

2023



**Suivi de la qualité de l'air sur le site
du laboratoire de recherches
souterrain de l'ANDRA à Bure
Bilan annuel 2022**

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

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

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : BOURDET Sandrine, Chargée d'études Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

Relecture : SCHNEIDER Christelle, Ingénieure Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

Approbation : JENNESON Bérénice, Responsable Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

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

Référence du projet : 00589

Référence du rapport : SURV-EN-868_2

Date de publication : 23 mai 2023

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

Le contexte

En 2022, deux campagnes de mesures de la qualité de l'air ont été réalisées sur le site de la Ferme du Cité à Bure conformément au contrat qui lie ATMO Grand Est et l'ANDRA pour la période 2020-2022 :

- une première période des mesures du 12 au 31 mai,
- une seconde période du 12 novembre au 1^{er} décembre.

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



Figure 1 : Localisation du laboratoire souterrain et du site de mesures par rapport au village de Bure (source Google Earth)

Ces deux campagnes font suite aux précédentes mesures mises en œuvre depuis 1999 par Air Lorraine puis ATMO Grand Est, dans le cadre de la construction du laboratoire de recherches.

Depuis cette date, elles se poursuivent régulièrement, dans le cadre de la phase d'exploitation. Leur but est d'estimer l'impact du laboratoire ainsi que des travaux réalisés en surface et en fond, sur la qualité de l'air.

Quels composés suivis ?

Les polluants faisant l'objet de mesures sont :

- le dioxyde d'azote NO₂,
- le monoxyde de carbone CO,
- les particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns (PM₁₀),
- l'ozone O₃,
- le dioxyde de soufre SO₂.

Ces mesures sont complétées par le suivi de paramètres météorologiques : température, précipitations, vitesse et direction du vent.

Quels résultats obtenus ?

Les concentrations moyennes obtenues en dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre issues des deux périodes de mesures restent faibles à négligeables pour ces deux derniers. Pour les PM₁₀, les teneurs mesurées sont également peu élevées, et assimilées à des niveaux moyens de fond.

Les conditions météorologiques rencontrées lors des mesures, combinées à l'environnement du site (zone rurale, absence d'activités industrielles émettrices avoisinantes, densité des émissions locales et densité de population faible...) jouent un rôle sur les niveaux dans l'air ambiant : présence de vents favorisant une bonne dispersion des polluants, des épisodes pluvieux, notamment au cours de la seconde campagne de mesures...

Les niveaux moyens en ozone O₃ sont cohérents à ce qui est généralement mesuré en contexte rural, en fonction de la période de l'année et des conditions météorologiques rencontrées.

Au final, l'ensemble des résultats des composés suivis fait état de concentrations habituellement mesurées en zone rurale, pour les périodes de mesures considérées.

Par rapport à la réglementation actuelle ?

La représentativité temporelle des mesures étant limitée (non-respect des objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE, à savoir une période minimale de mesures sur 14 % de l'année, ou huit semaines, réparties sur toute l'année), une comparaison avec les seuils réglementaires annuels est toutefois proposée dans le cadre de ce bilan, mais à titre purement indicatif.

Ainsi, en prenant en compte les résultats des deux périodes des mesures, l'ensemble des seuils réglementaires en lien avec la *pollution chronique* est respecté pour la totalité des composés suivis.

Quant aux divers seuils fixés pour la *pollution aiguë*, les résultats obtenus n'indiquent aucun dépassement du seuil d'information et de recommandations, ainsi que du seuil d'alerte pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les PM₁₀ et l'ozone.

Un comparatif des niveaux mesurés à Bure avec ceux des points fixes d'ATMO Grand Est indique des résultats globalement similaires à ceux des stations fixes rurales de la grande région. Notons que pour l'ozone O₃, les teneurs moyennes mesurées lors de la 1^{ère} période se rapprochent de celles issues des sites de fond urbain.

Un suivi des concentrations obtenues à Bure pour les divers polluants depuis le début des mesures en 1999 présente des niveaux du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre, en fonction des composés et de la saison prise en compte.

Avant-propos

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

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

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



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

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

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

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

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 	3
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES ABREVIATIONS	9
GLOSSAIRE	10
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	11
2. EMPLACEMENT DU POINT DE MESURES	12
3. PARAMETRES ETUDIES	13
3.1. CARACTERISTIQUES, ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS ETUDIES	13
3.2. INVENTAIRE DES EMISSIONS	14
3.2.1. Oxydes d'azote	15
3.2.2. Monoxyde de carbone CO	15
3.2.3. Particules PM ₁₀	16
3.2.4. Dioxyde de soufre SO ₂	16
4. METHODES DE MESURES UTILISEES	17
4.1. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE	17
4.2. CRITERES DE VALIDATION DES DONNEES	17
5. OUTILS D'INTERPRETATION DES RESULTATS	19
5.1. LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR	19
5.1.1. A l'échelle nationale et européenne	19
5.1.2. Procédures d'information et d'alerte lors de pics de pollution	19
5.2. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES SITES DE MESURES	20
6. LIMITES DE L'ETUDE	20
7. RESULTATS 	20
7.1. CONDITIONS CLIMATIQUES	21

7.2.	VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS DES MESURES	24
7.2.1.	Dioxyde d'azote NO ₂	25
7.2.2.	Dioxyde de soufre SO ₂	27
7.2.3.	Particules PM ₁₀	29
7.2.4.	Ozone O ₃	31
7.2.5.	Monoxyde de carbone CO.....	33
7.2.6.	Profils journaliers	34
7.2.7.	Comparaison des niveaux relevés à Bure avec ceux d'autres points fixes	36
7.2.8.	Comparaison des résultats avec ceux issus des précédentes campagnes à Bure	38
8.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	39

ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES A L'OPE HOUDELAINCOURT

ANNEXE 5 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST

ANNEXE 6 : COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS A LA FERME DU CITE A CEUX D'AUTRES STATIONS FIXES D'ATMO GRAND EST

ANNEXE 7 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du laboratoire souterrain et du site de mesures par rapport au village de Bure (source Google Earth).....	3
Figure 2 : Schéma du laboratoire souterrain et vue d'une galerie ((source ANDRA).....	11
Figure 3 : Localisation du point de mesure de la qualité de l'air à Bure (Ferme du Cité) et photo du moyen mobile sur le site.....	12
Figure 4 : Exemple de paysage en périphérie du laboratoire souterrain (Ferme du Cité).....	13
Figure 5 : Sectorisation des émissions 2020 de NO _x sur la communauté de communes des Portes de Meuse.....	15
Figure 6 : Sectorisation des émissions 2020 de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse.....	15
Figure 7 : Sectorisation des émissions 2020 des PM ₁₀ sur la communauté de communes des Portes de Meuse.....	16
Figure 8 : Sectorisation des émissions 2020 de SO ₂ sur la communauté de communes des Portes de Meuse.....	16
Figure 9: Logigramme résumant les différentes étapes du cycle de vie d'une donnée.....	18
Figure 10 : Cycle de la pollution de l'air.....	20
Figure 11 : Station atmosphérique à Houdelaincourt (source : ANDRA).....	20
Figure 12 : Schéma d'une inversion thermique (source : Météo France-Comtoise).....	21
Figure 13 : Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2022.....	22
Figure 14 : Roses des vents période, 2012-2021 à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE).....	23
Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO ₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est).....	25
Figure 16 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO ₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est).....	27
Figure 17 : Evolution des valeurs moyennes journalières en PM ₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est).....	29
Figure 18 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O ₃ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est).....	31
Figure 19 : Evolution des valeurs moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est).....	33
Figure 20 : Profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/21 au 01/12/22 (C2).....	35
Figure 21 : Comparaison des concentrations en NO ₂ et PM ₁₀ mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand-Est.....	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composés suivis lors des campagnes de mesures.....	13
Tableau 2 : Paramètres météorologiques	21
Tableau 3 : Taux de données valides (%) des mesures issues du moyen mobile lors des deux campagnes de mesures en 2022.....	24
Tableau 4 : Niveaux moyens en dioxyde d'azote et oxydes d'azote à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	26
Tableau 5 : Résultats en dioxyde de soufre SO ₂ à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires.....	28
Tableau 6 : Résultats en particules PM ₁₀ à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	30
Tableau 7 : Résultats en ozone à la Ferme du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	32
Tableau 8 : Dépassements des seuils d'information/d'alerte relatifs à l'ozone O ₃ au niveau de la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2)	32
Tableau 9 : Résultats en monoxyde de carbone CO à la Ferme du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	34
Tableau 10 : Principales tendances se dégageant des profils journaliers lors des deux campagnes réalisées en 2022 (heure locale) :	36
Tableau 11 : Bilan des résultats des deux campagnes de mesures réalisées en 2022 à la Ferme du Cité, en lien avec la réglementation actuelle.....	39

LISTE DES ABBREVIATIONS

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
NO _x :	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

CIGEO : Centre industriel de stockage géologique profond.

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.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Afin d'estimer l'impact sur la qualité de l'air du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne (CMHM) situé sur la commune de Bure en lien avec le projet du Centre industriel de stockage géologique profond (CIGEO), ainsi que des travaux qui sont réalisés en surface et en fond, ATMO Grand Est met en œuvre régulièrement des campagnes de mesures depuis 1999, à la demande de l'ANDRA.



Figure 3 : Schéma du laboratoire souterrain et vue d'une galerie (source ANDRA)

Les périodes de mesures ont eu lieu lors des différentes phases de l'avancement du chantier et au début de l'exploitation du laboratoire. Depuis cette date, les campagnes de mesures se poursuivent régulièrement dans le cadre de la phase d'exploitation.

Ces mesures rentrent dans le cadre des actions du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) d'ATMO Grand Est (action 2 visant à caractériser l'environnement à proximité des sources d'émissions par des campagnes de mesures).

La convention actuelle liant ATMO Grand Est et l'ANDRA concerne la période 2020 à 2022, avec la réalisation de deux campagnes de mesures par an, soit six campagnes au total.

Ce rapport dresse le bilan des mesures des deux campagnes réalisées en 2022 avec un moyen mobile :

- du 12 au 31 mai (campagne C1), et
- du 12 novembre au 1^{er} décembre (campagne C2).

Tout comme pour les études précédentes, les polluants suivis ont été l'ozone, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, et les particules PM₁₀. 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 et aux procédures d'information et d'alerte,
- aux résultats provenant d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est,
- aux précédentes campagnes ayant eu lieu sur le site de Bure.

2. EMPLACEMENT DU POINT DE MESURES

Un moyen mobile (camion laboratoire ou remorque) est implanté au niveau de la Ferme du Cité à proximité nord-est du laboratoire comme l'indique la figure n°4.

Il s'agit du même emplacement depuis 1999. Cependant, depuis 2015 le moyen mobile a été déplacé de quelques dizaines de mètres par rapport aux emplacements des années précédentes. Depuis cette date il est implanté non loin d'un mur longeant la route. Ce déplacement, consécutif à des travaux/fouilles, est susceptible de générer des différences de résultats, notamment pour les données météorologiques. En effet, la proximité d'un mur¹ et la présence de la ferme peuvent contribuer à la création de turbulences locales pouvant perturber les mesures relatives à la direction et à la vitesse du vent.

Jusqu'à présent, il s'agit du seul emplacement possible et disponible au niveau de la Ferme du Cité en lien avec les contraintes techniques (branchement électrique, sécurité...).

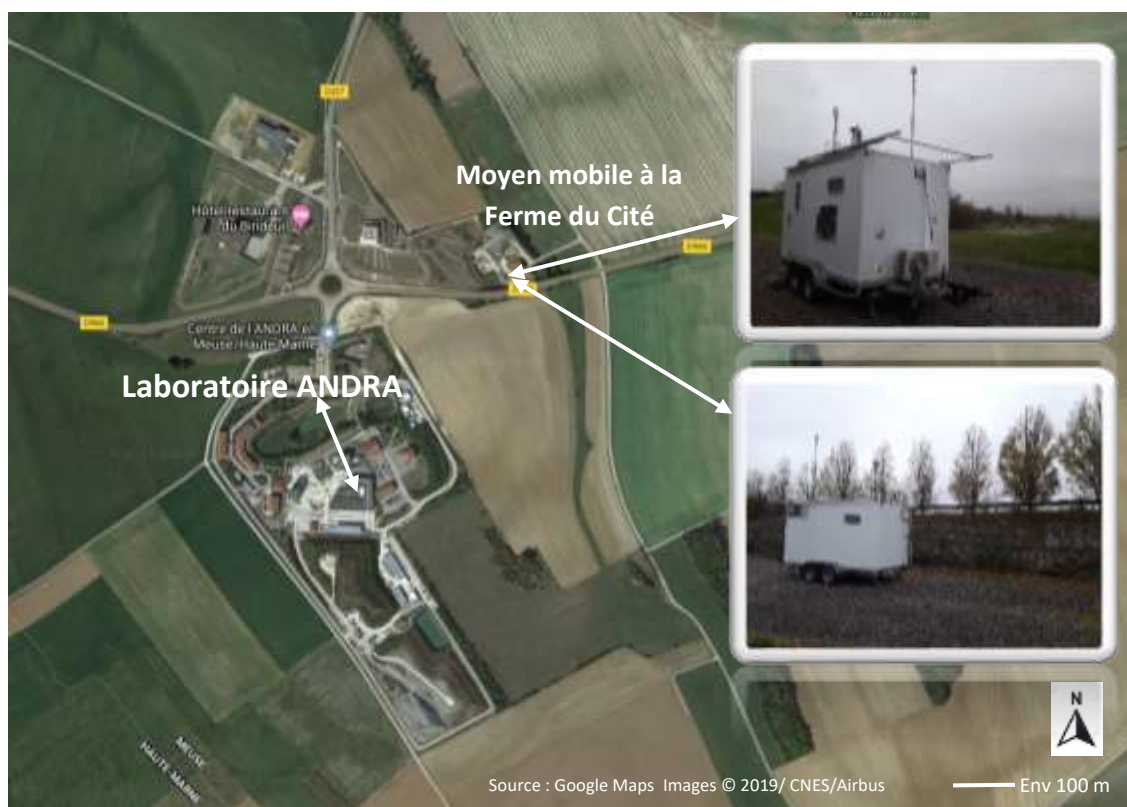


Figure 4 : Localisation du point de mesure de la qualité de l'air à Bure (Ferme du Cité) et photos du moyen mobile sur le site

¹ La hauteur du mur est d'environ 2,5 à 3 mètres. La Ferme du Cité étant en contre-bas de la D960, le sommet du mur est à peu près au même niveau de la route.

