 22 : Profil journalier en O_3 mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Lors des mesures réalisées en période estivale, une courbe dite « en cloche » se dessine au cours de la journée : les teneurs sont minimales en soirée et nuit (autour de 30 µg/m³), puis elles augmentent pour atteindre des niveaux maxima entre 14 heures et 19 heures, heure locale (près de 80 µg/m³).

En hiver, période de mesures non favorable à la formation de ce composé, les niveaux de fond sont de l'ordre de 40 µg/m³ et sans nette fluctuation des concentrations en cours de journée.



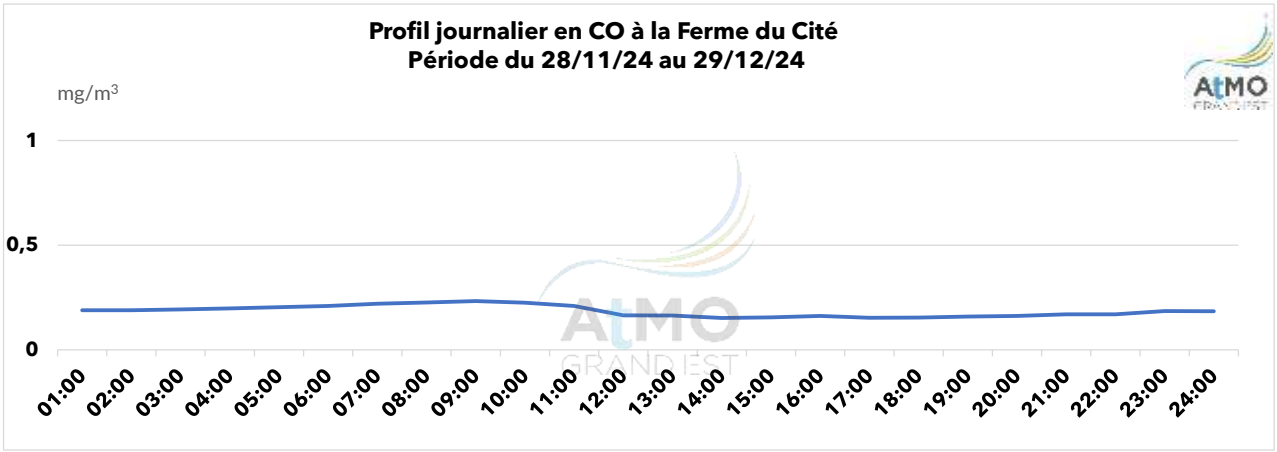


Figure 23 : Profil journalier en CO mesuré à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de 2024

Le monoxyde de carbone CO présente pour sa part un niveau de fond négligeable, quelle que soit l'heure de la journée.

Une comparaison des profils journaliers des divers polluants suivis à la Ferme du Cité avec *ceux d'autres stations fixes* d'ATMO Grand Est de typologie similaire (hormis pour le CO où les profils sont issus de sites ruraux, urbains de fond et d'influence trafic) est présentée en **annexe 7**.

- En NO_2, les tendances sont considérées comme stables au fil des heures et globalement similaires d'un site rural à l'autre, hormis le site de fond rural de Munchhausen où les teneurs, bien que faibles, sont un peu plus élevées : ce constat est probablement dû à son implantation à l'entrée du village (salle polyvalente présente à proximité directe, départementale D80 située à environ 25 mètres du site…), ce qui peut potentiellement impacter les mesures.
- En CO, on observe des niveaux de fond globalement équivalents à chaque heure de la journée au niveau des sites ruraux. Les niveaux au cours d'une journée sont globalement négligeables.
- En PM_{10}, les concentrations moyennes de fond sont du même ordre de grandeur que celles des autres sites ruraux (environ 10 µg/m^3 majoritairement),
- En SO_2, les teneurs moyennes demeurent négligeables tout au long de la journée sur l'ensemble des sites fixes d'ATMO Grand Est.

L'ozone O_3, polluant d'origine photochimique, est un cas particulier. Lors de la première période de mesures, les niveaux sont les plus faibles entre 23 heures (heure locale) et 7 heures sur l'ensemble des sites fixes d'ATMO Grand Est, avant de remonter et d'atteindre des concentrations maximales entre midi (heure locale) et 21 heures ; les teneurs sont similaires à celles des sites ruraux. En période hivernale, les niveaux de fond fluctuent peu au fil des heures, cette saison n'étant pas propice à sa formation.

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

Les mesures provenant de la Ferme du Cité ont été comparées à celles issues des stations fixes d'ATMO Grand Est. **L'annexe 8** présente les tableaux de résultats des mesures de plusieurs sites fixes.

Pour chaque campagne, les figures ci-dessous situent les valeurs moyennes obtenues en NO_2, PM_{10} et O_3 mesurées par l'unité mobile à la Ferme du Cité, par rapport à celles 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_2 ne sont pas pris en compte ici, car ils sont présents en quantité négligeable dans l'air ambiant.

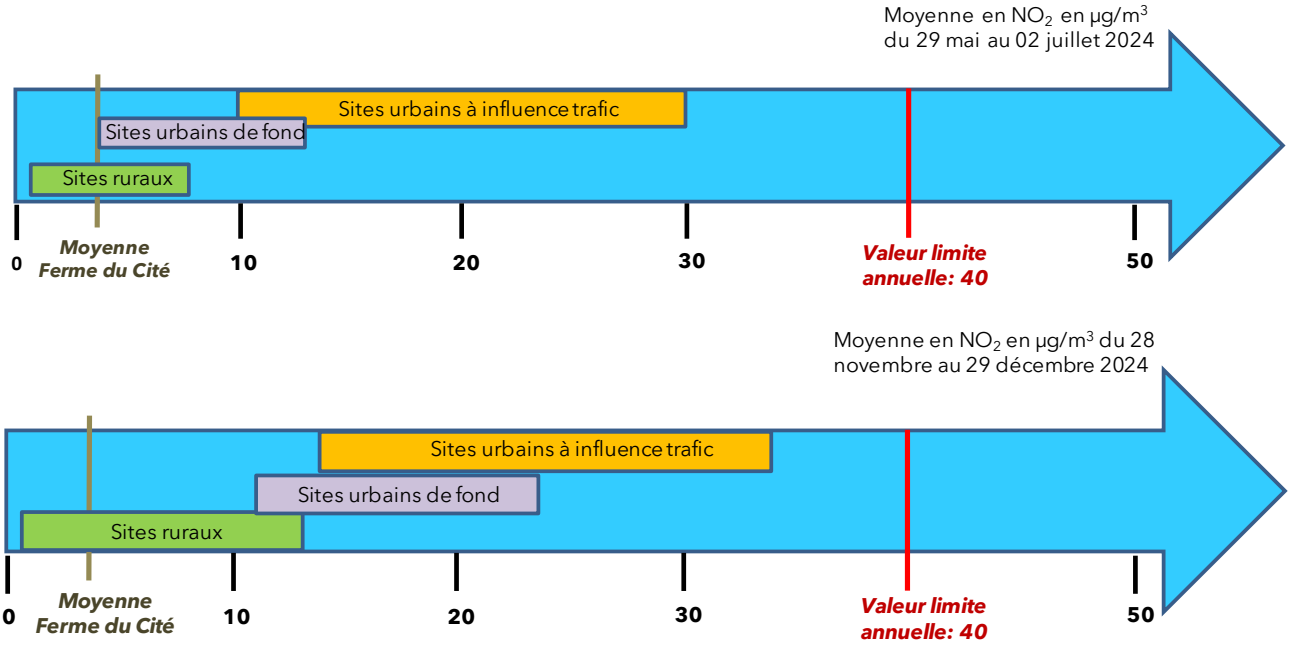


Figure 24 : Comparaison des concentrations en NO_2 mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

Les niveaux moyens en NO_2 issus des mesures à la Ferme du Cité sont faibles. Ils sont positionnés dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région.
À titre de comparaison, les concentrations moyennes à proximité de l'ANDRA sont entre 2 et 4 fois inférieures à celles de l'ensemble des sites urbains de fond ; ce ratio est globalement du même ordre de grandeur que celui des précédentes campagnes de mesures.

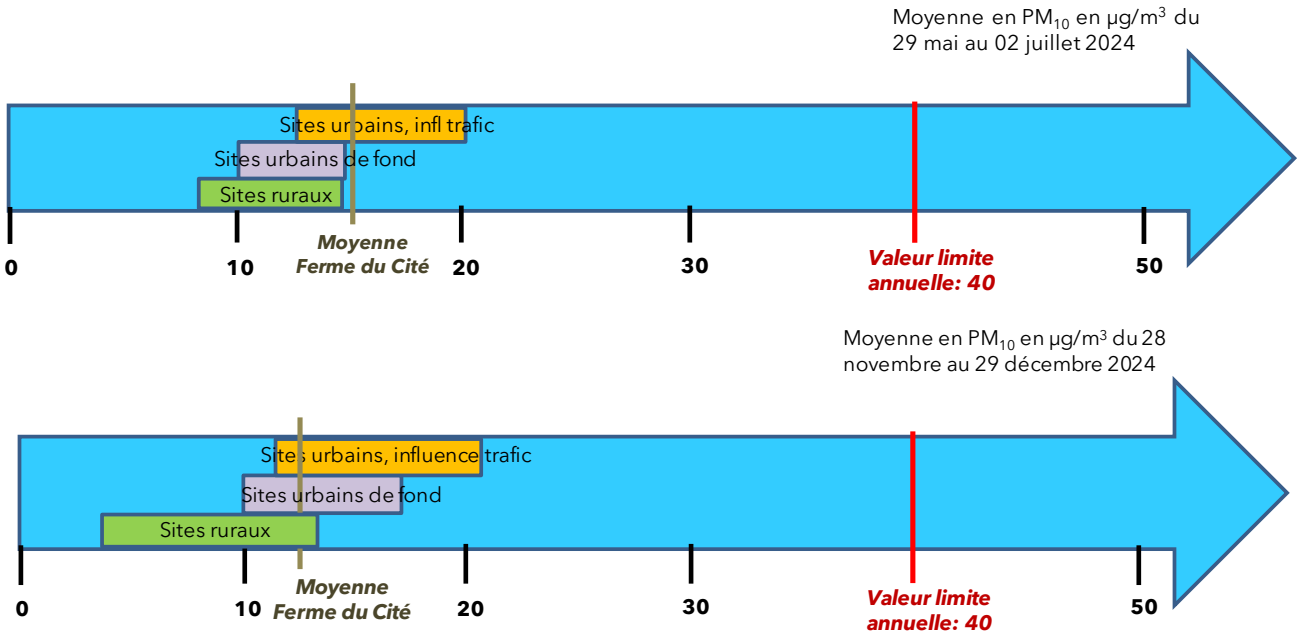


Figure 25 : Comparaison des concentrations en PM_{10} mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

La concentration moyenne obtenue en PM_{10} à la Ferme du Cité en période estivale se situe dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites urbains à influence trafic de la région Grand Est : ce constat pourrait, notamment, être lié au passage de masses d'air chargées en sable saharien lors des mesures (ce phénomène ayant cependant touché l'ensemble des stations fixes de la région).
Pour la seconde campagne mise en œuvre en période hivernale, le niveau moyen est positionné dans la seconde moitié de la gamme des concentrations des sites ruraux de la région Grand Est.

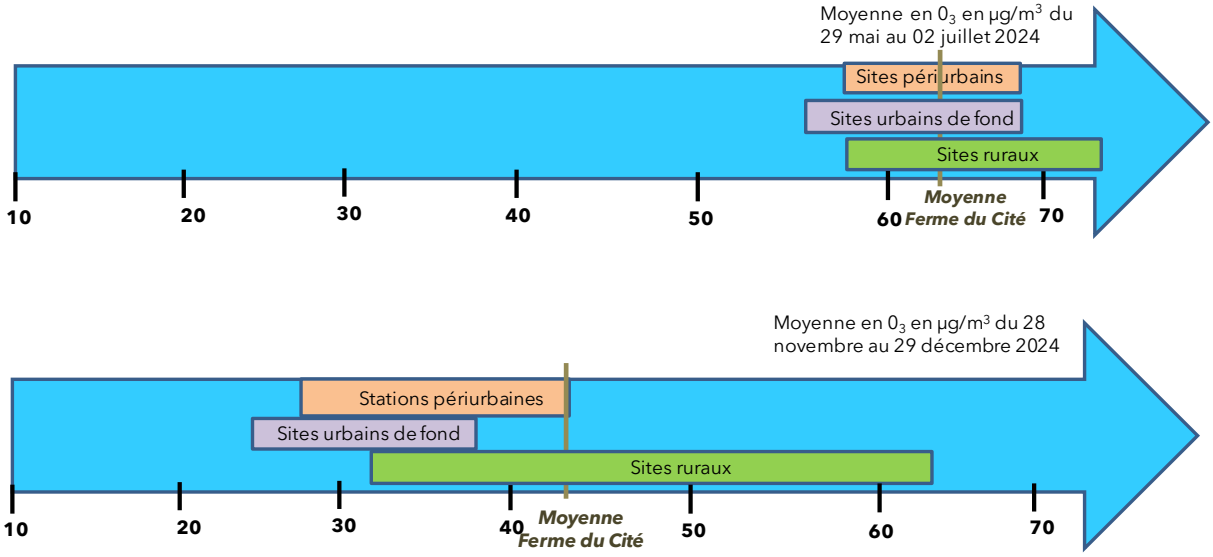


Figure 26 : Comparaison des concentrations en O_3 mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand Est

De par le processus de formation de ce polluant secondaire, la concentration moyenne obtenue en O_3 à la Ferme du Cité en été se situe dans les mêmes gammes des concentrations des divers sites, que ce soit en contexte rural, périurbain ou urbain de la région Grand Est. En hiver, la concentration moyenne obtenue est positionnée dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites ruraux de la région Grand Est. De manière cohérente, elle est supérieure aux niveaux mesurés sur les sites urbains et périurbains.