La Ferme du Cité est implantée à environ 200 mètres de la clôture du laboratoire de l'ANDRA. Ce point de mesures est caractérisé par :

- La présence, aux alentours, de larges zones agricoles découvertes et à plusieurs centaines de mètres des habitations et des routes les plus proches (moins de 750 véhicules en Trafic Moyen Journalier Annuel au niveau de la RD 960),
- L'absence d'activités industrielles à proximité directe du site. L'activité industrielle locale demeure essentiellement tournée vers l'exploitation et la valorisation du bois : parqueteries, menuiseries, fabrique de meubles....



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

Figure 4 : exemple de paysage en périphérie du laboratoire souterrain

Le site est défini sous les vents dominants qui traversent le laboratoire de l'ANDRA.

3. PARAMETRES ETUDIES

Le tableau ci-après regroupe les composés suivis dans le cadre des mesures :

Tableau 1 : Composés suivis lors des campagnes de mesures

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

Tout comme pour les précédentes campagnes, des paramètres météorologiques (température, pluviométrie, vitesse et direction du vent) font également l'objet de mesures.

3.1. CARACTERISTIQUES, ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS ETUDIES

L'annexe 1 présente l'origine des émissions de chaque composé étudié, leurs effets sur la santé et sur l'environnement.

3.2. INVENTAIRE DES EMISSIONS

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

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

- les oxydes d'azote (NO_x)
- le monoxyde de carbone (CO)
- les PM₁₀
- le dioxyde de soufre (SO₂).



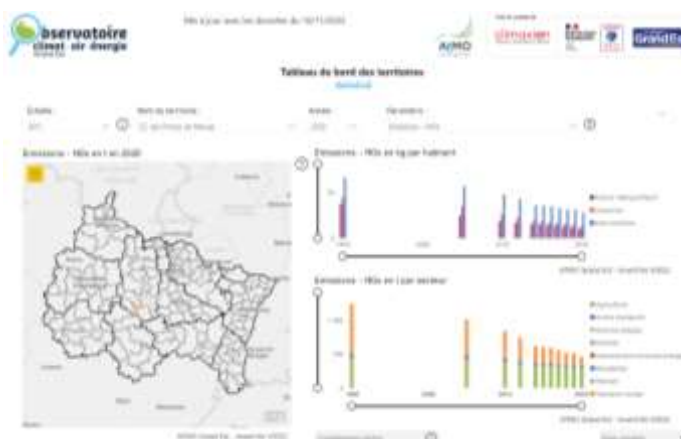
Consultez les données,
les publications Chiffres clés,
la Synthèse Grand Est et l'Atlas
Sectoriel sur le site
observatoire.atmo-grandest.eu

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

Il intègre :

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

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



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

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

3.2.1. Oxydes d'azote

La figure suivante présente la sectorisation des émissions d'oxydes d'azote.

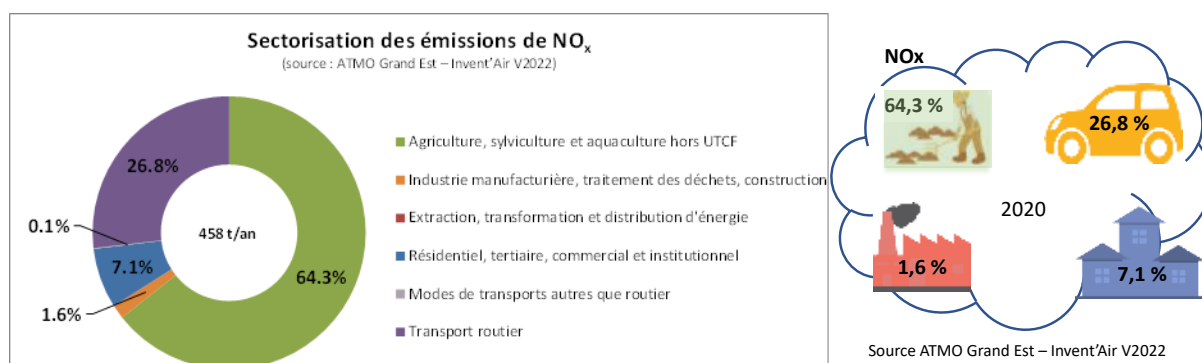


Figure 5 : Sectorisation des émissions 2020 de NO_x sur la communauté de communes des Portes de Meuse

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, 64% des NO_x provient du secteur agricole-sylvicole, suivi par le secteur du transport routier pour un peu plus d'un quart des émissions. Le secteur résidentiel-tertiaire représente moins de 10% des émissions.

Remarque :

L'inventaire V2022-année 2020 présente une différence significative des émissions en NO_x issues du secteur agricole entre 2019 et 2020, au niveau de la communauté de communes des Portes de Meuse (64% en 2020 et 20% en 2019).

Cette observation provient d'un changement important concernant le format de rapportage des émissions agricoles de NO_x et de COVNM entre cette nouvelle version d'inventaire, et la précédente : cela concerne le format de rapportage des émissions non énergétiques de NO_x et COVNM agricoles qui étaient précédemment prises en compte hors bilan en tant qu'émissions biotiques, et qui sont maintenant intégrées dans le secteur « Agriculture » (mise en cohérence avec l'inventaire SECTEN édition 2022 du CITEPA).

3.2.2. Monoxyde de carbone CO

La figure suivante présente la sectorisation des émissions de monoxyde de carbone.

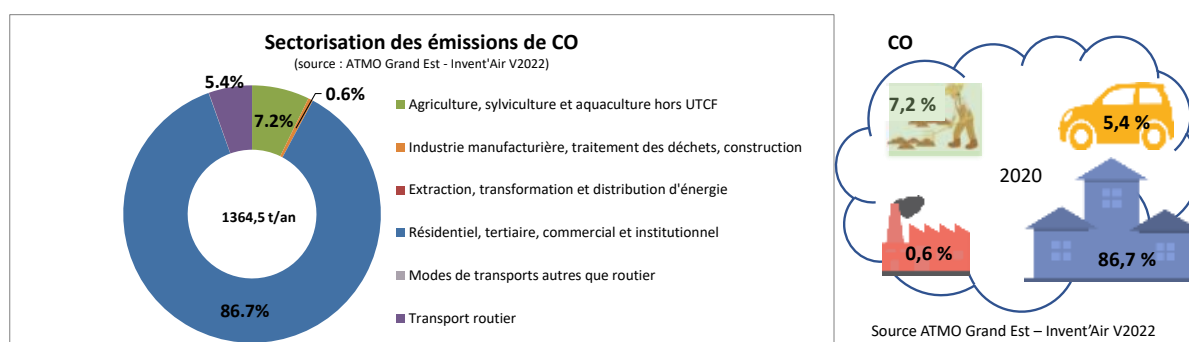


Figure 6 : Sectorisation des émissions 2020 de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse

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

3.2.3. Particules PM₁₀

La figure suivante présente la sectorisation des émissions de PM₁₀.

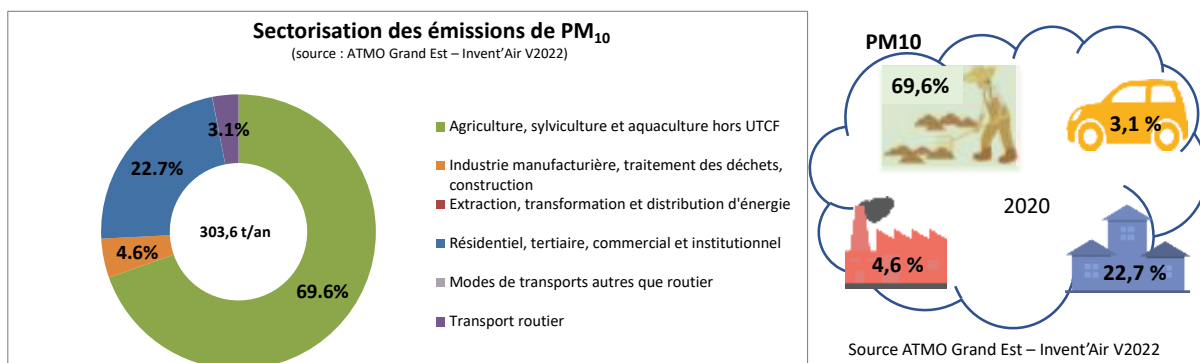


Figure 7 : Sectorisation des émissions 2020 des particules PM₁₀ sur la communauté de communes des Portes de Meuse

Le secteur de l'agriculture-sylviculture-aquaculture demeure le principal émetteur de PM₁₀ (70%), en raison du secteur géographique très majoritairement rural avec de vastes zones agricoles. Le secteur résidentiel-tertiaire vient en seconde position, avec un peu plus d'un cinquième des émissions.

3.2.4. Dioxyde de soufre SO₂

La figure suivante présente la sectorisation des émissions de dioxyde de soufre.

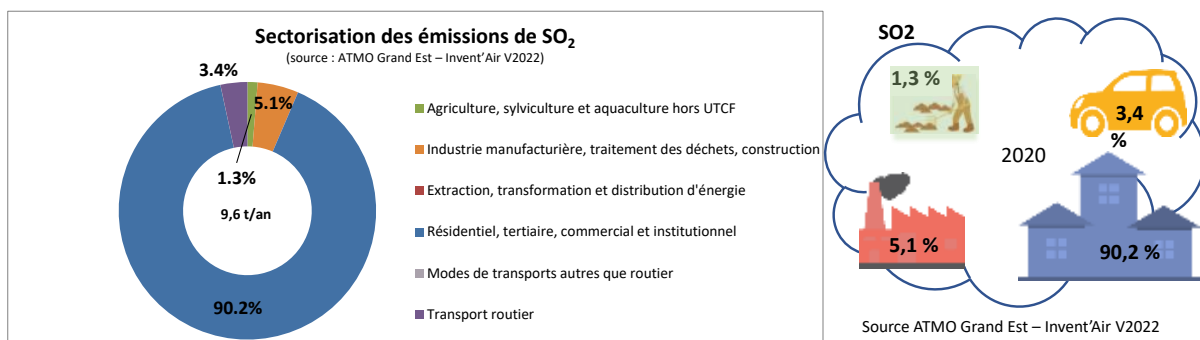


Figure 8 : Sectorisation des émissions 2020 de SO₂ sur la communauté de communes des Portes de Meuse

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

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



L'activité agricole émet la majeure partie des particules PM₁₀ (70%) et des oxydes d'azote (64%). Ce constat est à mettre en lien avec le caractère rural de la zone étudiée qui est couverte par de larges surfaces agricoles.

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



Le secteur résidentiel/tertiaire émet très majoritairement du dioxyde de soufre (89%) et du monoxyde de carbone (85%). Il contribue également pour un-quart aux émissions de PM₁₀.

4. METHODES DE MESURES UTILISEES



4.1. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE

Les campagnes de mesures sont mises en œuvre avec un **moyen mobile** équipé d'analyseurs automatiques en continu. L'**annexe 2** présente les méthodes de mesures utilisées par ces appareils.

4.2. CRITERES DE VALIDATION DES DONNEES

Les différentes données obtenues au pas de temps du quart d'heure avec les analyseurs automatiques suivent un protocole de validation, étape indispensable avant d'exploiter et d'interpréter les résultats.

Le guide LCSQA
(https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf) présente le cycle de validation et d'expertise que chaque donnée quart-horaire doit suivre avant d'être qualifiée de valide.