8. Comparaison des résultats avec ceux issus des précédentes campagnes à Bure

L'**annexe 9** présente l'historique des concentrations moyennes des polluants obtenues au cours des campagnes de mesures antérieures effectuées par ATMO Grand Est depuis 1999 pour le compte de l'ANDRA. Les **niveaux moyens obtenus lors des deux périodes de mesures de 2024** se situent **dans la gamme des concentrations mesurées depuis le début des campagnes de mesures**.

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur mesurés pour les divers polluants pris en compte, en prenant en compte la totalité des campagnes de mesures réalisées. Les commentaires indiqués sont cependant à considérer avec précaution, d'une part en raison des périodes d'études limitées dans le temps et non systématiquement identiques chaque année, et d'autre part en lien avec les conditions météorologiques rencontrées.

POLLUANT	Commentaires
NO_2	Les concentrations moyennes sont comprises entre 1 et 20 µg/m³ toutes campagnes confondues et toutes saisons confondues. En prenant en compte les campagnes réalisées lors de la phase d'exploitation du laboratoire (c'est-à-dire depuis 2008), les niveaux moyens mesurés en NO_2 oscillent entre 1 µg/m³ et 5 µg/m³ au printemps-été, et entre 1 µg/m³ et 16 µg/m³ en hiver. Les niveaux moyens les plus élevés sont observés en période hivernale, principalement en lien avec les conditions météorologiques rencontrées et de moins bonnes conditions de dispersion des masses d'air en cette période de l'année.
SO_2	Les concentrations moyennes demeurent métrologiquement faibles (entre 0 et 4 µg/m³), à la limite du seuil de détection des analyseurs et ce, quelle que soit la campagne de mesure prise en compte.
PM_{10}	Les concentrations moyennes sont comprises entre 16 et 30 µg/m³ lors des précédentes campagnes allant de 2007* à 2011. Pour la période allant de 2014** à 2024, les niveaux moyens oscillent entre 4 µg/m³ et 18 µg/m³. En prenant en compte les campagnes réalisées lors de la phase d'exploitation du laboratoire, les concentrations moyennes mesurées en PM_{10} oscillent entre 4 µg/m³ et 28 µg/m³ en période printanière à estivale, et entre 7 µg/m³ et 24 µg/m³ en saison hivernale.
O_3	Toutes campagnes confondues, les concentrations moyennes de fond oscillent entre 10 µg/m³ (mesuré en hiver 2002) et 75 µg/m³ (été 2010). De manière cohérente, les maxima sont mesurés au printemps-été et les minima en automne-hiver, en lien avec le processus de formation de ce polluant photochimique.
CO	Les teneurs de fond sont négligeables (de 0,1 mg/m³ à 0,4 mg/m³) toutes campagnes confondues.

* année où la fraction volatile des particules en suspension est intégrée dans les mesures.
** Aucune campagne de mesures réalisée à la Ferme du Cité en 2012 et 2013. 2014 marque le début des mesures avec un appareil TEOM-FDMS. Ensuite, les mesures ont été effectuées avec d'autres analyseurs (BAM, MP101M…).

Tableau 11 : Principaux commentaires suite aux comparaisons des résultats des deux campagnes de 2024 à celles des précédentes années

Pour résumer

Les **constats demeurent équivalents à ceux des précédentes campagnes** mises en œuvre : les **niveaux moyens** mesurés **en polluants primaires (NO_2, CO, SO_2)** demeurent **faibles voire négligeables pour le CO et SO_2** depuis le **début des mesures** (1999). Les différents **seuils** réglementaires en vigueur sont **respectés** lors des périodes de mesures.

A titre indicatif, les concentrations moyennes mesurées en particules PM_{10} depuis 2014 (avec un appareil TEOM-FDMS) sont très majoritairement inférieures à 15 µg/m^3 et ce, quelles que soient les périodes de mesures.

Pour **l'ozone** (polluant secondaire 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 ou** très **proches** (gamme de concentrations allant de 48 µg/m^3 à 75 µg/m^3 au printemps-été, et de 10 µg/m^3 à 54* µg/m^3 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*

CONCLUSION

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus des deux campagnes de mesures réalisées en 2024 à la Ferme du Cité, du 29 mai au 2 juillet et du 28 novembre au 29 décembre. Elles ont pour finalité d'estimer l'impact des activités du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne en phase d'exploitation (CMHM) sur la qualité de l'air.

Il ressort que les **concentrations moyennes** en **dioxyde d'azote**, **monoxyde de carbone**, **dioxyde de soufre restent faibles à négligeables pour ces deux derniers**.
Les **niveaux** moyens en particules **PM_{10}** demeurent également **peu élevés** ; ils peuvent être assimilés à des niveaux moyens de fond. Ces observations sont en lien avec la faible intensité des émissions locales et au positionnement du point de mesures, situé dans un environnement rural et sans obstacle particulier (absence de hauts bâtiments, de zone montagneuse, d'habitations…) ni présence d'activités industrielles émettrices à proximité directe.
Quant à **l'ozone**, polluant secondaire, **les niveaux fluctuent en fonction des saisons** : ils sont par conséquent plus élevés lors de la première campagne de mesures mise en œuvre au printemps-été 2024.

Pour rappel, les conditions météorologiques rencontrées lors des mesures jouent un rôle important sur les niveaux dans l'air ambiant (présence de vents favorisant une bonne dispersion des polluants, présence d'épisodes pluvieux ou d'orages potentiellement forts favorables au lessivage de l'air notamment au cours de la première campagne de mesures …).

Une **comparaison avec les seuils réglementaires annuels** proposée dans le cadre de ce bilan indique le **respect de l'ensemble des seuils** en lien avec la **pollution chronique** pour les **particules PM_{10}**, le **dioxyde d'azote**, le **dioxyde de soufre**, et le **monoxyde de carbone**. **L'ozone dépasse l'objectif de qualité. Il dépasse également la ligne directrice** lors de la première campagne**, la comparaison par rapport à la ligne directrice OMS étant fournie à titre indicatif, tout comme pour les PM_{10}** (calcul devant normalement être effectué sur une année entière de mesures). Pour rappel, la valeur indiquée par l'OMS est une recommandation et non pas un seuil réglementaire.

En ce qui concerne la **pollution aiguë**, **aucun dépassement du seuil d'information et de recommandations, et du seuil d'alerte**, n'a été enregistré lors des deux campagnes de mesures.

Le bilan des deux campagnes de 2024 peut être résumé dans le tableau suivant :

		PM_{10}	NO_2	SO_2	CO	Ozone
Pollution aiguë	Seuil information/ recommandations	☺	☺	☺	N.C	☺
	Seuil alerte	☺	☺	☺	N.C	☺
Pollution chronique	Respect du nombre de jours de la valeur limite	☺	N.C	☺	☺	N.C
	Respect du nombre d'heures de la valeur limite	N.C	☺	☺	N.C	N.C
	Valeur limite annuelle	☺	☺	N.C	N.C	N.C
	Valeur cible annuelle*	N.C	N.C	N.C	N.C	Nd
	Objectif de qualité**	☺	☺	☺	N.C	☹
Ligne directrice OMS $^{\Delta}$		☺	☺	☺	N.C	☹

N.C : non concerné ☺ : respect ☹ : dépassement

** Pour l'ozone : valeur cible pour la protection de la santé humaine (120 µg/m³ en max journalier de la moyenne glissante sur 8h) 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.*

*** Pour l'ozone : seuil de protection de la santé (max journalier de la moyenne sur 8h : 120 µg/m³ à ne pas dépasser au cours d'une année civile)*

$^{\Delta}$ comparaisons effectuées à titre indicatif, les calculs devant être réalisés sur une année civile pour les dépassements en O_3 et PM_{10}.

Ainsi, lors des périodes de campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2024, les activités du laboratoire de recherches n'influent pas sur les niveaux mesurés dans l'air ambiant pour les composés étudiés.

Par rapport aux autres points fixes de mesures de la région Grand Est, les résultats obtenus en NO_2 à la Ferme du Cité en 2024 sont faibles, avec des concentrations positionnées dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région.

Les niveaux en CO demeurent pour leur part négligeables, les ordres de grandeur demeurant identiques à ceux provenant des autres stations fixes de la région Grand-Est, toute typologie confondue.

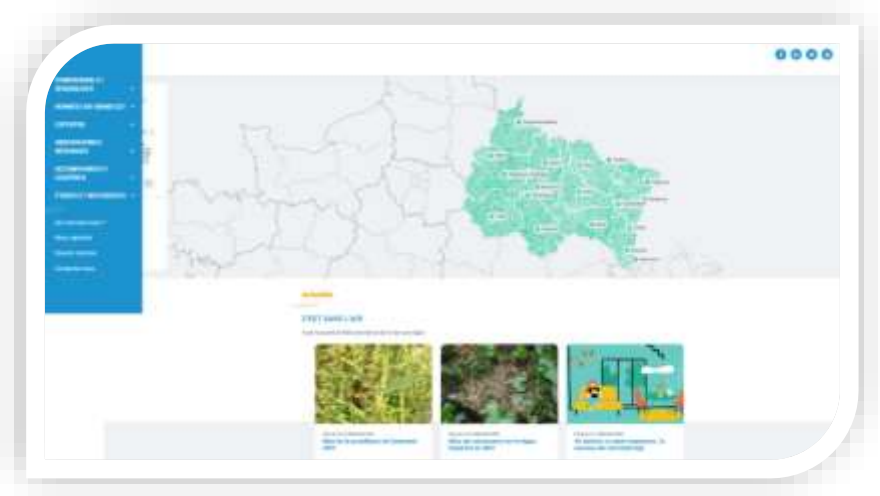
Pour les PM_{10}, les niveaux moyens mesurés en période estivale se situent dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites urbains de la région Grand Est. Pour la seconde campagne mise en œuvre en période hivernale, la teneur moyenne est positionnée dans la seconde moitié de la gamme des concentrations des sites ruraux de la région Grand Est.

En SO_2, les concentrations mesurées restent négligeables et ce, quelles que soient les stations fixes de mesures, leur typologie, leur influence ou leur localisation dans la grande région.

Pour l'O_3, la concentration moyenne obtenue à la Ferme du Cité en été se situe dans les mêmes gammes de concentrations des divers sites, que ce soit en contexte rural, périurbain ou urbain de la région Grand Est. En hiver, le niveau moyen obtenu est positionné dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites ruraux de la région Grand Est.

Les **concentrations mesurées des divers polluants depuis le début des mesures en 1999** par Airlor, devenu Air Lorraine puis ATMO Grand Est, **sont modérées et elles sont du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre**, **en fonction des composés et de la saison** prise en compte.
Ces **interprétations sont toutefois 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.

Conformément au nouveau contrat liant ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période 2023 à 2026, une **nouvelle période de campagne de mesures sera mise en œuvre au printemps 2025**.



Site internet : www.atmo-grandest.eu/

ANNEXES

ANNEXE 1 : effets des polluants sur la santé et l'environnement

ANNEXE 2 : réglementation en vigueur

ANNEXE 3 : méthodes de mesures

ANNEXE 4 : diagrammes ombrothermiques obtenus lors des deux périodes de campagnes en 2024

ANNEXE 5 : résumé des différentes étapes du cycle de vie d'une donnée issue d'un appareil de mesures

ANNEXE 6 : graphiques obtenus par la méthode de régression linéaire pour estimer les moyennes annuelles en NO_2, PM_{10} et O_3 à la Ferme du Cité en 2024

ANNEXE 7 : profils journaliers des polluants suivis à la Ferme du Cité et comparaison à ceux d'autres sites fixes d'ATMO Grand Est

ANNEXE 8: comparaison des résultats obtenus à la Ferme du Cité à ceux d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est

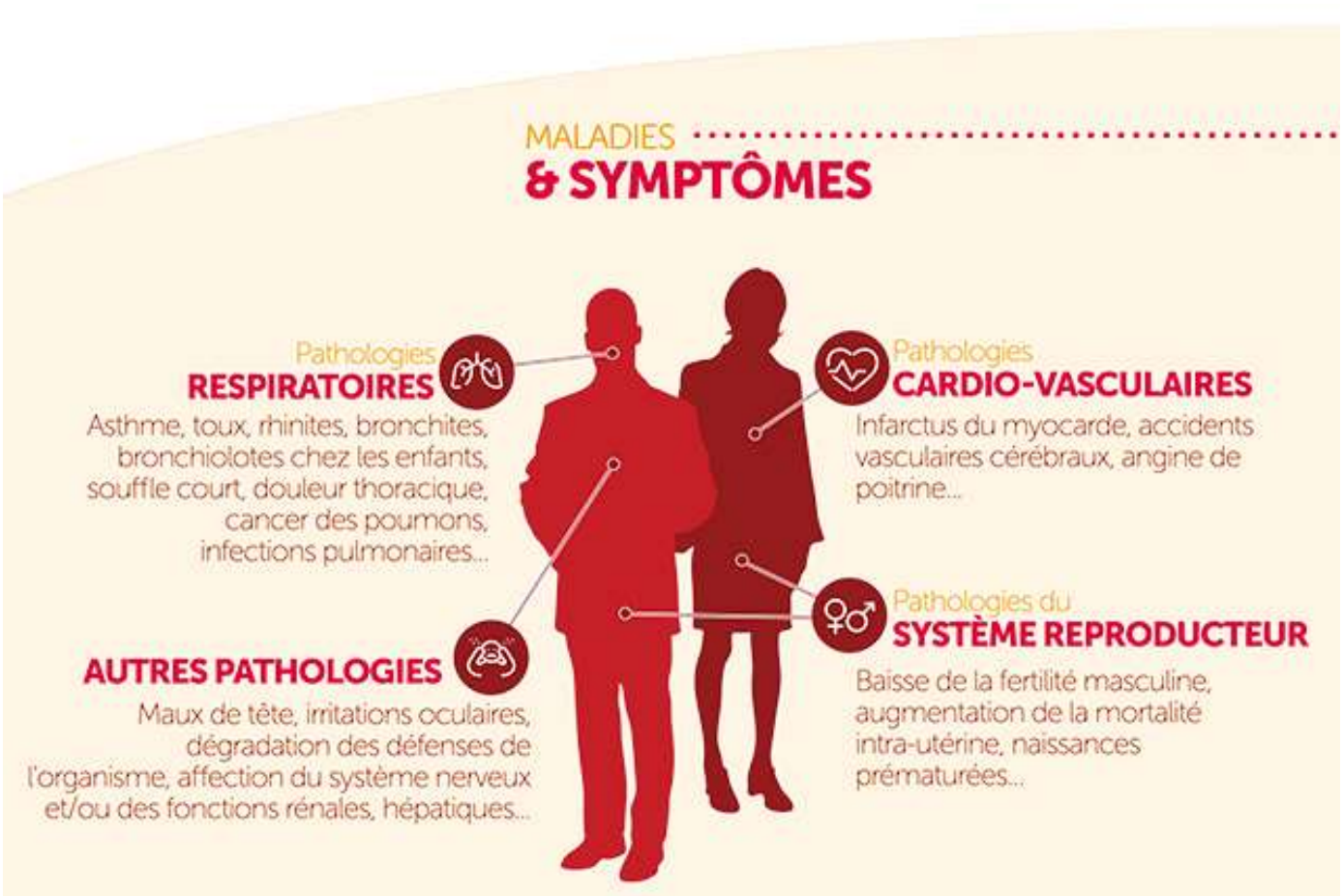
ANNEXE 9 : résultats synthétiques des mesures réalisées à la Ferme du Cité depuis le début des mesures par ATMO Grand Est

ANNEXE 1 : EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT

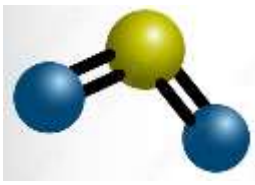
La pollution de l'air extérieur est classée cancérigène par le Centre international de recherche sur le cancer (CORC) depuis 2013.

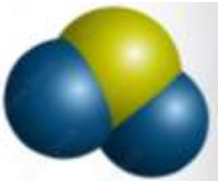
Maladies et symptômes liés à une mauvaise qualité de l'air

(source schéma : ATMO Nouvelle Aquitaine)



Dioxyde de soufre SO_2

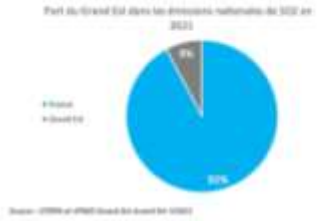




Environnement : il se transforme, au contact de l'humidité de l'air, en acide sulfurique et contribue ainsi directement au phénomène des pluies acides et de ce fait, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux…).

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_2 en France

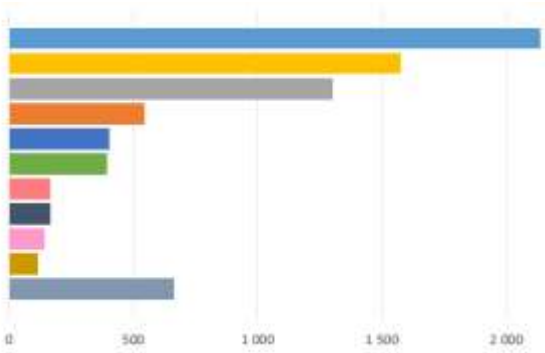


Le Grand Est participe à hauteur de 8% aux émissions nationales de SO_2

Les secteurs émissifs de SO_2 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

Sous-secteurs	%	SO2 (t)
Minéraux non-métalliques et matériaux de construction	28.1%	2 136
Chimie organique, non-organique et divers	20.7%	1 573
Consommations d'énergie des logements	17.1%	1 303
Autres secteurs de l'industrie et non spécifié	7.2%	544
Agro-alimentaire	5.3%	403
Production d'électricité	5.2%	394
Métallurgie des métaux ferreux	2.2%	167
BTP et construction	2.2%	165
Commerces	1.9%	145
Chauffage urbain	1.5%	118
Autres (somme des sous-secteurs restants : < 1.5%)	8.7%	664

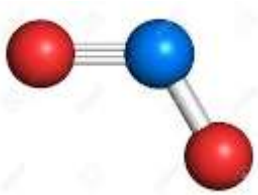


Emissions de SO2 par sous-secteur en 2021 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2023.pdf

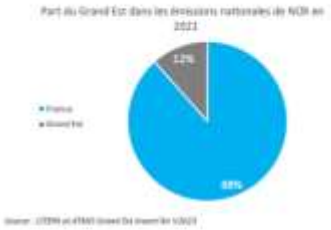
Dioxyde d'azote NO_2



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_2 se transforme en acide nitrique (HNO_3), 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.

SANTE : Le NO_2 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.

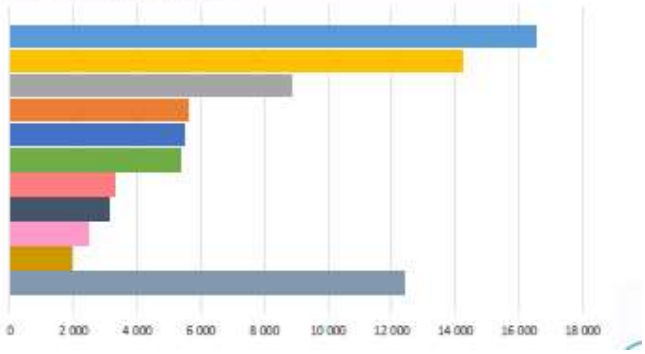
- Contribution du Grand Est aux émissions de NO_x en France



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

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

Sous-secteurs	%	NOX (t)
Cultures	20.9%	16 542
Voitures particulières	18.0%	14 211
Véhicules utilitaires légers	11.1%	8 824
Consommations d'énergie des logements	7.1%	5 625
Poids lourds	6.9%	5 439
Minéraux non-métalliques et matériaux de construction	6.8%	5 369
Engins agricoles	4.2%	3 293
Autres secteurs de l'industrie et non spécifié	3.9%	3 087
Chimie organique, non-organique et divers	3.1%	2 460
BTP et construction	2.4%	1 934
Autres (somme des sous-secteurs restants <2.4%)	15.6%	12 374

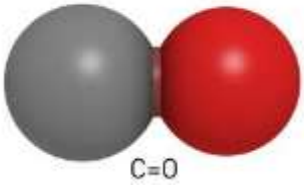


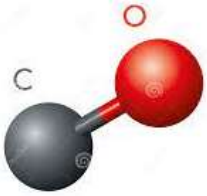
Emissions de NOX par sous-secteur en 2021 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2023.pdf

Monoxyde de carbone CO

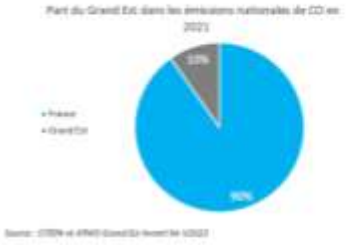




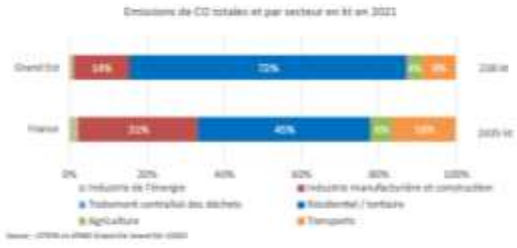
Environnement : Le monoxyde de carbone participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, son oxydation aboutit à la formation de dioxyde de carbone CO_2, composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).

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**



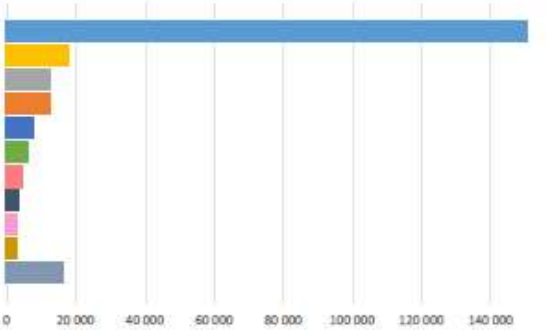
Le Grand Est participe à hauteur de 10% aux émissions nationales de CO



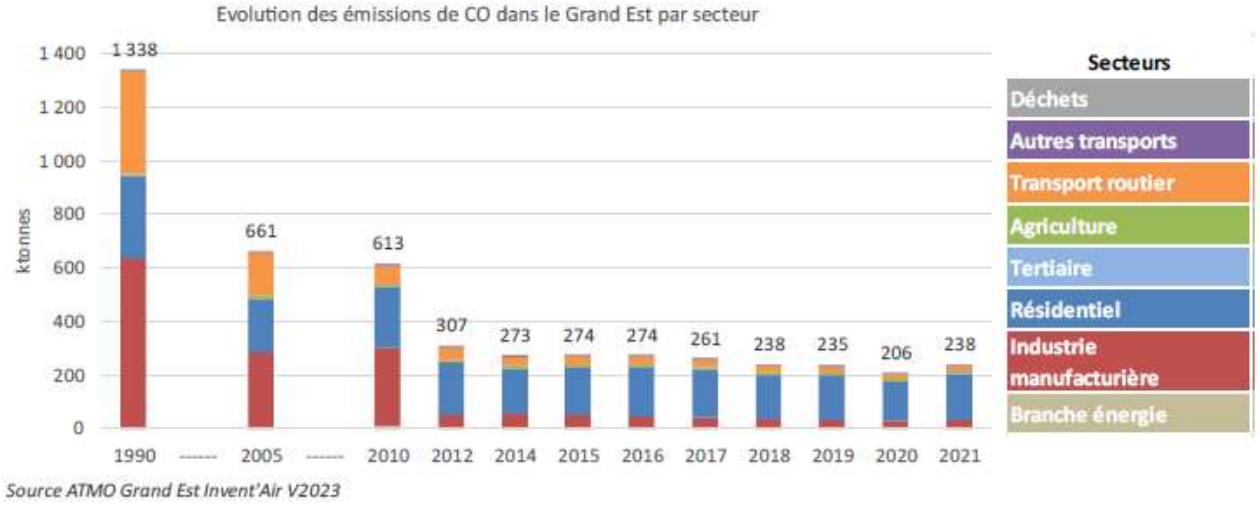
Les secteurs émissifs de CO sont similaires aux niveaux national et régional, avec une part plus importante du secteur résidentiel dans le Grand Est due au chauffage au bois

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

Sous-secteurs	%	CO (t)
Consommations d'énergie des logements	63.3%	150 681
Engins de jardinage	7.4%	17 724
Voitures particulières	5.4%	12 955
Chimie organique, non-organique et divers	5.4%	12 756
Minéraux non-métalliques et matériaux de construction	3.3%	7 896
Engins agricoles	2.6%	6 271
Métallurgie des métaux ferreux	1.9%	4 481
Engins sylvicoles	1.4%	3 263
Véhicules utilitaires légers	1.2%	2 845
BTP et construction	1.2%	2 844
Autres (somme des sous-secteurs restants < 1.2%)	6.9%	16 354