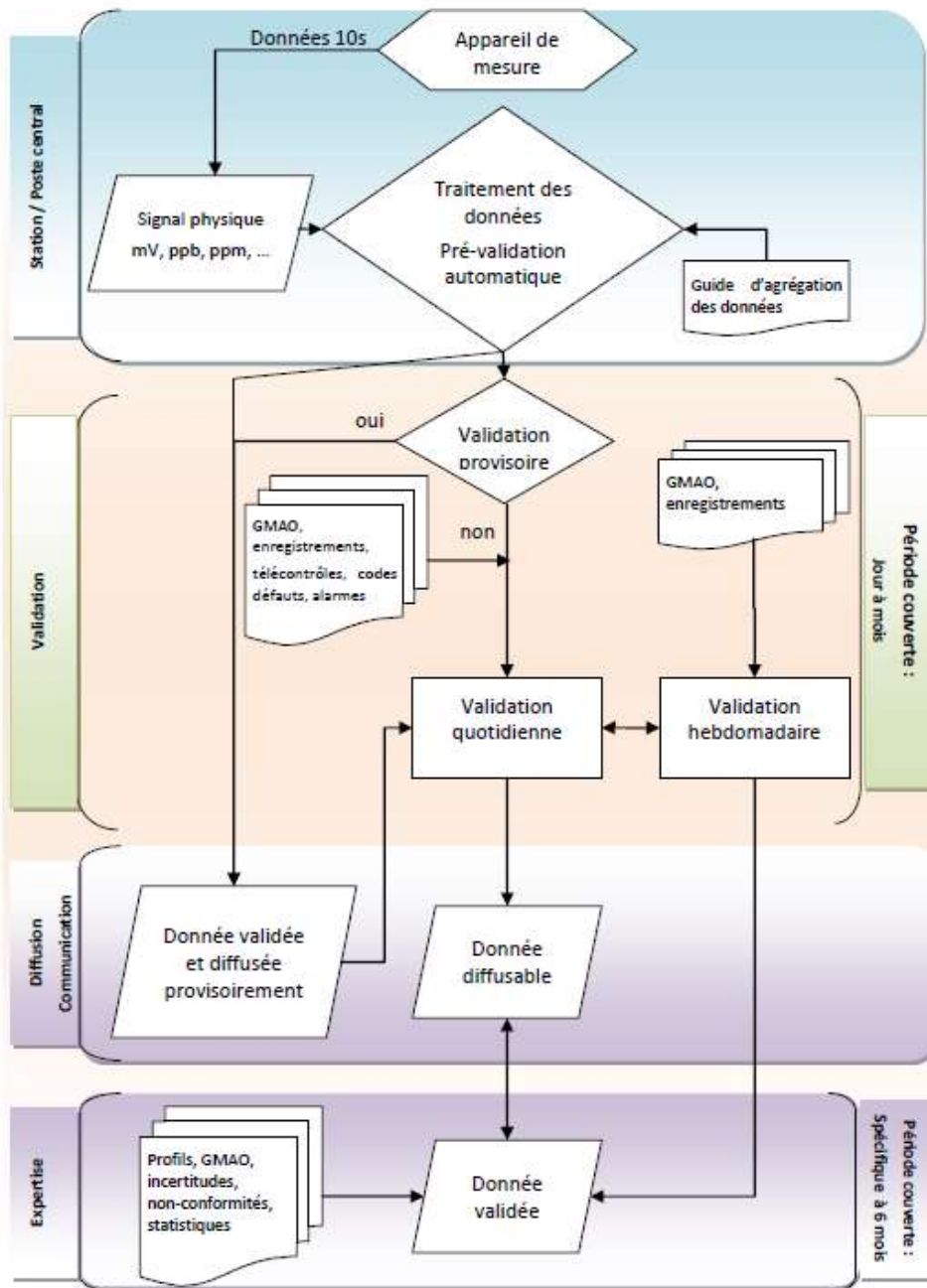


Figure 9 : Logigramme résumant les différentes étapes du cycle de vie d'une donnée issue d'un appareil de mesure (source : guide LCSQA de validation des données de mesures automatiques, janvier 2016)

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

- sur le plan technique et métrologique,
- sur le plan comportemental et environnemental des concentrations relevées, avec l'appui de la météorologie le cas échéant.

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

5. OUTILS D'INTERPRETATION DES RESULTATS

5.1. LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR

5.1.1. A l'échelle nationale et européenne

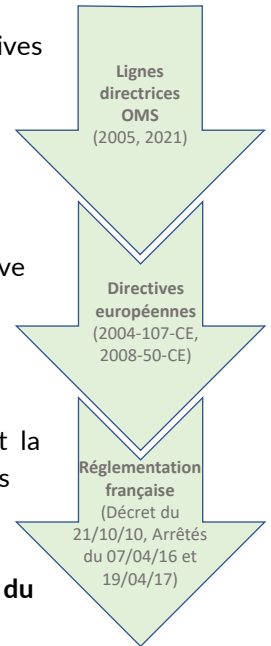
L'**annexe 3** présente les valeurs réglementaires actuellement en vigueur pour les polluants suivis.

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes.

Ces dernières ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé humaine.

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

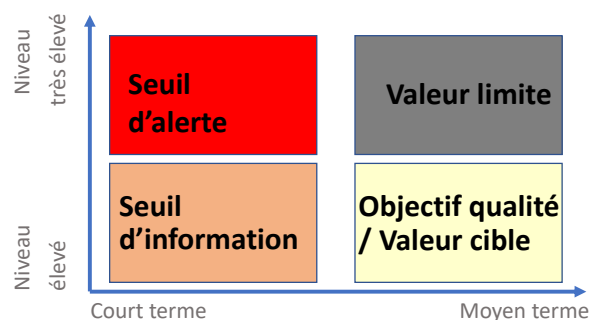
La **Directive 2008/50/CE** du 21 mai 2008 et la **Directive 2004/107/CE** concernent la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Elles précisent les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air ambiant pour différents polluants ainsi que les obligations de chaque état en termes de dispositifs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



5.1.2. Procédures d'information et d'alerte lors de pics de pollution

Pour la région Grand Est, l'**arrêté Inter Préfectoral du 24 mai 2017** définit la gestion des pics de pollution. Les procédures donnent une place importante aux outils de modélisation et les épisodes peuvent être déclenchés sur prévision en plus du simple constat sur station de mesures.

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



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

5.2. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES SITES DE MESURES

Nous comparerons les résultats obtenus à la Ferme du Cité à ceux d'autres points fixes d'ATMO Grand Est de typologie et d'influence semblable et/ou différente, en incluant la station fixe d'Houdelaincourt implantée à une dizaine de kilomètres à vol d'oiseau au nord-est de Bure.

6. LIMITES DE L'ETUDE

La représentativité temporelle des mesures à Bure étant limitée (voir partie résultats), la comparaison des résultats à la réglementation, notamment aux seuils annuels, est réalisée à titre indicatif.

Par ailleurs, l'étude est limitée à une investigation concernant l'un des maillons du cycle de la pollution de l'air, celui de la **qualité de l'air** (concentrations atmosphériques de polluants). Compte tenu de la période des mesures, l'étude permet de qualifier partiellement les niveaux observés au regard des normes actuelles de qualité de l'air.

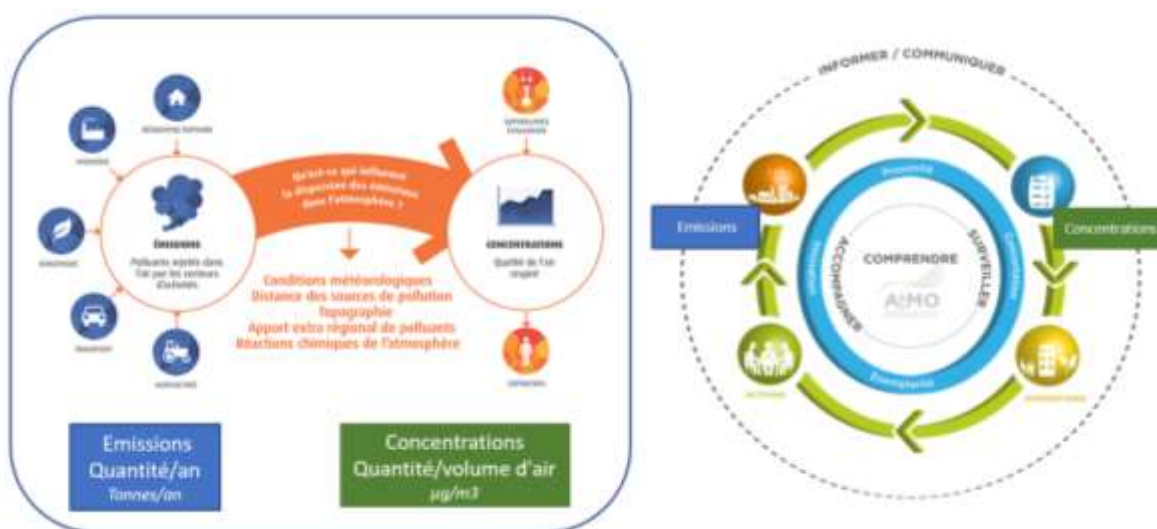


Figure 10 : cycle de la pollution de l'air

7. RESULTATS 🔍

En raison du déplacement du moyen mobile en 2015 (cf paragraphe 2), nous présentons les paramètres météorologiques issus du site fixe d'ATMO Grand Est le plus proche du secteur d'étude, à savoir Houdelaincourt, distant d'environ 10 kilomètres à vol d'oiseau au nord-est du laboratoire mobile.

Puis nous traiterons ensuite les résultats des mesures des polluants suivis.



Figure 11 : station atmosphérique à Houdelaincourt (source : ANDRA)

7.1. CONDITIONS CLIMATIQUES



Divers paramètres météorologiques contrôlent en partie le comportement des polluants dans l'air ambiant (dispersion, accumulation...). Ainsi, les niveaux mesurés peuvent varier fortement sur une courte durée.

Tableau 2 : Paramètres météorologiques

Paramètre	Rôle de paramètres météorologiques dans la formation et la 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 et 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.
Précipitations (en mm)	Elles sont généralement associées à une atmosphère instable, qui permet également une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Par ailleurs, elles entraînent au sol les polluants les plus lourds. Elles peuvent parfois accélérer la dissolution de certains polluants. Globalement, les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie, notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO ₂).
Direction du vent (en degrés) et vitesse du vent (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 :

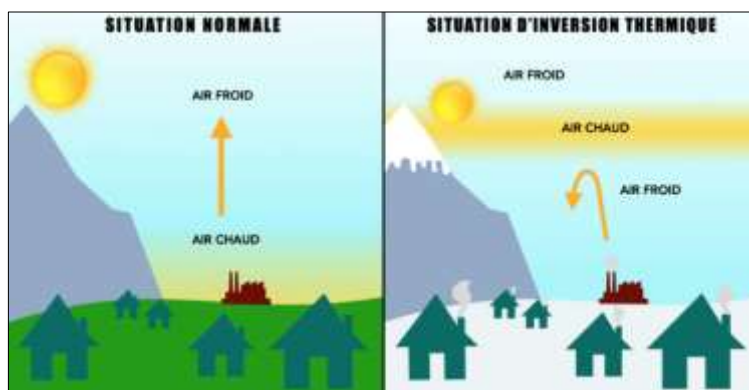
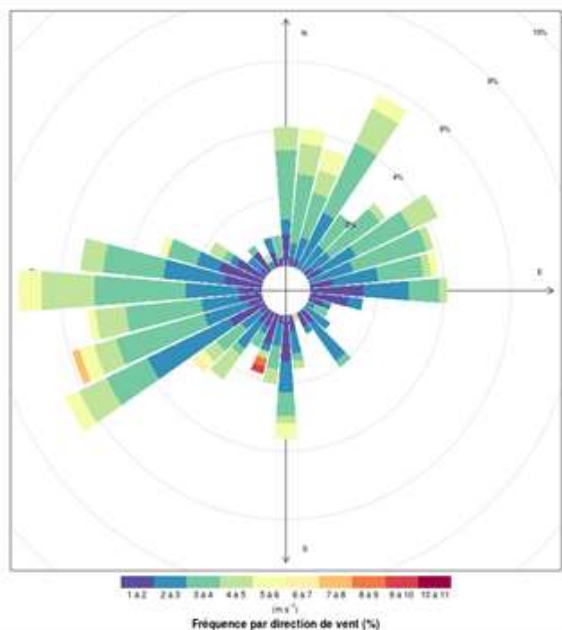


Figure 12 : schéma d'une inversion thermique (source : Météo Franc-Comtoise)

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.

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 1m/s en sont exclues.