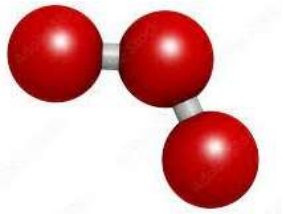
Emissions de CO par sous-secteur en 2021 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2023.pdf

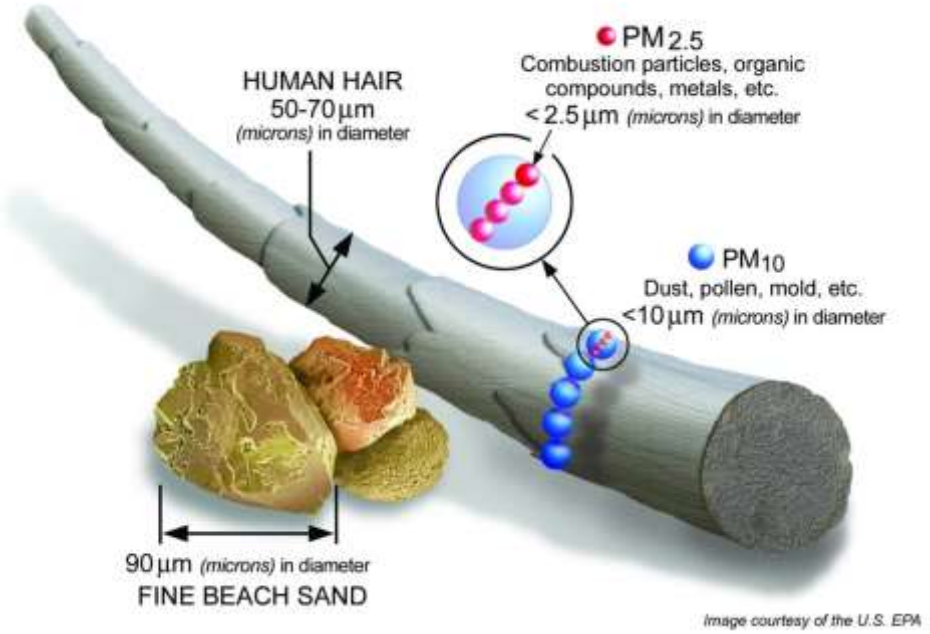
Ozone O_3



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...

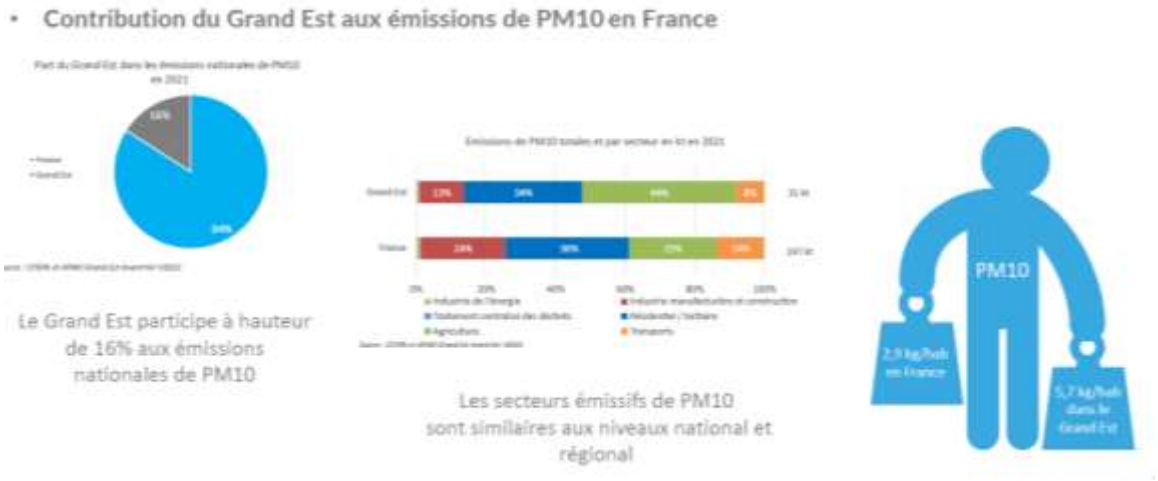
Particules PM_{10}



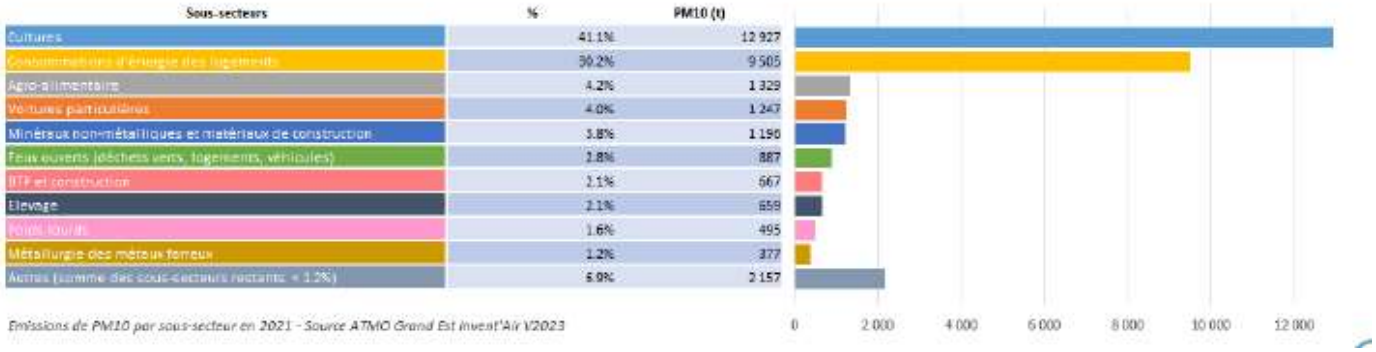
Environnement : Les PM_{10} pénètrent profondément dans les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles. Même à des concentrations très basses, les particules les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. 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.

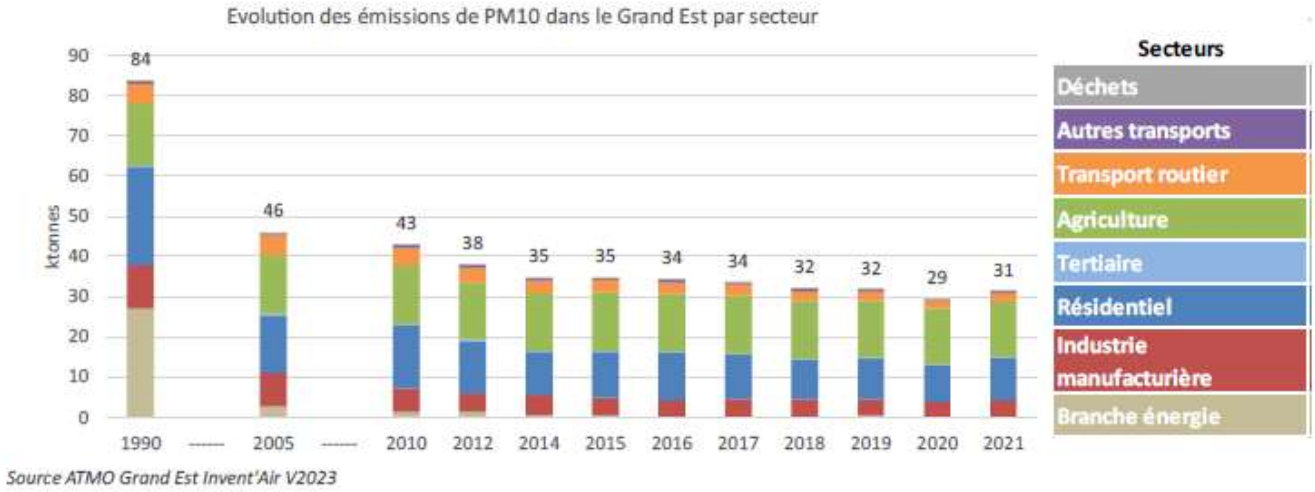
Santé : Elles réduisent la visibilité, et peuvent influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. A l'échelle globale, les particules ont un forçage radiatif négatif, c'est-à-dire refroidissant l'atmosphère terrestre, mais de nettes différences sont observées suivant leur composition chimique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



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



Emissions de PM10 par sous-secteur en 2021 - Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

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
* https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Atlas_sectoriel_V2023.pdf

ANNEXE 2 : REGLEMENTATION EN VIGUEUR

Les valeurs réglementaires et la **ligne directrice de l'OMS** (seuil non réglementaire) actuellement en vigueur pour les divers polluants mesurés sont regroupées dans le tableau suivant :

Polluants	Seuils pour la protection de la santé humaine	Conditions de dépassements	Valeurs de référence en 2024 en µg/m³ (en mg/m³ pour le CO)
Dioxyde d'azote (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
Particule (PM_{10})	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 (O_3)	Valeur cible** pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures de 120 µg/m³ 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 µg/m³ à ne pas dépasser sur un an civil	120
	Valeur cible pour la protection de la végétation	AOT 40 en µg/m³/h^{-1} en moyenne sur 5 ans	18 000
	Objectif de qualité*** pour la protection de la végétation	AOT 40 en µg/m³/h^{-1} sur un an	6 000
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne horaire	180
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240
	Lignes directrices OMS	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures de 100 µg/m³ à ne pas dépasser sur un an civil Valeur moyenne sur 8h	100 60
Monoxyde de carbone (CO)	Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	10
	Ligne directrice OMS	Moyenne sur 24 h	4
Dioxyde de soufre (SO_2)	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*

Quelques définitions :

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : 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.

Seuil d'information et recommandations : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

ANNEXE 3 : METHODES DE MESURES

Présentation des méthodes de mesure et objectifs de qualité des données

Cinq analyseurs automatiques mesurent en continu les concentrations en polluants gazeux (NOx, SO_2, CO, O_3) et en particules PM_{10}.

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). À noter que la station d'acquisition peut stocker jusqu'à dix jours de données quart-horaires.

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 (NOx)	NF X 43-018 - NF EN 14211 : Chimiluminescence
Dioxyde de soufre (SO_2)	NF X 43-019 - NF EN 14212 : Fluorescence UV
Ozone (O_3)	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 PM10	NF EN 12341 (PM10) des TEOM-FDMS – Air ambiant : Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM_{10}; $PM_{2,5}$)- 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 dans le cadre de ce suivi.

Objectifs de qualité des données dans le cadre de mesures indicatives :

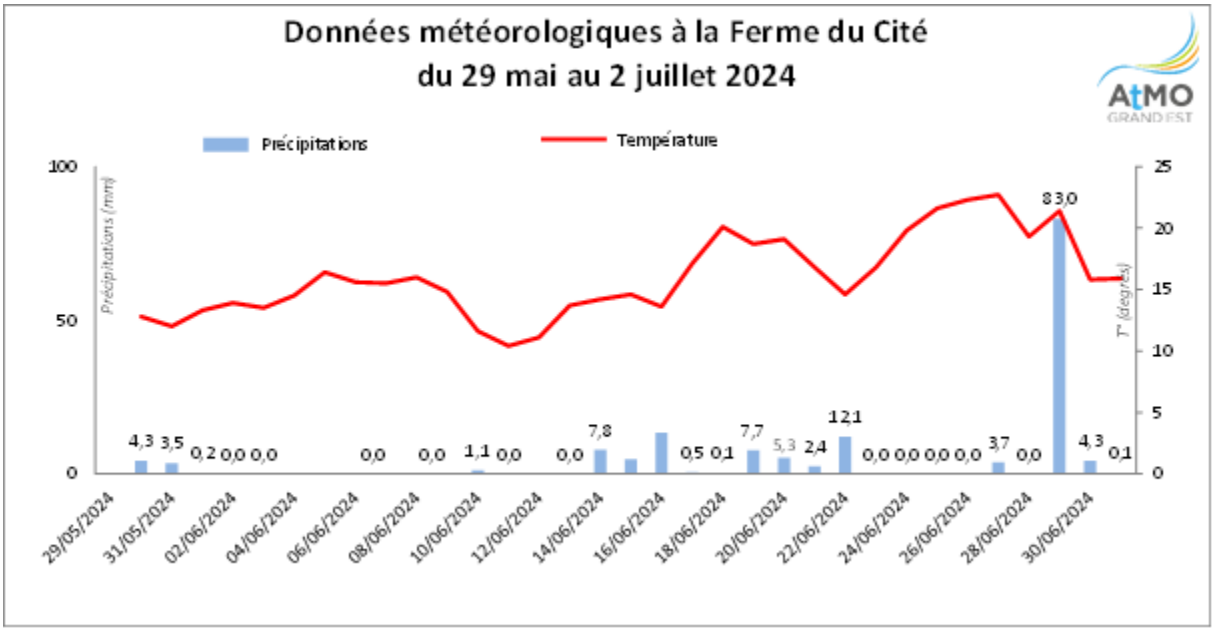
Polluant	Anhydride sulfureux, dioxyde d'azote et oxydes d'azote, et monoxyde de carbone	Particules (PM_{10}/$PM_{2,5}$) et plomb	Ozone, NO et NO_2 correspondants
Incertitude **Saisie minimale des données**	25 % 90 %	50 % 90 %	30 % 90 %
Période minimale	14 %	14 %	10% en été