Campagne C1 du 12/05/22 au 31/05/22
Rose des vents ATMO Grand Est à Houdelaincourt

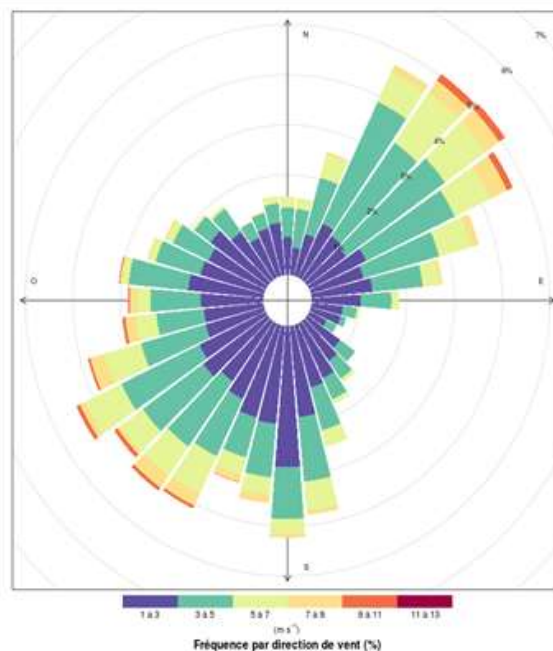


Les vents proviennent des quarts nord-est et sud-ouest dans des proportions quasi égales (respectivement 35% et 33% du temps), viennent ensuite les vents issus du quart nord-ouest (20%), puis du sud-est (12%).

Les vitesses les plus élevées (10 m/s à Houdelaincourt en données quart-horaires) ont été mesurées le 23 mai, les vents étant majoritairement compris entre 195°-245° (secteur sud-sud-ouest).

Dans l'éventualité où l'on obtiendrait des vents équivalents au niveau du moyen mobile à la Ferme du Cité, le point de mesures serait alors sous les vents dominants du site de l'ANDRA un-tiers du temps lors de la campagne.

Campagne C2 du 12/11/22 au 01/12/22
Rose des vents ATMO Grand Est à Houdelaincourt



Les vents proviennent des quarts sud-ouest et nord-est dans des proportions quasi égales (respectivement 34% et 32% du temps). Viennent ensuite les vents issus du quart nord-ouest (18%), puis du sud-est (16%).

Les vitesses les plus élevées (9,2 m/s à Houdelaincourt en données quart-horaires) ont été mesurées le 17 novembre, les vents étant majoritairement compris entre 175°-245° (secteur sud-ouest).

Le point de mesures serait sous les vents dominants du site de l'ANDRA un-tiers du temps lors de la période des mesures, en admettant que les vents soient similaires au niveau du moyen mobile localisé à la Ferme du Cité.

Lors des deux campagnes de mesures de 2022, les conditions météorologiques observées à une dizaine de kilomètres de la Ferme du Cité à Houdelaincourt sont favorables à des conditions satisfaisantes de dispersion et lessivage des masses d'air, grâce à la présence de vents dominants globalement faibles à modérés et de précipitations (notamment lors de la seconde campagne concernée par 13 journées perturbées à pluvieuses). Nous considérons ainsi que des tendances similaires sont obtenues au niveau de la Ferme du Cité.

Figure 13 : Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2022

Les mesures de la première campagne ont eu lieu au printemps, du 12 au 31 mai 2022, caractérisée par un temps plutôt chaud, ensoleillé et peu arrosé. A Houdelaincourt, la température moyenne journalière la plus basse atteint 11°C le 29 mai (même résultat à la Ferme du Cité) et la plus élevée 24°C le 19 mai (23°C le même jour à Bure).

En termes de précipitations à la Ferme du Cité, la période de campagne présente neuf jours où l'on relève de la pluie, le cumul total des précipitations s'élevant à 25,25 mm, la majorité étant mesurée les 23 et 24 mai (21,86 mm au total, sur l'ensemble de ces deux jours).

La **seconde campagne de mesures** a eu lieu en automne du 12 novembre au 1^{er} décembre 2022, caractérisée par un temps encore doux dans l'ensemble. A Houdelaincourt, la température moyenne journalière la plus basse atteint 5°C le 26 novembre (même résultat à la Ferme du Cité) et la plus élevée 11°C le 15 novembre (résultat identique à la Ferme du Cité).

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

A titre indicatif, sont présentées ci-après, pour la période 2012-2021, 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.

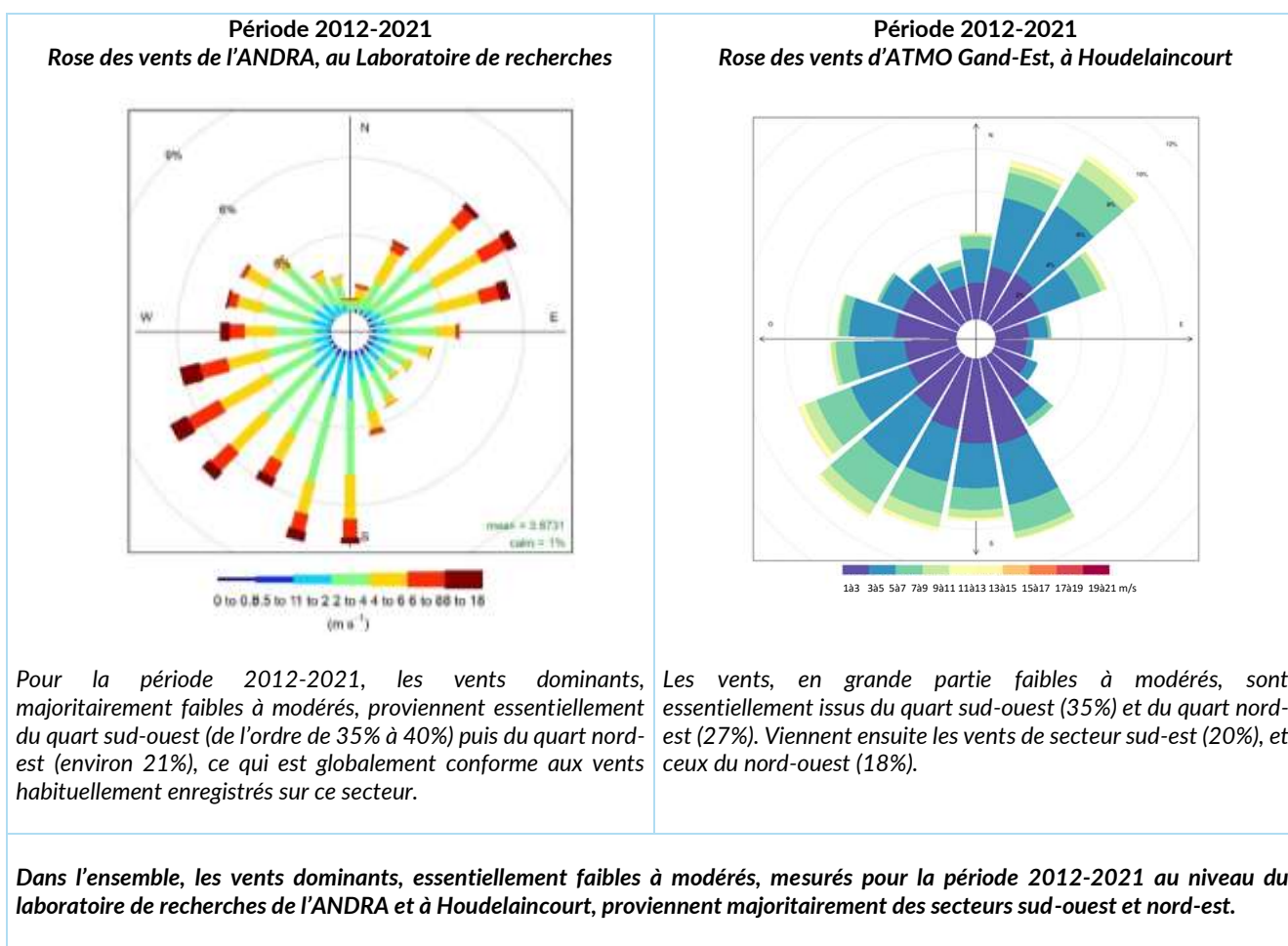


Figure 14 : Rose des vents, période 2012-2021 à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE)

7.2. VALIDATION DES DONNEES ET RESULTATS DES MESURES

Les résultats obtenus lors des périodes de mesures sont comparés aux seuils réglementaires à titre indicatif, en raison d'une représentativité temporelle limitée des mesures.

Taux de fonctionnement

Pour les polluants classiques, les calculs des moyennes horaires, des moyennes sur huit heures et des moyennes journalières doivent respecter un taux de données valides d'au moins 75%.

Lors des deux campagnes, nous obtenons des taux de mesures valides sur les deux périodes, compris entre 95% et 97% pour la première campagne, et entre 72% et 97% pour la seconde.

Le taux de 72% obtenu en PM₁₀ est lié à des problèmes d'ordre technique sur l'appareil de mesures. Pour ce polluant, les résultats sont cependant fournis mais uniquement à titre indicatif.

Tableau 3 : Taux de données valides (%) des mesures issues du moyen mobile lors des deux campagnes de mesures en 2022

Polluant	Campagne du 12/05/22 au 31/05/22	Campagne du 12/11/22 au 01/12/22
Dioxyde de soufre SO ₂	95 %	93 %
Monoxyde et dioxyde d'azote NO, NO ₂	95 %	96 %
Particules en suspension PM ₁₀	97 %	72 %
Ozone O ₃	97 %	97 %
Monoxyde de carbone CO	95 %	97 %

Afin de pouvoir calculer des moyennes annuelles pour l'ensemble des polluants suivis, la stratégie d'échantillonnage doit répondre à certains objectifs de qualité définis dans la **Directive 2008/50/CE**², à savoir une période minimale de mesures sur 14 % de l'année, ou huit semaines, réparties sur toute l'année pour être représentatif des diverses conditions de climat.

Tout comme les campagnes réalisées les années précédentes, celles mises en œuvre en 2022 ne se situent pas dans ce schéma. En effet, elles ont eu lieu sur deux périodes, sur un total de 38 jours de mesures, ce qui représente une couverture temporelle d'un peu plus de 10% de l'année ; ainsi, elles ne sont pas représentatives de la diversité des conditions météorologiques rencontrées au fil des saisons. **Toutefois, à titre purement indicatif, les concentrations mesurées au cours des campagnes de mesures sont comparées aux seuils réglementaires, dont ceux définis à l'échelle annuelle.**

² Annexe 1 de la Directive 2008/50/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.

7.2.1. Dioxyde d'azote NO₂

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes horaires en NO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022.

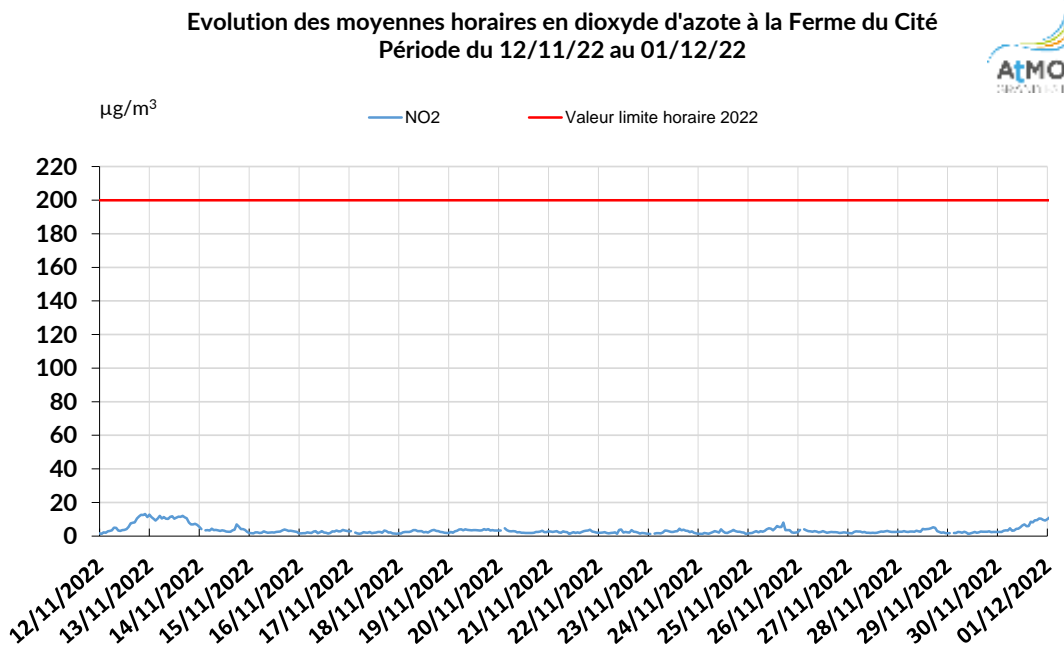
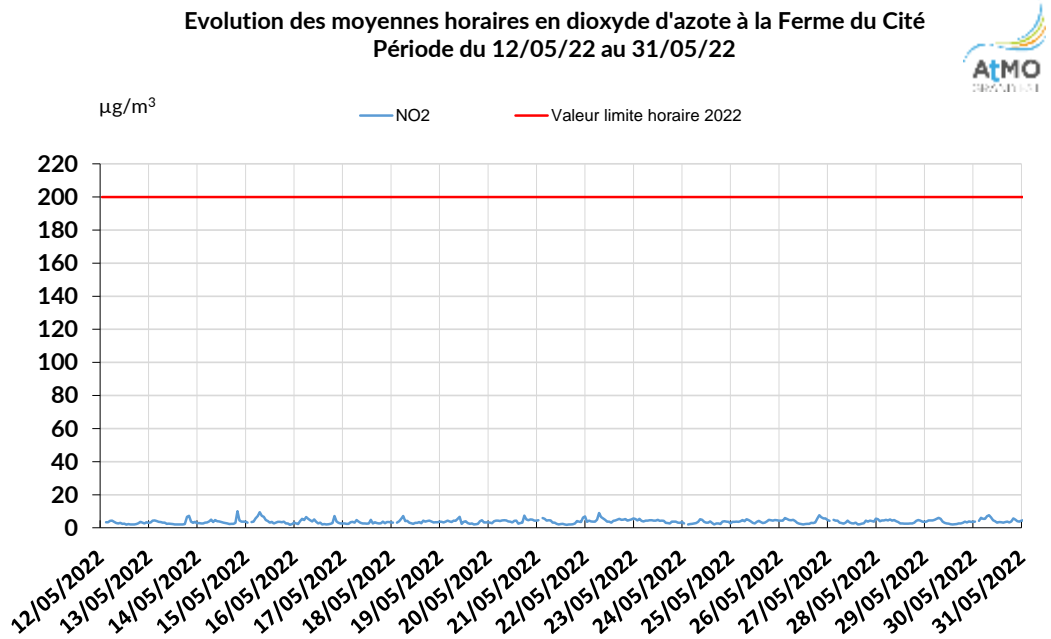


Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 4 : Niveaux moyens en dioxyde d'azote et oxydes d'azote à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dépassements sur les deux périodes de mesures	Moyenne ou maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Campagne C1	Moyenne ou maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Campagne C2
NO₂ : Valeur limite protection de la santé	annuelle	40	Non	4	4
Valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (protection santé humaine)	horaire	200	Non	10 (maximum horaire)	13 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS : - valeur annuelle à ne pas dépasser - valeur à ne pas dépasser plus d'1h/an	annuelle	10	Non	4	4
	horaire	200	Non	10 (maximum horaire)	13 (maximum horaire)
NO_x : Valeur limite/niveau critique protection de la végétation	annuelle	30	Non	5	6

Lors des deux campagnes de mesures, les valeurs moyennes en NO₂ sont très largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires (fourni à titre indicatif, les objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE n'étant pas respectés).

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

Lors des périodes de campagnes de mesures, aucun seuil d'information (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire) et/ou d'alerte (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives) n'est atteint pour le dioxyde d'azote, le maximum observé sur une heure étant inférieur à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour chacune des deux périodes de mesures.

7.2.2. Dioxyde de soufre SO₂

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes horaires en SO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022.

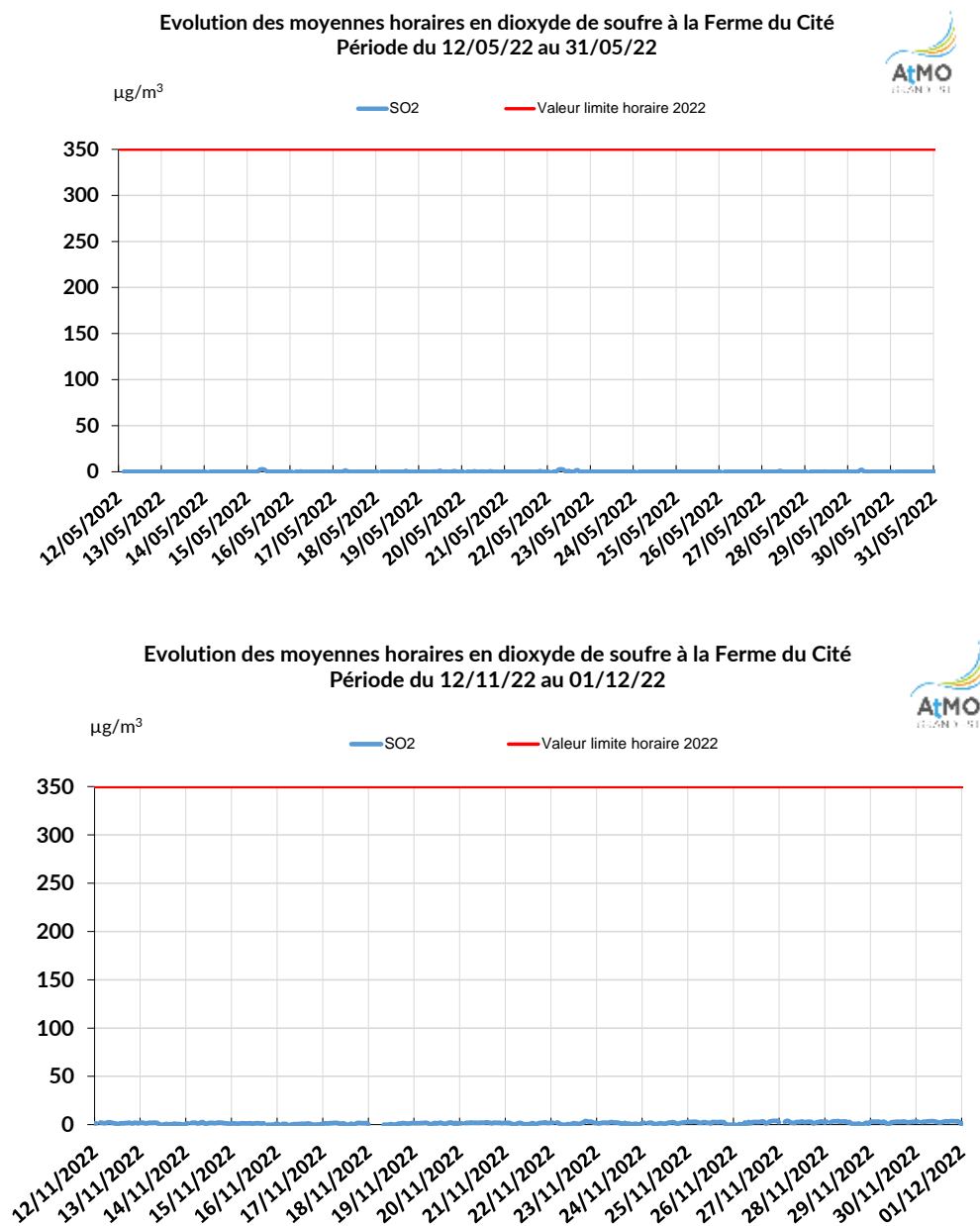


Figure 16 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 5 : Résultats en dioxyde de soufre SO₂ à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m ³)	Dépassements sur les deux périodes de mesures	Moyenne ou maximum (µg/m ³) Campagne C1	Moyenne ou maximum (µg/m ³) Campagne C2
Objectif de qualité	Annuelle	50	Non	< 1	2
Valeur limite pour la protection de la santé humaine, à ne pas dépasser plus de 3 fois par an	Journalière	125	Non	< 1 (maximum journalier)	3 (maximum journalier)
Valeur limite/niveau critique pour la protection de la végétation	Année civile et du 1 ^{er} octobre au 31 mars	20	Non	< 1 (moyenne campagne)	2 (moyenne campagne)
Valeur limite pour la protection de la santé humaine à ne pas dépasser plus de 24 fois par an	Horaire	350	Non	3 (maximum horaire)	4 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS (moyenne journalière à ne pas dépasser sur un an civil)	Journalière	40	Non	< 1 (maximum journalier)	3 (maximum journalier)

Les concentrations obtenues, négligeables, sont par conséquent largement en deçà des différentes valeurs réglementaires.

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

Avec un maximum horaire inférieur à 5 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.

7.2.3. Particules PM₁₀

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes journalières en PM₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022.

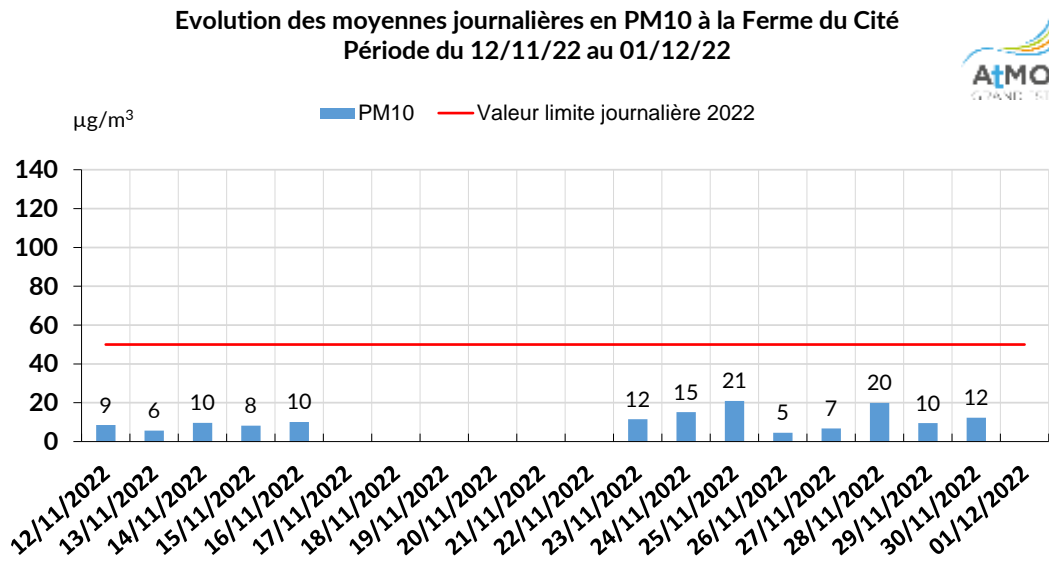
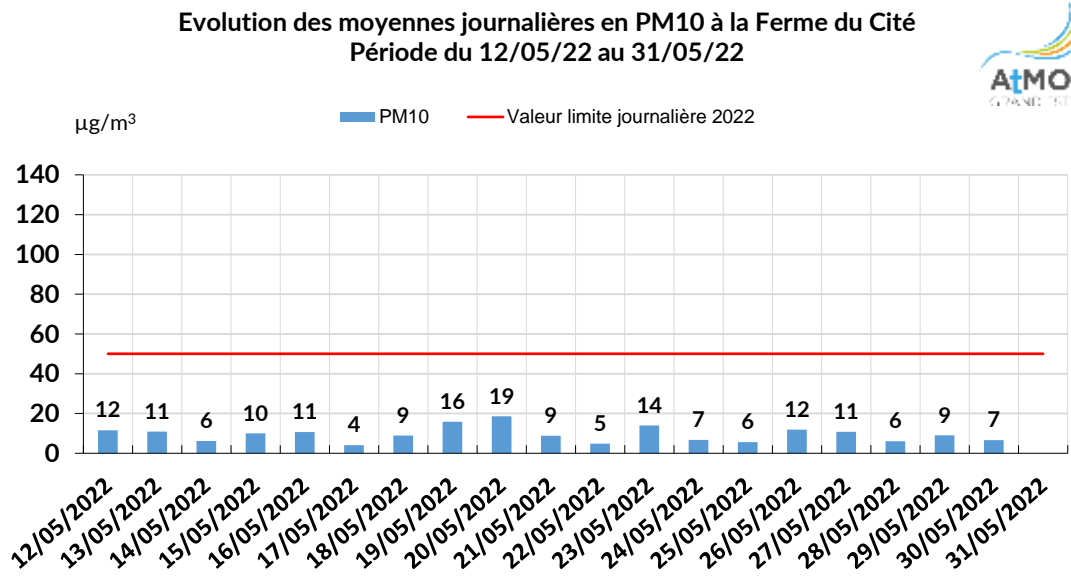


Figure 17 : Evolution des valeurs moyennes journalières en PM₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 6 : Résultats en particules PM₁₀ à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire (µg/m ³)	Dépassements sur les deux périodes de mesures	Moyenne ou maximum (µg/m ³) Campagne C1	Moyenne ou maximum (µg/m ³) Campagne C2
Valeur limite protection santé (ne pas dépasser plus de 35 fois par an)	Journalière	50	Non	19 (maximum journalier)	21 (maximum journalier)
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non	10	11
Objectif de qualité	Annuelle	30	Non	10	11
Ligne directrice OMS : -moyenne à ne pas dépasser plus de 3 jours par an -moyenne annuelle	Journalière	45	Non	19 (maximum journalier)	21 (maximum journalier)
	Annuelle	15	Non	10	11

Les différentes valeurs seuils réglementaires sont respectées au regard des concentrations obtenues en PM₁₀.

Situations au regard des procédures d'information et d'alerte :

Le seuil d'information et de recommandations relatif aux PM₁₀ (50 µg/m³ en moyenne sur 24 heures calculée de 0h à 0h) n'a pas été atteint.

Les conditions satisfaisantes de dispersion et lessivage des masses d'air lors des mesures (présence de vents dominants faibles à modérés et de précipitations, notamment lors de la seconde campagne), combinées à l'environnement du site expliquent ce constat.

7.2.4. Ozone O₃

Les graphiques suivants présentent l'évolution des moyennes horaires en O₃ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022.