Fonctionnement général d'un moyen mobile (Source : ATMO GE)

ANNEXE 4 : DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES OBTENUS LORS DES DEUX PERIODES DE CAMPAGNES EN 2024

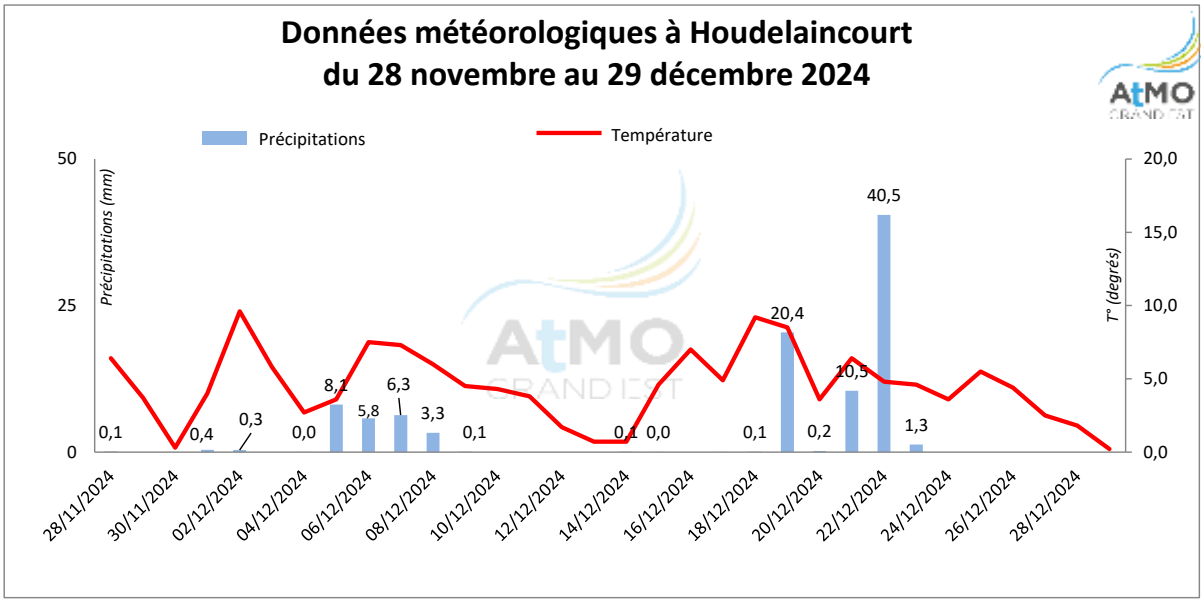
Première période de mesures en 2024 :

Les données proviennent de la Ferme du Cité.

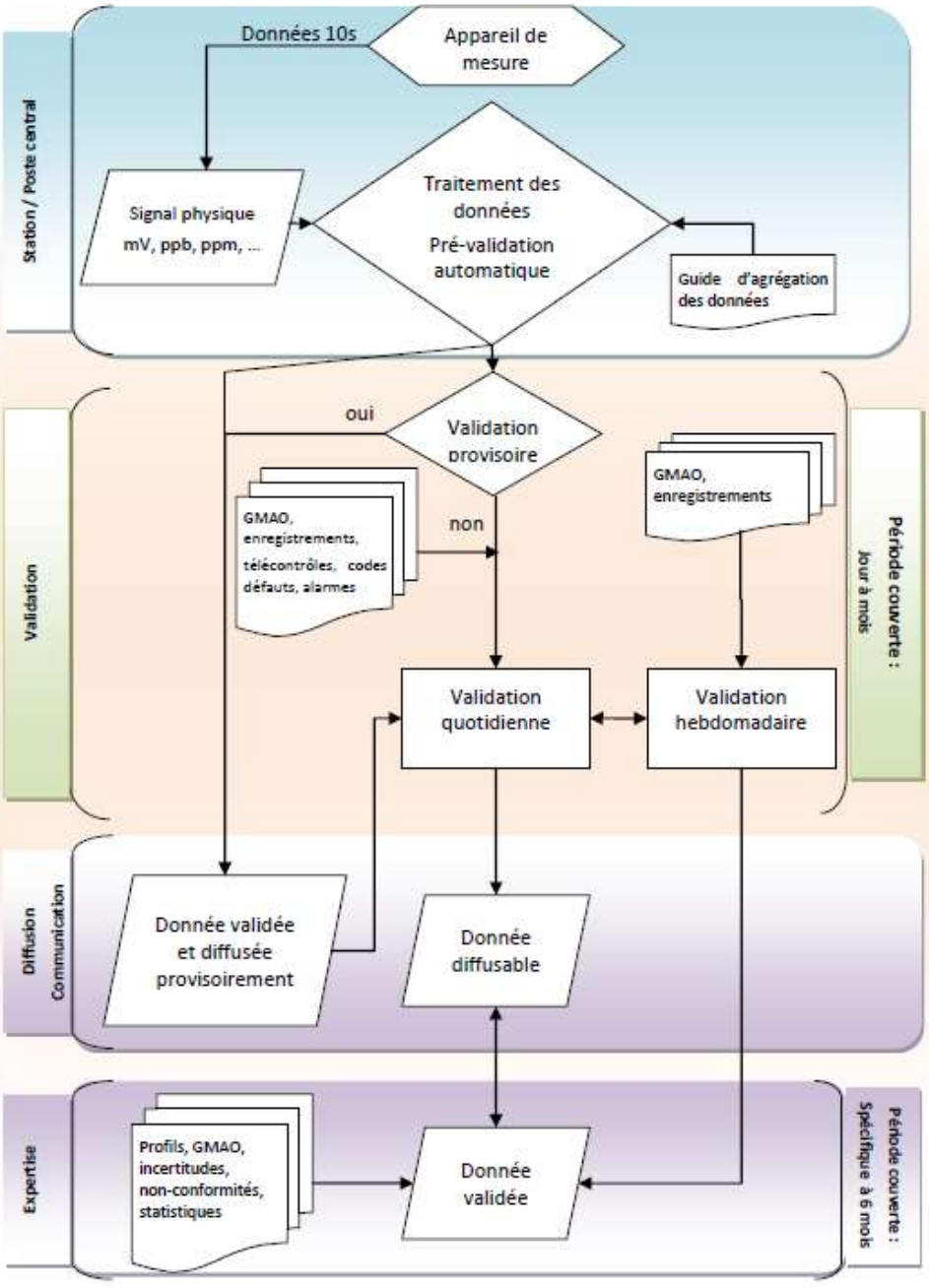


Seconde campagne de mesures en 2024 :

Les données proviennent d'Houdelaincourt (moyen mobile non équipé d'appareils météorologiques).



ANNEXE 5 : RESUME DES DIFFERENTES ETAPES DU CYCLE DE VIE D'UNE DONNEE ISSUE D'UN APPAREIL DE MESURE



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.

ANNEXE 6 : GRAPHIQUES OBTENUS PAR LA METHODE DE REGRESSION LINEAIRE POUR ESTIMER LES MOYENNES ANNUELLES EN NO_2, PM_{10} ET O_3 A LA FERME DU CITE EN 2024

Remarques :

- Une droite de régression correspond à une droite que l'on peut tracer dans le nuage de points qui représente le mieux la distribution entre deux caractères (par exemple le NO_2 mesuré à Houdelaincourt et le NO_2 mesuré à la Ferme du Cité). Cette droite prend la forme suivante : y = ax +b ; *y* est la valeur estimée, *a* est la pente de la droite et *b* le point d'intersection avec l'axe des ordonnées ; *a* et *b* sont les coefficient de régression.

Les coefficients de régression sont les quantités par lesquelles les variables d'une équation de régression sont multipliées. Le type de régression le plus couramment utilisé est la régression linéaire, ce qui est le cas ici. L'objectif de la régression linéaire est de trouver les coefficients de régression qui produisent la ligne la mieux ajustée.

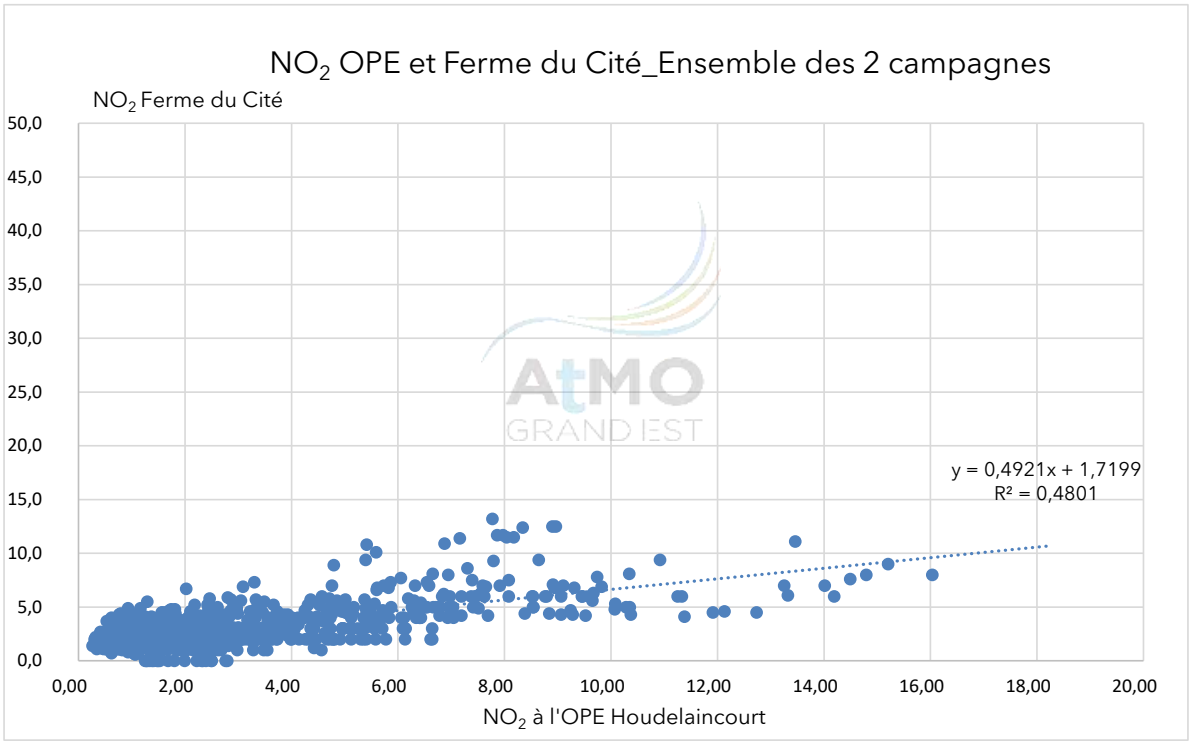
- Sur le site de mesures à la Ferme du Cité, des phénomènes ponctuels (exemple : passage ou stagnation d'un véhicule sur de courte durée…) ont pu survenir lors des deux campagnes de mesures, ce qui peut influer sur les mesures de NO_2, PM_{10} et O_3.

Ainsi :

- **Pour le NO_2 :**

  Sur un total de 1580 valeurs horaires disponibles sur l'ensemble des 2 campagnes à la Ferme du Cité, 15 valeurs ont été supprimées dans le cadre de l'étude par régression linéaire (points très éloignés de la droite de régression…), ce qui représente moins de 1% de valeurs enlevées.

  On obtient ainsi le graphique suivant (µg/m^3) :

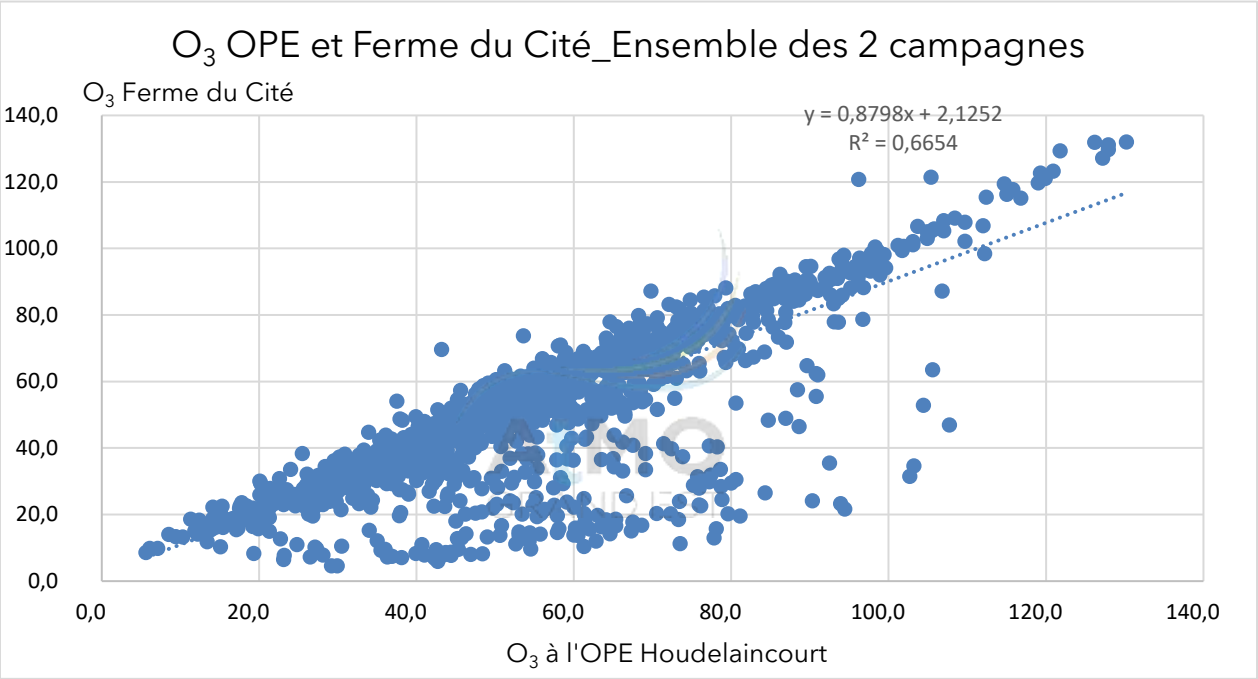


Nuage de points en NO_2 à l'OPE Houdelaincourt et la Ferme du Cité - ensemble des deux campagnes 2024

- **Pour l'O_3 :**

Sur un total de 1557 valeurs horaires disponibles sur l'ensemble des 2 campagnes, 28 valeurs ont été enlevées dans le cadre de cette étude, soit moins de 2% de valeurs supprimées.

On obtient ainsi le graphique suivant (µg/m³) :

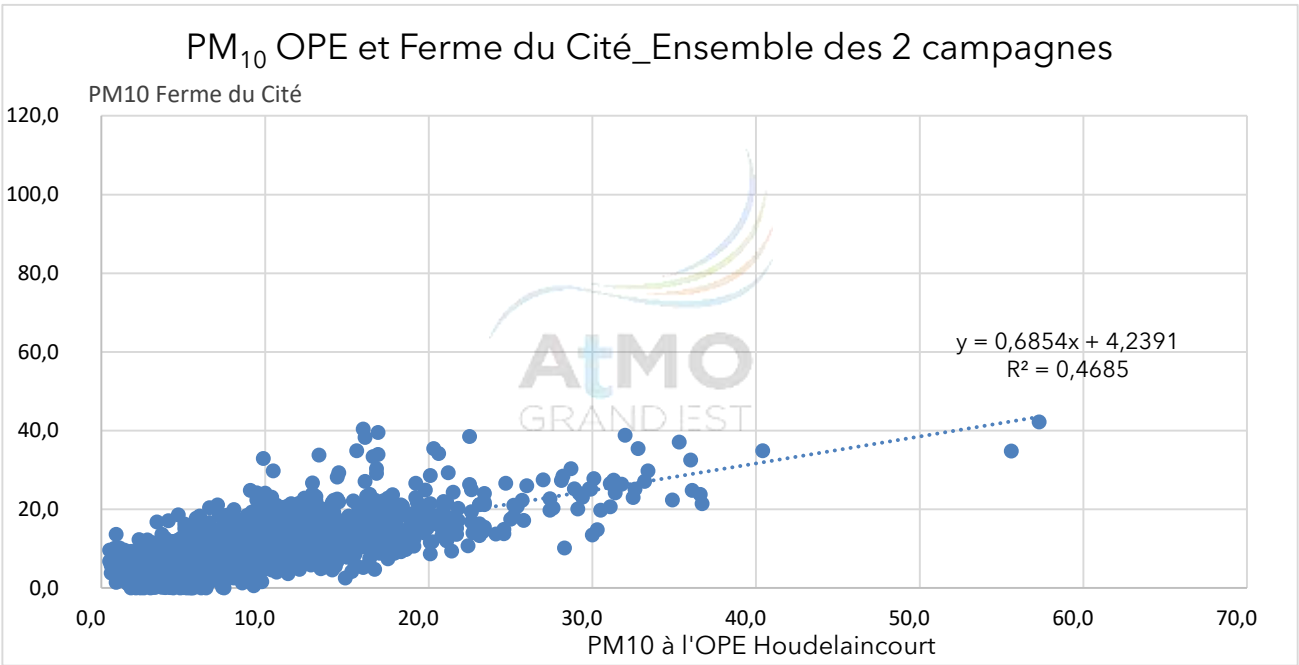


Nuage de points en O_3 à l'OPE Houdelaincourt et la Ferme du Cité - ensemble des deux campagnes 2024

- **Pour les PM_{10} :**

Sur un total de 1569 valeurs horaires disponibles sur l'ensemble des 2 campagnes, 17 valeurs ont été enlevées (points très éloignés de la droite de régression ; phénomènes ponctuels pouvant influer sur les données à la Ferme et faussant la corrélation etc…) soit 1% de valeurs supprimées.

On obtient ainsi le graphique suivant :

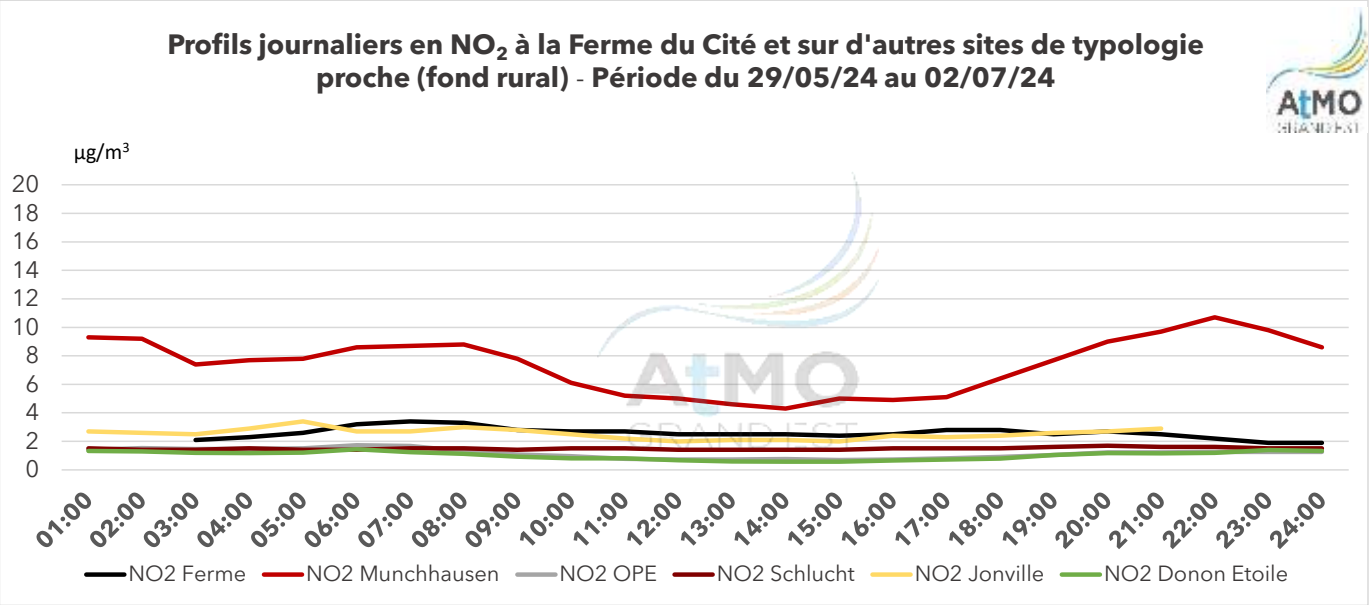


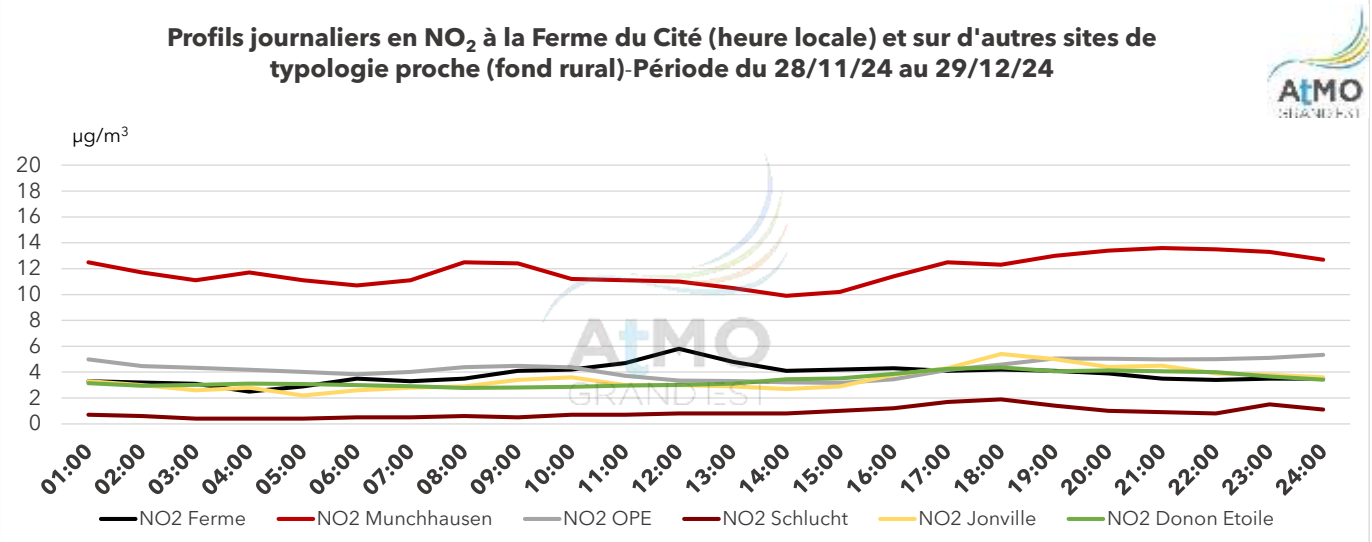
Nuage de points en PM_{10} à l'OPE Houdelaincourt et la Ferme du Cité - ensemble des deux campagnes

ANNEXE 7 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST

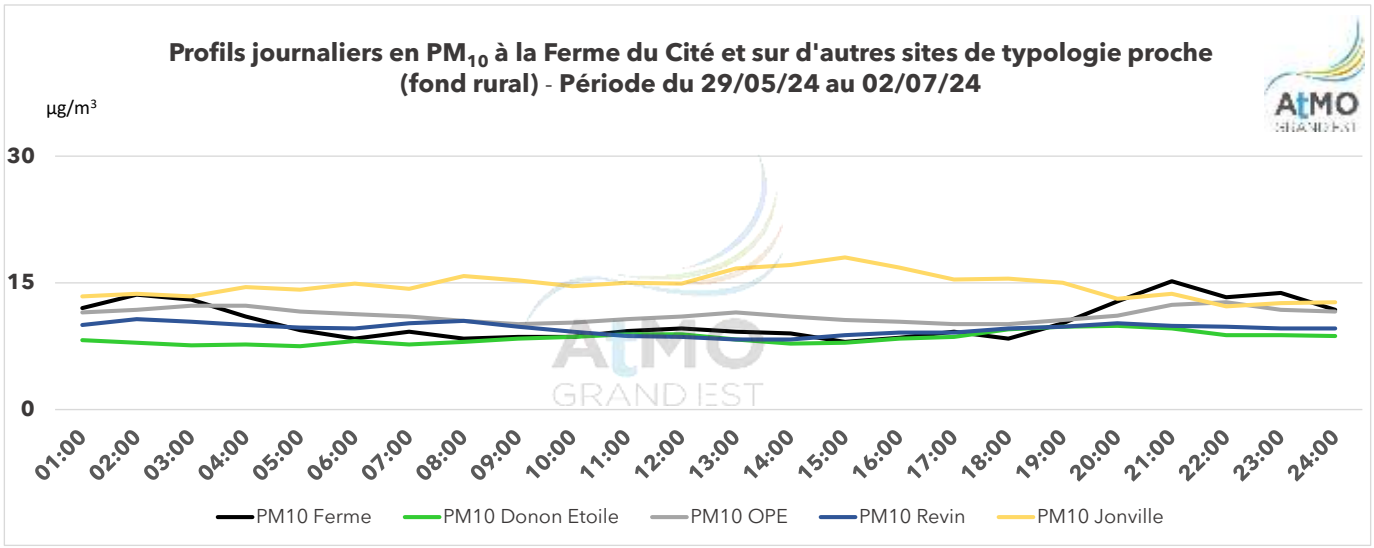
Les résultats sont exprimés en µg/m³ (sauf le CO, exprimé en mg/m³).