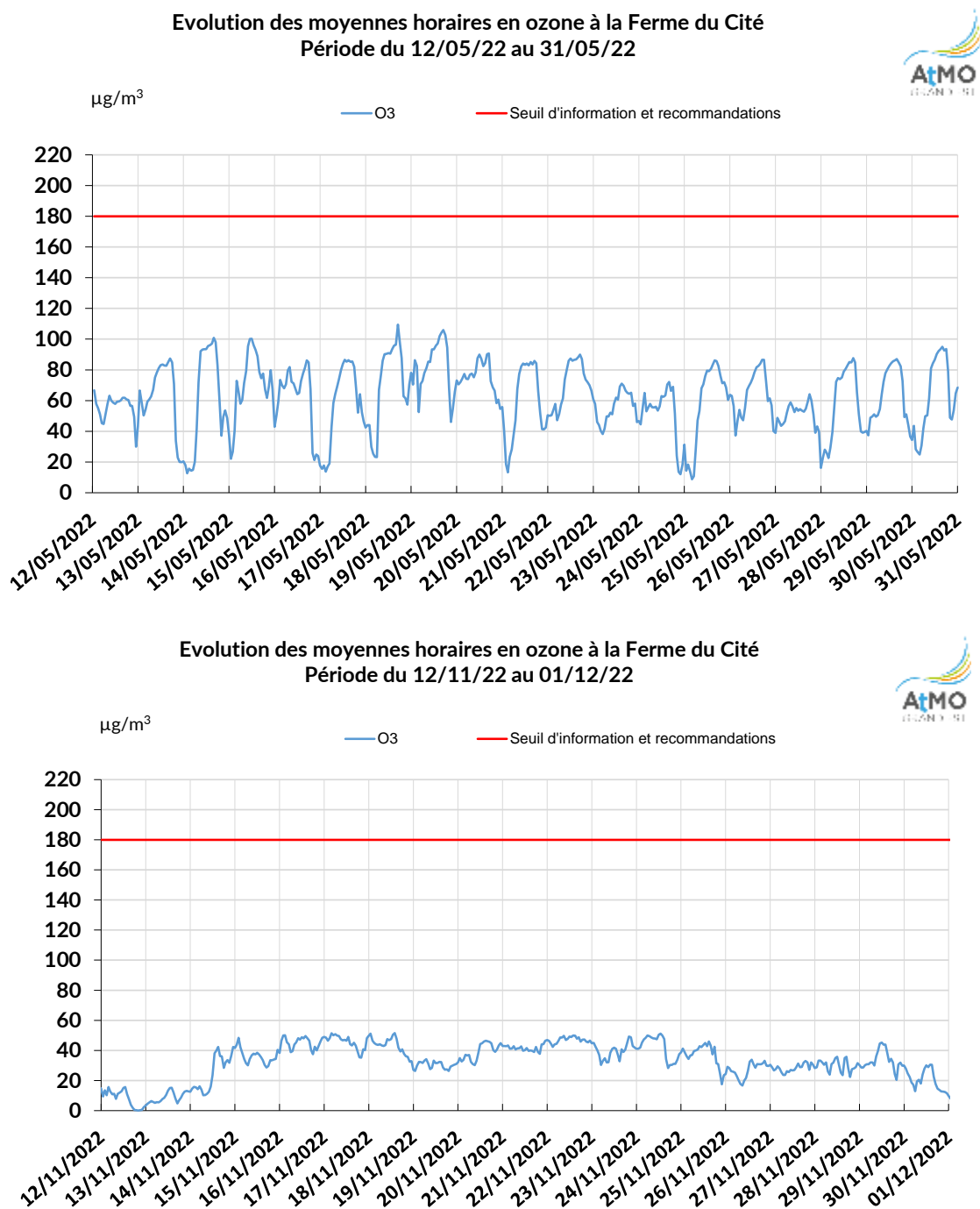


Figure 18 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O₃ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Pour rappel, ce composé d'origine photochimique présente un profil saisonnier assez marqué en été, avec des concentrations plus élevées à cette période. Son niveau de fond est minimal en période hivernale, en lien avec les conditions météorologiques en cette période de l'année (faible ensoleillement et températures basses limitant notamment sa formation dans l'air ambiant).

Tableau 7 : Résultats en ozone à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 : 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ C2 : 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Non
Objectif long terme (protection santé)	Max journalier moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	120		Non
Ligne directrice OMS	Max journalier moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	100		Non

* à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne calculée sur 3 ans

Le différents seuils sont respectés.

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

Le seuil d'information et recommandations ainsi que le seuil d'alerte n'ont pas été atteints lors des périodes de mesures. Le maximum horaire de l'ensemble des deux campagnes est inférieur à 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tableau 8 : Dépassements des seuils d'information/d'alerte relatifs à l'ozone O_3 au niveau de la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2)

Seuil	Valeur réglementaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dépassement sur l'ensemble des deux campagnes	Maximum horaire campagne C1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum horaire campagne C2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Seuil d'information	180*	Non	109	52
Seuil d'alerte	240*	Non		

* Moyenne horaire sur 1 heure

7.2.5. 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 2022.

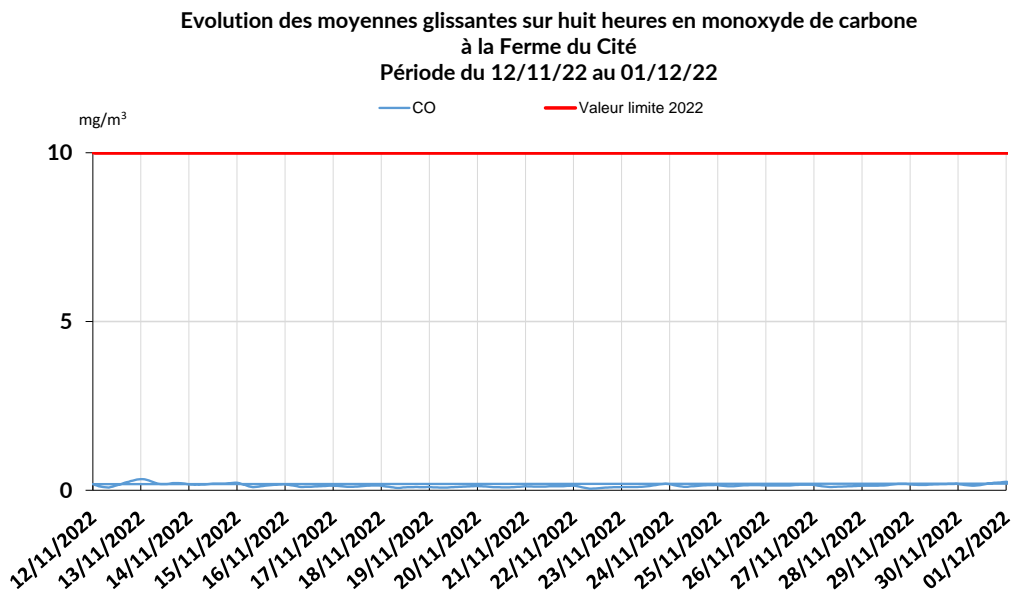
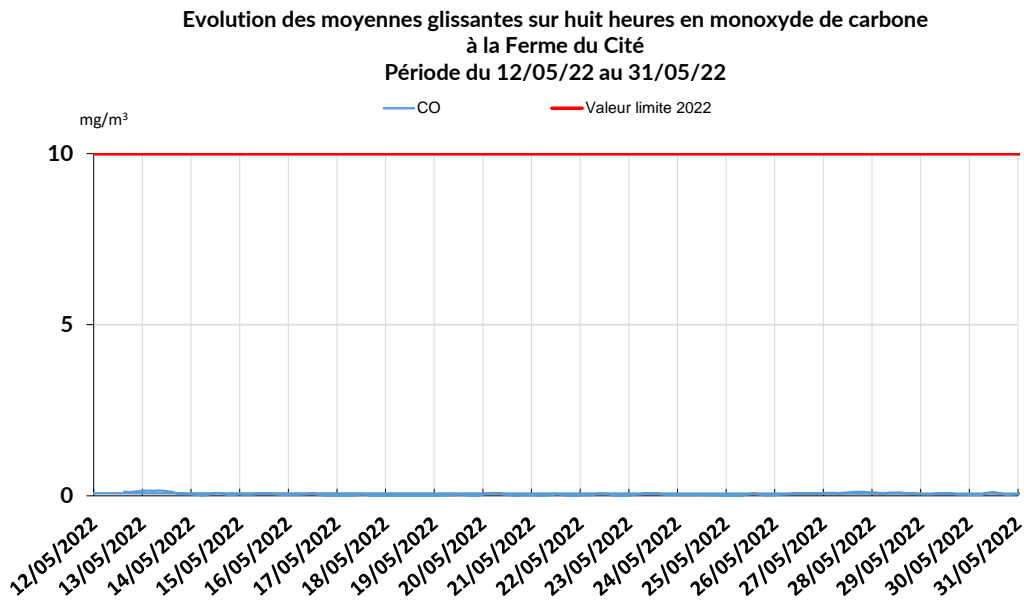


Figure 19 : Evolution des valeurs moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2022 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 9 : Résultats en monoxyde de carbone CO à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire (mg/m ³)	Dépassement sur la période de mesures	Max journalier de la moyenne glissante sur 8 heures (mg/m ³) Campagne C1	Max journalier de la moyenne glissante sur 8 heures (mg/m ³) Campagne C2
Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	10	Non	<1 (0,2)	<1 (0,3)

Pour chaque campagne mise en œuvre, les concentrations obtenues en CO sont très en deçà de la valeur limite. Pour rappel, la comparaison des résultats reste purement indicative, les objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE n'étant pas respectés.

7.2.6. Profils journaliers

La figure suivante présente les profils journaliers des divers composés mesurés à la Ferme du Cité lors des deux campagnes mises en œuvre en 2022.

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

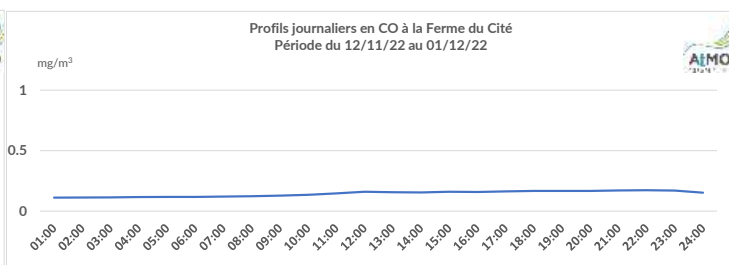
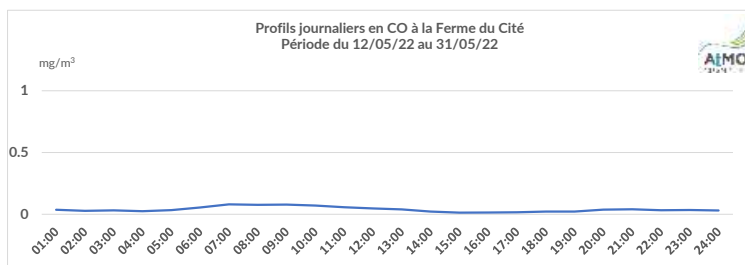
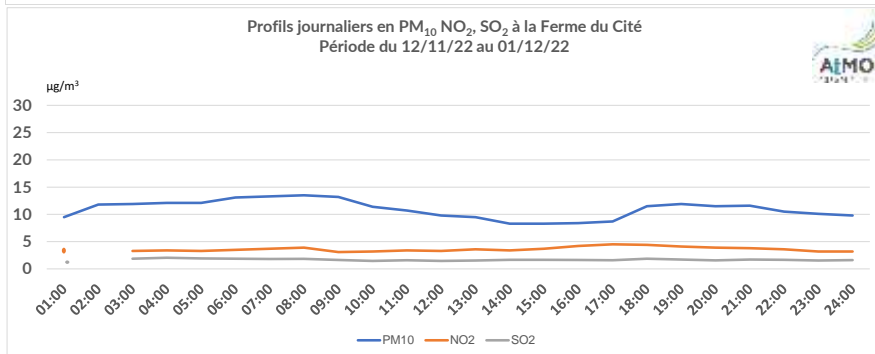
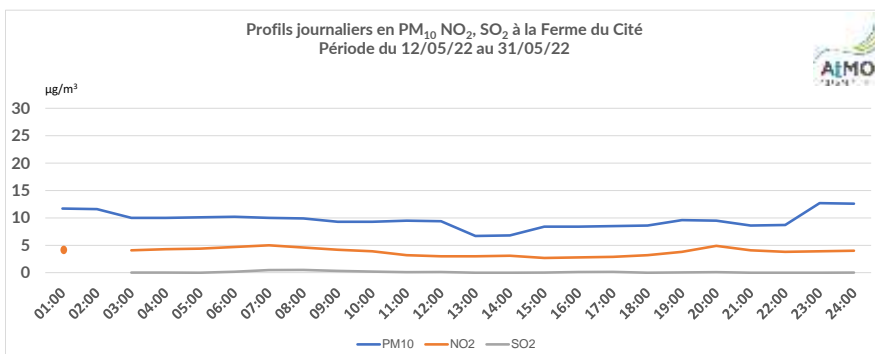
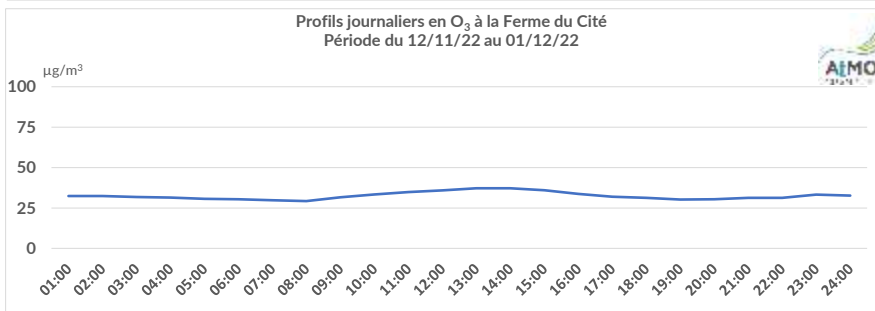
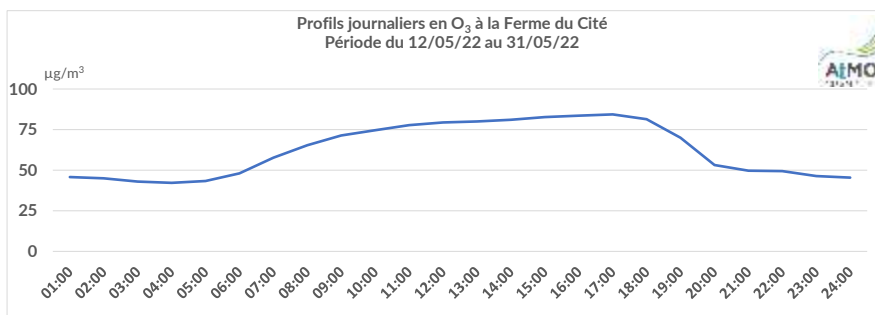