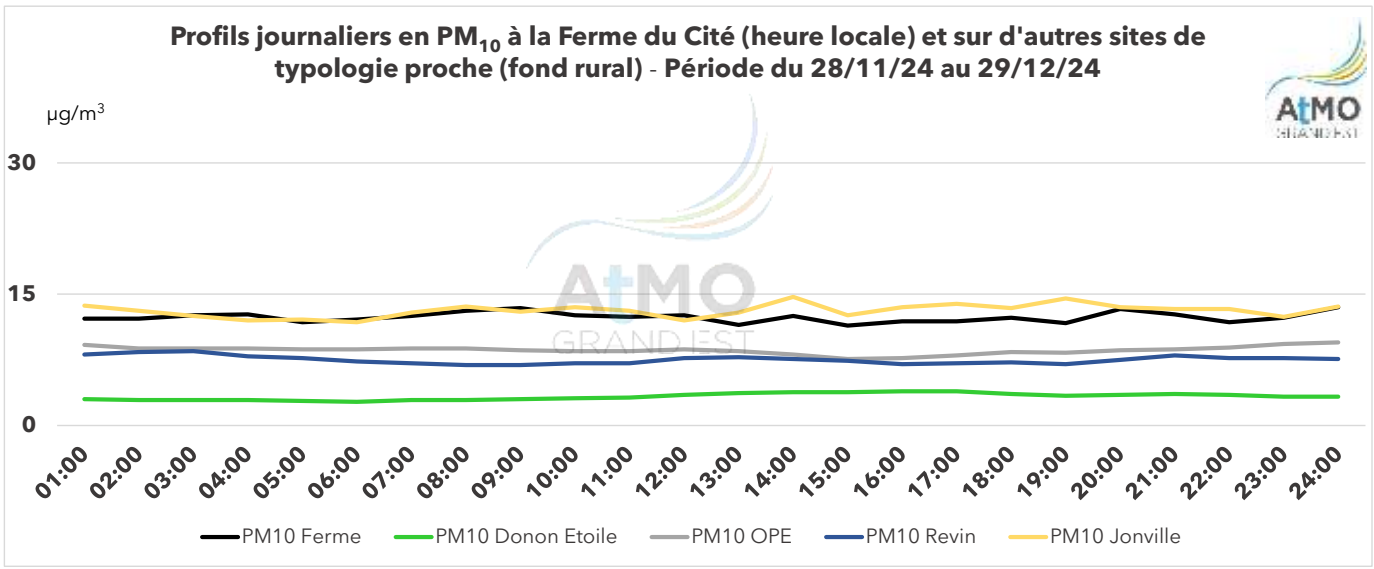
NO_2 :



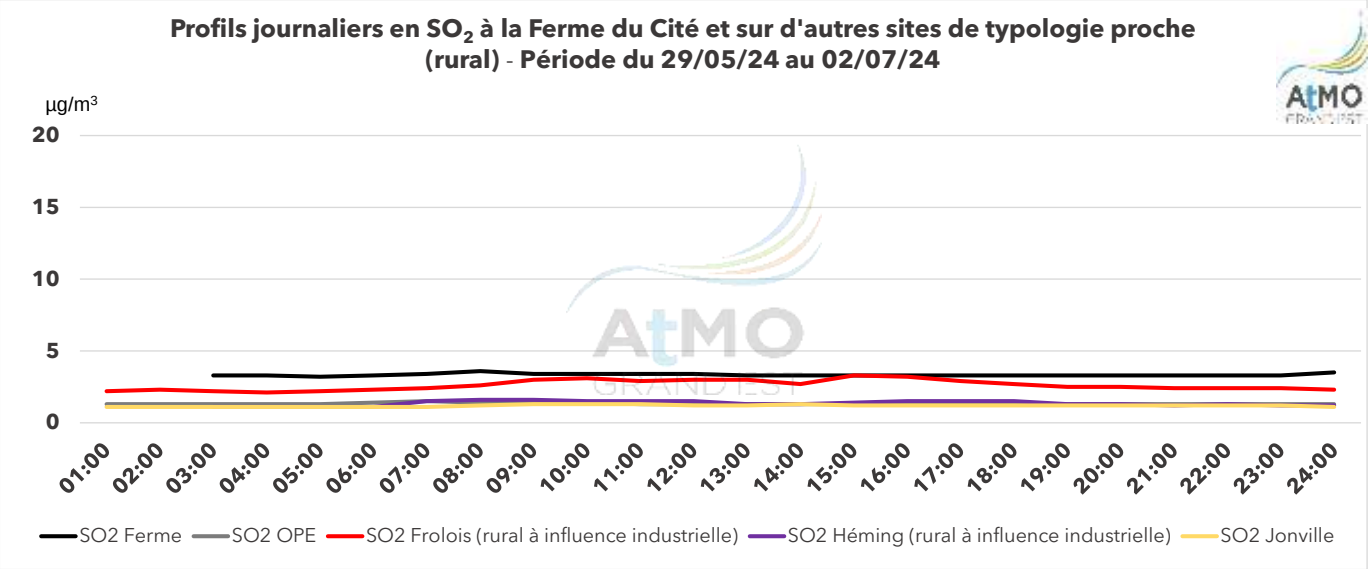


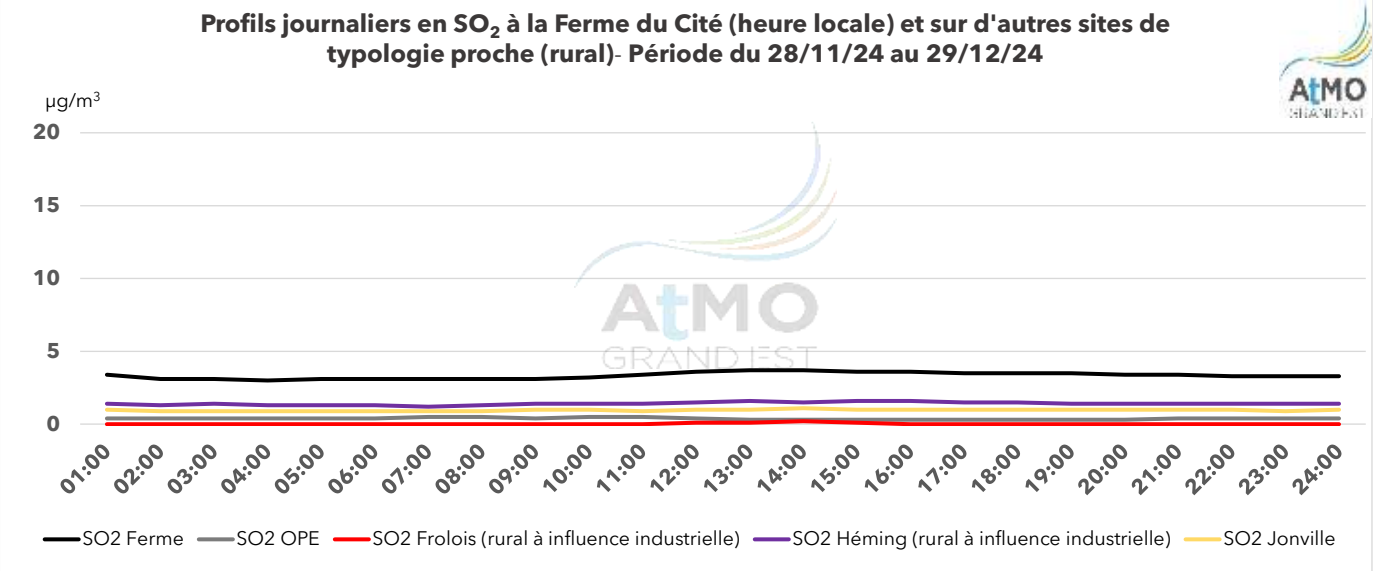
PM_{10} :


Profils journaliers en PM10 à la Ferme du Cité et sur d'autres sites de typologie proche (fond rural) - Période du 29/05/24 au 02/07/24
µg/m³
30
15
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
PM10 Ferme
PM10 Donon Etoile
PM10 OPE
PM10 Revin
PM10 Jonville

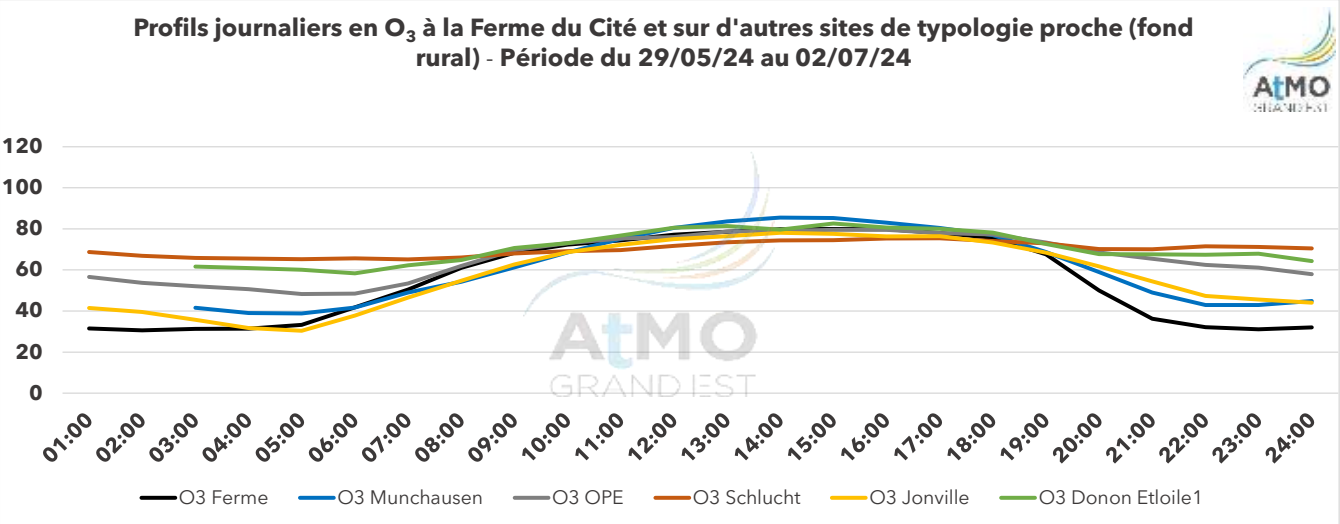

Profils journaliers en PM10 à la Ferme du Cité (heure locale) et sur d'autres sites de typologie proche (fond rural) - Période du 28/11/24 au 29/12/24
µg/m³
30
15
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
PM10 Ferme
PM10 Donon Etoile
PM10 OPE
PM10 Revin
PM10 Jonville

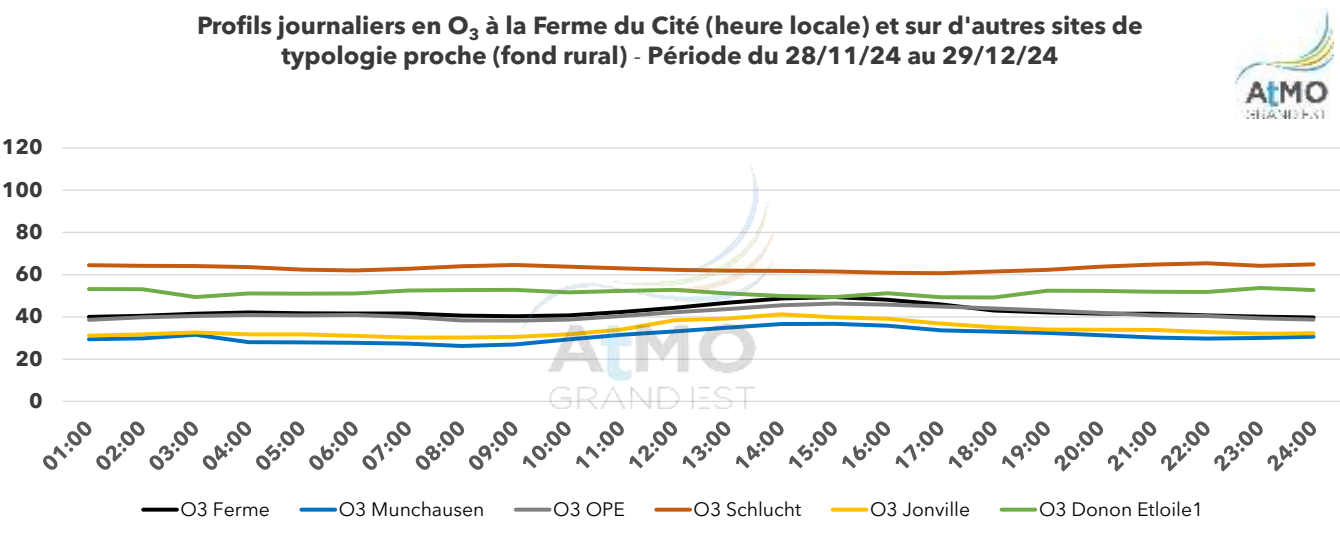
SO_2 :


Profils journaliers en SO2 à la Ferme du Cité et sur d'autres sites de typologie proche (rural) - Période du 29/05/24 au 02/07/24
µg/m3
20
15
10
5
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
SO2 Ferme
SO2 OPE
SO2 Frolois (rural à influence industrielle)
SO2 Héming (rural à influence industrielle)
SO2 Jonville

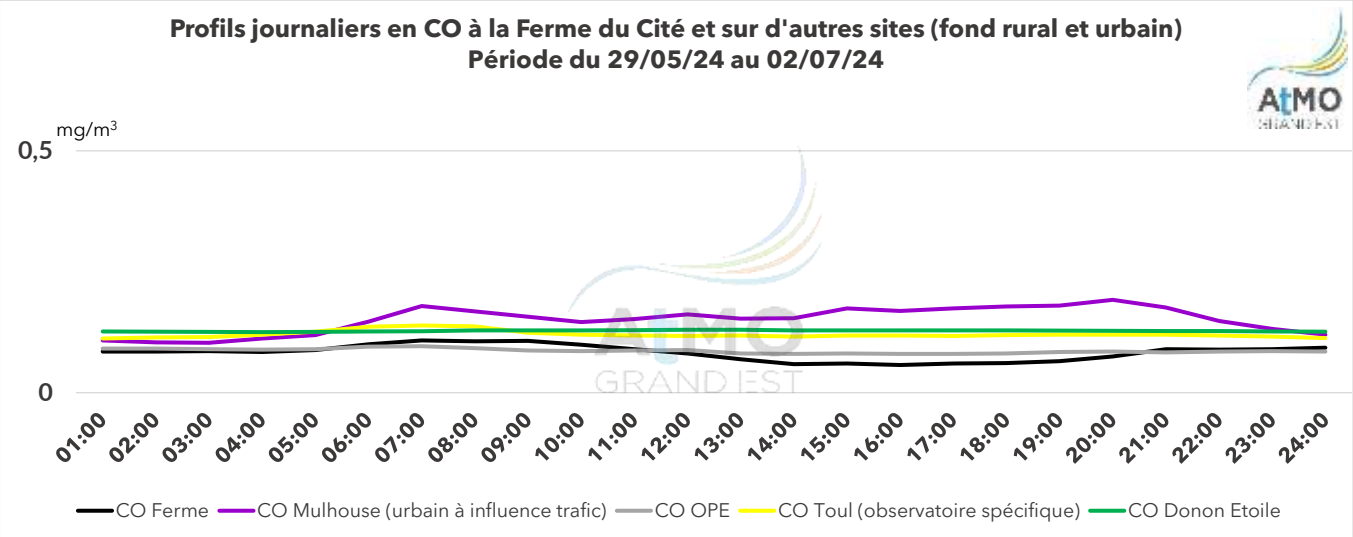

Profils journaliers en SO2 à la Ferme du Cité (heure locale) et sur d'autres sites de typologie proche (rural)- Période du 28/11/24 au 29/12/24
µg/m3
20
15
10
5
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
SO2 Ferme
SO2 OPE
SO2 Frolois (rural à influence industrielle)
SO2 Héming (rural à influence industrielle)
SO2 Jonville

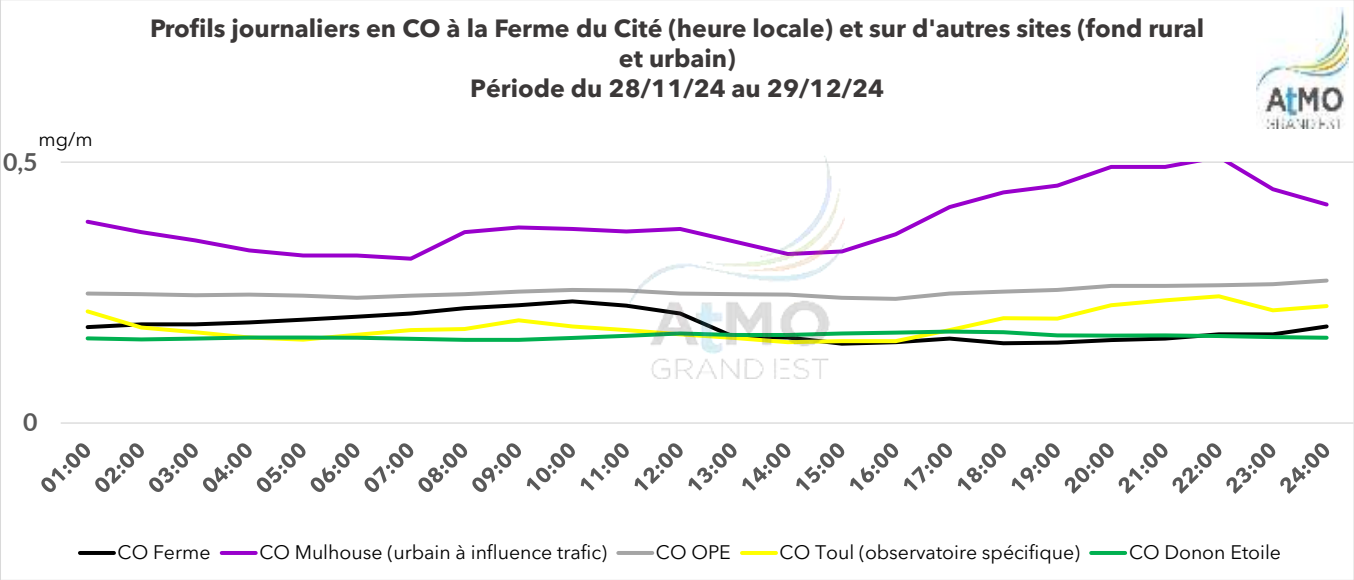
O_3 :


Profils journaliers en O3 à la Ferme du Cité et sur d'autres sites de typologie proche (fond rural) - Période du 29/05/24 au 02/07/24
120
100
80
60
40
20
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
O3 Ferme
O3 Munchausen
O3 OPE
O3 Schlucht
O3 Jonville
O3 Donon Etoile1


Profils journaliers en O3 à la Ferme du Cité (heure locale) et sur d'autres sites de typologie proche (fond rural) - Période du 28/11/24 au 29/12/24
120
100
80
60
40
20
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
O3 Ferme
O3 Munchausen
O3 OPE
O3 Schlucht
O3 Jonville
O3 Donon Etoile1

CO :


Profils journaliers en CO à la Ferme du Cité et sur d'autres sites (fond rural et urbain)
Période du 29/05/24 au 02/07/24
mg/m³
0,5
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
CO Ferme
CO Mulhouse (urbain à influence trafic)
CO OPE
CO Toul (observatoire spécifique)
CO Donon Etoile


Profils journaliers en CO à la Ferme du Cité (heure locale) et sur d'autres sites (fond rural et urbain)
Période du 28/11/24 au 29/12/24
mg/m
0,5
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
CO Ferme
CO Mulhouse (urbain à influence trafic)
CO OPE
CO Toul (observatoire spécifique)
CO Donon Etoile

ANNEXE 8 : COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS A LA FERME DU CITE A CEUX D'AUTRES STATIONS FIXES D'ATMO GRAND EST

Les résultats sont exprimés en µg/m³ sauf pour le CO qui est en mg/m³.

Campagne réalisée du 29/05/2024 au 02/07/2024 (C1) :

POLLUANT	Ferme Cité	Site Plateau meusien OPE (Houdelaincourt)	Site Hautes Vosges (Schlucht)	Site Agglo Nancy centre (Charles III)	Site Agglo Metz centre	*Ensemble sites ruraux de fond AGE*	*Ensemble sites urbains de fond AGE*
Typologie/ influence	rurale/fond	rurale/fond	rurale/fond	urbaine/fond	urbaine/fond	rurale/fond	urbaine/fond
NO_2	3	1	2	10	6	3	8
CO*	<1	<1	/	/	/	<1	<1 (urbain trafic)
PM_{10}	16	11	/	12	10	11	12
SO_2	4	12	/	17	/	11	16
O_3	63	66	70	62	59	64**	61

*/ : non disponible ou non mesuré * en mg/m³ ** site ruraux sans les sites de moyenne montagne*

Campagne réalisée du 28/11/2024 au 29/12/2024 (C2) :

POLLUANT	Ferme Cité	Site Plateau meusien OPE (houdelaincourt)	Site Hautes Vosges (Schlucht)	Site Agglo Nancy centre (Charles III)	Site Agglo Metz centre	*Ensemble sites ruraux de fond AGE*	*Ensemble sites urbains de fond AGE*
Typologie/ influence	rurale/fond	rurale/fond	rurale/fond	urbaine/fond	urbaine/fond	rurale/fond	urbaine/fond
NO_2	4	4	1	17	14	5	15
CO*	<1	<1	/	/	/	<1	/
PM_{10}	12	9	/	14	13	8	14
SO_2	3	0,4	/	1,3	/	1	1
O_3	43	68	63	58	58	38**	33

*/ : non disponible ou non mesuré * en mg/m³ ** site ruraux sans les sites de moyenne montagne*

ANNEXE 9 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST

Les résultats sont exprimés en µg/m^3, sauf le CO en mg/m^3. Concernant les PM_{10}, il s'agit de mesures non corrigées pour les campagnes notées C1 à C11.

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*	Moy C14*
NO	2	2	1**	1	6	0	0	1	<1	<1	<1	1	< 1	< 1
NO_2	20	12	6**	10	16	4	4	9	3	4	1	11	6	1
SO_2	1	3	1	< 1	3	1	0	0	<1	<1	2	2	< 1	< 1
PM_{10}	19	24	17	10	18	31	12	17	17	13	15	17 non corr	10 non corr	11 non corr
												30 corr●	17 corr●	16 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	0,1
O_3	23	48	52	10	25	65	41	51	71	49	67	27	40	48

Polluant	Moy C15*	Moy C16*	Moy C17*	Moy C18*	Moy C19*	Moy C20*	Moy C21*	Moy C22*	Moy C23*	Moy C24*	Moy C25*	Moy C26*	Moy C27*	Moy C28*
NO	< 1	< 1	3	< 1	<1	<1	<1	1	<1		3	<1	1	<1
NO_2	8	3	16	1	5	5	4	6	4	2	16	4	7	4
SO_2	1	<1	<1	<1	1	1	2	<1	<1	1	<1	<1	4	2
PM_{10}	11 non corr	20 non corr	10 non corr	12 non corr	10 non corr	4 Δ	10 Δ	11 Δ	8 Δ	8 ΔΔ	18 ΔΔ	10 ΔΔ	7 ΔΔ	13 ΔΔ
	16 corr●	28 corr●	22 corr●	17 corr●	24 corr●									
CO	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	<0,1	0,1	0,1
O_3	36	75	37	60	46	73	44	50	54	48	23	69	39	58

Polluant	Moy C29*	Moy C30*	Moy C31*	Moy C32*	Moy C33*	Moy C34*	Moy C35*	Moy C36*	Moy C37*	Moy C38*	Moy C39*	Moy C40*	Moy C41*
NO	3	1	1	<1	<1	<1	1	<1	1	1	<1	2	1
NO_2	13	2	5	3	3	3	8	4	4	4	5	3	4
SO_2	2	4	4	<1	<1	<1	<1	<1	2	3	3	4	1
PM_{10}	9 ΔΔ	9 ΔΔ	7 ΔΔ	12 ΔΔ	13 ΔΔ	13 ΔΔΔ	9 ΔΔΔ	10 ΔΔΔ	11 ΔΔΔ	15 ΔΔ	8 ΔΔ	16 ΔΔ	12 ΔΔ
CO	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,2	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
O_3	35	53	39	58	41	51	33	62	33	71	22	63	43

phase de creusement des puits — phase d'exploitation

● : nouvelle méthodologie appliquée depuis le 01/01/2007

** : mesures du 25 au 30 octobre 2001

Δ : mesure avec un TEOM-FDMS (pas de coefficient appliqué) ΔΔ : mesure avec un analyseur BAM ΔΔΔ : mesures avec un analyseur MP101M

: 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)
C38: du 13 juin au 13 juillet 2023 (phase d'exploitation)
C39: du 15 novembre au 14 décembre 2023 (phase d'exploitation)
C40: du 29 mai au 02 juillet 2024 (phase d'exploitation)
C41: du 28 novembre au 29 décembre (phase d'exploitation)

AtMO GRAND EST

AIR • CLIMAT • ÉNERGIE • SANTÉ

NOTRE SIÈGE

5 rue de Madrid
67300 Schiltigheim
03 69 24 73 73
contact@atmo-grandest.eu

NOS AGENCES

à Metz
20 rue Pierre-Simon de Laplace
57070 Metz

à Nancy
20 allée de Longchamp
54600 Villers-lès-Nancy

à Reims
9 rue Marie-Marvingt
51100 Reims

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B