Figure 20 : Profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) et du 12/11/22 au 01/12/22 (C2)

Tableau 10 : Principales tendances se dégageant des profils journaliers lors des deux campagnes réalisées en 2022 (heure locale) :

Polluant/ période	Campagne du 12 au 31 mai 2022	Campagne du 12 novembre au 1 ^{er} décembre 2022
NO-NO ₂	Niveaux moyens de fond faibles à négligeables (NO ₂ de l'ordre de 4 à 10 µg/m ³) sans fluctuation très marquée en cours de journée.	
CO	Présence d'un niveau de fond négligeable (inférieur à 0,5 mg/m ³)	
PM ₁₀	Teneurs de fond oscillant autour de 10 µg/m ³ , sans hausses très significatives en cours de journée.	
SO ₂	Concentrations moyennes de fond négligeables à la limite du seuil de détection de l'analyseur.	
O ₃	Courbe dite « en cloche » qui se dessine au cours de la journée : les teneurs sont minimales en soirée et nuit (autour de 50 µg/m ³), et elles augmentent pour atteindre des niveaux maxima entre 15 heures et 20 heures, heure locale (environ 80 µg/m ³).	Période de mesures généralement non favorable à la formation de ce composé qui présente des niveaux de l'ordre de 30 µg/m ³ et sans grande fluctuation des concentrations en cours de 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 urbains de fond et d'influence trafic) est présentée en **annexe 5**.

- En NO-NO₂, 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 Munchausen où les teneurs, bien que faibles, sont un peu plus élevées,
- En CO, on observe des niveaux de fond globalement équivalents à chaque heure de la journée au niveau des sites ruraux,
- En PM₁₀, les concentrations moyennes de fond sont du même ordre de grandeur que celles des autres sites ruraux (environ 10 µg/m³),
- En SO₂, les teneurs moyennes demeurent négligeables tout au long de la journée sur les divers sites de typologie proche de celle de la Ferme du Cité,

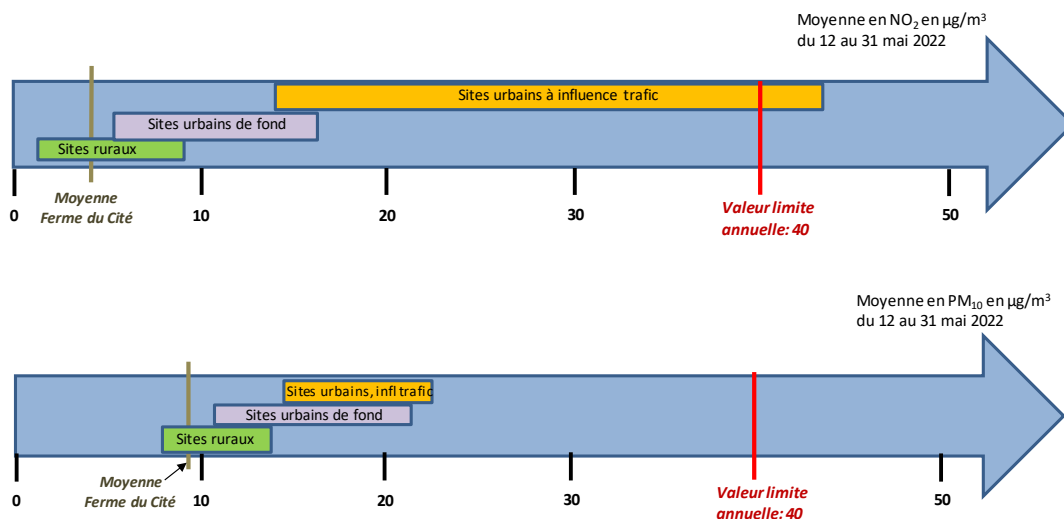
L'ozone O₃, polluant d'origine photochimique, est un cas particulier. Lors de la première période de mesures, les niveaux sont les plus faibles entre 23 heures (heure locale) et 7 heures sur l'ensemble des sites fixes d'Atmo Grand, avant de remonter et atteindre des concentrations les plus élevées entre midi (heure locale) et 20 heures. Lors de la 1^{ère} campagne les teneurs tendent à se rapprocher de ceux des sites urbains de fond. En période hivernale, les niveaux de fond fluctuent peu au fil des heures, cette saison n'étant pas propice à sa formation.

7.2.7. Comparaison des niveaux relevés à Bure avec ceux d'autres points fixes

Les mesures provenant de la Ferme du Cité ont été comparées à celles issues de l'ensemble des stations fixes d'ATMO Grand Est, de typologies différentes. L'**annexe 6** présente les tableaux de résultats des mesures de plusieurs sites fixes.

Pour chaque campagne, les figures ci-dessous situent les valeurs moyennes obtenues en NO₂ et PM₁₀ mesurées par l'unité mobile à la Ferme du Cité, par rapport à celles issues des stations fixes de la région Grand-Est (sites ruraux, urbains de fond et urbains à influence trafic pris en compte). Le CO et le SO₂ ne sont pas pris en compte ici, car ils sont présents en quantité négligeable dans l'air ambiant. L'ozone O₃ n'est également pas intégré, s'agissant d'un polluant secondaire d'origine photochimique.

Positionnement des niveaux moyens en NO₂ et PM₁₀ à la Ferme du Cité, campagne du 12 au 31 mai 2022 :



Positionnement des niveaux moyens en NO₂ et PM₁₀ à la Ferme du Cité, campagne du 12 novembre au 1^{er} décembre 2022 :

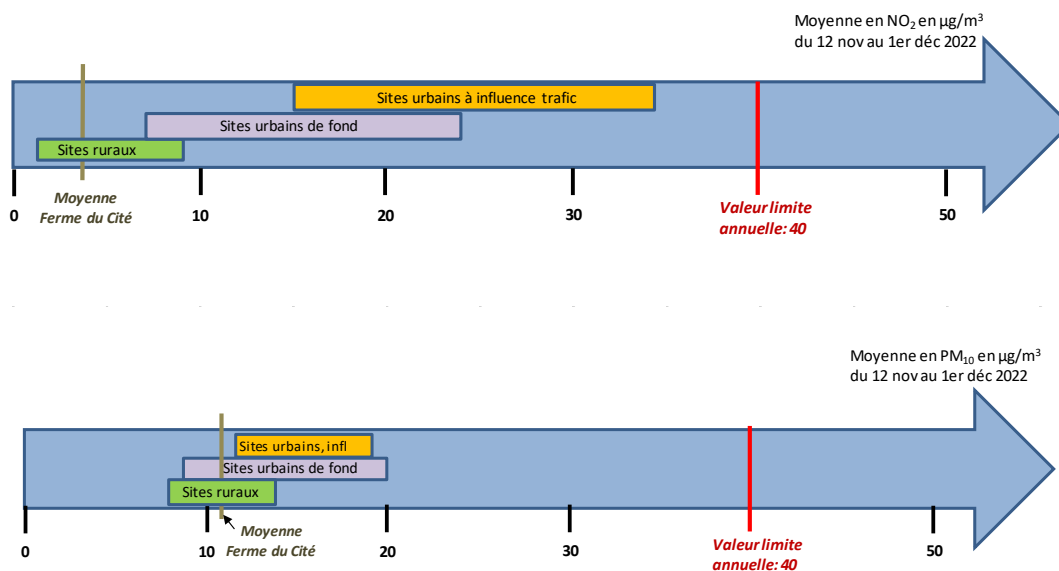


Figure 5 : Comparaison des concentrations en NO₂ et PM₁₀ mesurées à la Ferme du Cité avec celles des stations du dispositif fixe du Grand-Est

- Les niveaux moyens en NO₂ issus des mesures à la Ferme du Cité sont faibles métrologiquement. Ils sont positionnés dans la première moitié de la gamme des concentrations des sites de fond rural de la région. A titre de comparaison, les concentrations moyennes à proximité de l'ANDRA sont environ 2,5 à 3,5 fois inférieures à celles de l'ensemble des sites urbains de fond ; ce ratio est globalement dans le même ordre de grandeur que celui des précédentes campagnes de mesures.

- Les concentrations moyennes obtenues en PM₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux périodes d'étude se situent globalement dans la première moitié des gammes de concentrations des sites de fond rural de la région Grand Est.
- A titre indicatif pour le CO et SO₂, les teneurs observées restent négligeables et du même ordre de grandeur que celles provenant des autres stations fixes localisées dans la région Grand Est et ce, quelles que soient leur typologie, leur influence ou leur localisation dans la grande région.

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

L'**annexe 7** présente les 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, à proximité du laboratoire.

Le bilan des mesures réalisées depuis le début des campagnes à la Ferme du Cité indique les tendances suivantes, celles-ci étant toujours à considérer avec précaution en raison des périodes d'études limitées dans le temps et non identiques chaque année :

- des concentrations moyennes de SO₂ restant métrologiquement faibles, comprises entre 0 et 4 µg/m³ quelle que soit la période.
- des teneurs moyennes en NO₂ comprises entre 1 et 20 µg/m³ toutes saisons confondues. Les niveaux moyens les plus élevés sont généralement observés en période hivernale, en lien avec les conditions météorologiques rencontrées.
- des concentrations moyennes en PM₁₀ comprises entre 16 et 30 µg/m³ lors des précédentes campagnes de 2007 (année de mise en œuvre d'une nouvelle méthodologie) à 2011. Pour la période allant de 2014 à 2022, les teneurs moyennes oscillent entre 4 µg/m³ et 18 µg/m³,
- des valeurs moyennes de CO demeurant négligeables, comprises entre 0,1 mg/m³ et 0,4 mg/m³ toutes campagnes confondues,
- et enfin pour l'ozone O₃, des concentrations moyennes comprises entre 10 µg/m³ en hiver 2002, et 75 µg/m³ en été 2010 (lors de journées très chaudes, sèches et ensoleillées). Les niveaux moyens relevés du 12 au 31 mai 2022 tendent à se rapprocher de ceux issus des précédentes campagnes de mesures mises en œuvre également en mai. Ceux mesurés du 12 novembre au 1^{er} décembre 2022 sont également très proches de ceux issus des précédentes mesures réalisées aux mêmes périodes.

Bilan relatif à l'ensemble des campagnes de mesures réalisées à la ferme du Cité depuis 1999

Sur l'ensemble des périodes où les campagnes de mesures ont été mises en œuvre, les concentrations moyennes des polluants tels le NO₂, le CO, le SO₂ demeurent faibles voire négligeables (cas du SO₂ et CO), et, dans tous les cas en deçà des différents seuils réglementaires en vigueur, pour les périodes des mesures (fourni à titre indicatif en raison d'une couverture temporelle limitée des mesures).

Les particules PM₁₀, mesurées depuis 2014 (avec un appareil TEOM-FDMS) présentent des teneurs moyennes toutes inférieures à 20 µg/m³ en fonction des périodes de mesures.

Quant à l'ozone, les niveaux fluctuent dans des ordres de grandeur comparables d'une campagne à l'autre lorsque les périodes de mesures sont similaires (printemps-été, automne-hiver).

Ainsi, tous ces résultats demeurent assez comparables d'une campagne à l'autre.

8. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus des deux campagnes de mesures réalisées en 2022 à la Ferme du Cité, du 12 au 31 mai et du 12 novembre au 1^{er} décembre.

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

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre issues des deux périodes de mesures restent faibles à négligeables pour ces deux derniers.

Les niveaux moyens en particules PM₁₀ 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.

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, des épisodes pluvieux, notamment au cours de la seconde campagne de mesures...).

Une comparaison avec les seuils réglementaires annuels proposée dans le cadre de ce bilan mais à titre purement indicatif (représentativité temporelle limitée des mesures d'où non-respect des objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE) indique le respect de l'ensemble des seuils en lien avec la *pollution chronique* pour les particules PM₁₀, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et l'ozone.

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.

Tableau 11 : Bilan des résultats des deux campagnes de mesures réalisées en 2022 à la Ferme du Cité, en lien avec la réglementation actuelle

		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.	😊
	Objectif de qualité**	😊	😊	😊	N.C.	😊
Ligne directrice OMS		😊	😊	😊	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)

Ainsi, lors des périodes de campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2022, les activités du laboratoire de recherches n'influent pas sur les niveaux mesurés dans l'air ambiant pour les composés étudiés.

Concernant la comparaison des résultats avec ceux d'autres sites fixes d'ATMO Grand Est...

Par rapport aux autres points fixes de mesures de la région Grand Est, les résultats obtenus en NO₂ à la Ferme du Cité en 2022 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 obtenus en CO demeurent pour leur part négligeables, avec des ordres de grandeur identiques à ceux provenant des autres stations fixes de la région Grand-Est, toute typologie confondue. Pour les PM₁₀, les niveaux moyens à la Ferme du Cité se situent globalement dans la première moitié des gammes de concentrations des sites de fond rural de la région Grand Est.

En SO₂, les concentrations mesurées demeurent négligeables et ce, quelles que soient les stations fixes de mesures, leur typologie, leur influence ou leur localisation dans la grande région.

Enfin pour l'ozone O₃, les teneurs moyennes mesurées tendent à se rapprocher de celles des sites fixes de fond et de typologie rurale de la grande région, hormis pour la première campagne où les concentrations se rapprochent de celles des sites de fond urbain d'ATMO Grand Est.

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

Les concentrations mesurées des divers polluants depuis le début des mesures en 1999 par Air Lorraine puis ATMO Grand Est sont modérés 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.

Concernant les perspectives...

Ce bilan 2022 rentre dans le cadre du contrat entre l'ANDRA et ATMO Grand Est pour la période 2020 à 2022, qui s'achève.

Sous réserve qu'un nouveau contrat entre les deux structures soit renouvelé pour la période 2023-2025 deux nouvelles campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant pourront être réalisées au printemps et en automne 2023.

Afin de pouvoir réaliser des comparaisons des niveaux mesurés des divers polluants à la Ferme du Cité avec les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle, il serait judicieux d'allonger les périodes des mesures afin de respecter les objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE (minimum huit semaines de mesures par an), ce qui permettrait d'estimer une valeur moyenne annuelle au point de mesures.



Annexes

ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES A L'OPE HOUDELAINCOURT

ANNEXE 5 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST

ANNEXE 6 : COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS A LA FERME DU CITE A CEUX D'AUTRES STATIONS FIXES D'ATMO GRAND EST

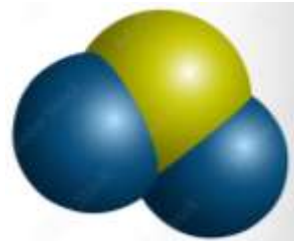
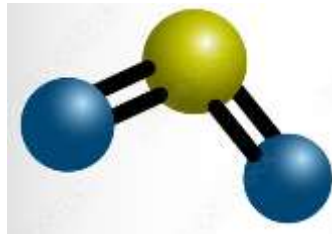
ANNEXE 7 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST

ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

DIOXYDE DE SOUFRE SO₂

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

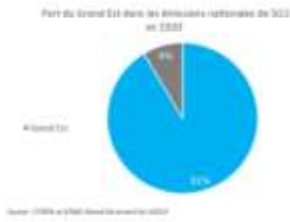
En région Grand-Est : Les secteurs émissifs de SO₂ sont les secteurs de l'industrie manufacturière-construction, puis le résidentiel-tertiaire et enfin l'industrie de l'énergie.



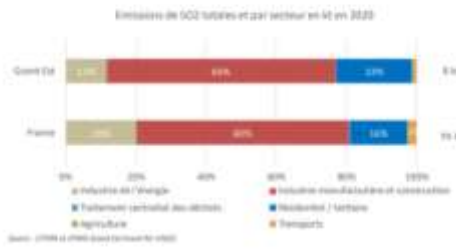
Environnement : Il se transforme, au contact de l'humidité de l'air, en acide sulfurique et contribue ainsi directement au phénomène des pluies acides et de ce fait, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux...).

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

• Contribution du Grand Est aux émissions de SO₂ en France



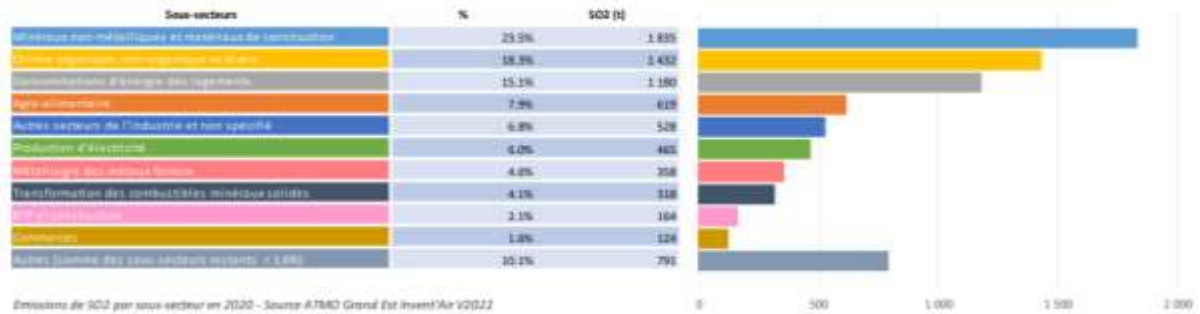
Le Grand Est participe à hauteur de 9% aux émissions nationales de SO₂



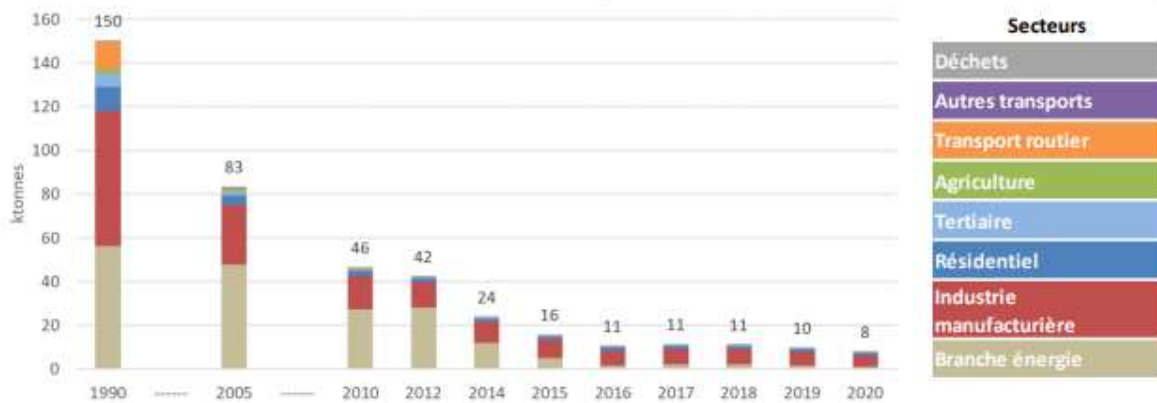
Les secteurs émissifs de SO₂ sont similaires aux niveaux national et régional, avec un poids du secteur industriel plus important dans la région Grand Est.



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



Évolution des émissions de SO₂ dans le Grand Est par secteur

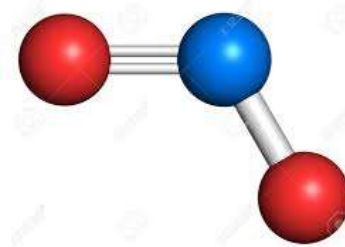


Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

MONOXYDE ET DIOXYDE D'AZOTE

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

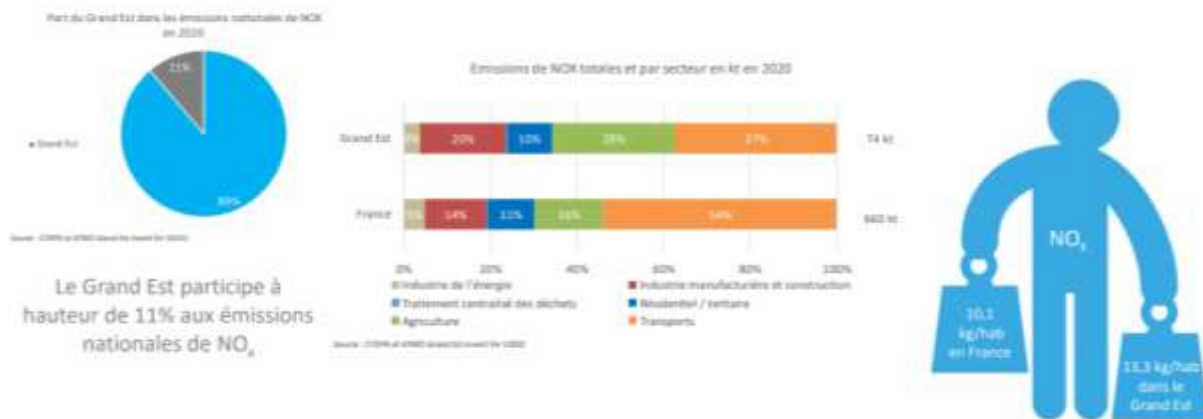
En région Grand Est : Les deux principales sources d'émission d'oxydes d'azote dans l'air ambiant sont les transports routiers (37%) et le secteur agricole (28%). Vient ensuite le secteur industriel (20%). Les autres secteurs représentent moins de 10% chacun.



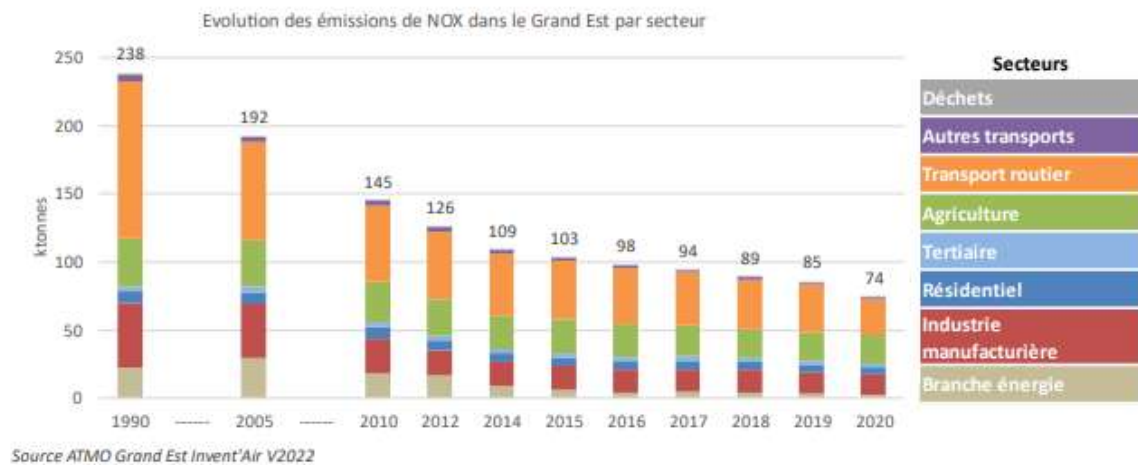
Environnement : Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique. Suivant les conditions météorologiques, le NO₂ se transforme en acide nitrique (HNO₃), et peut être neutralisé par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

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

• Contribution du Grand Est aux émissions de NO_x en France



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



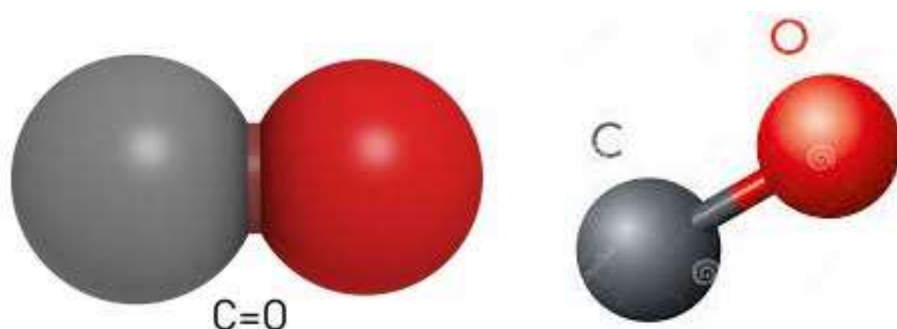
Source : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2022.pdf

MONOXYDE DE CARBONE CO

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

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

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



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

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

Environnement : Le monoxyde de carbone

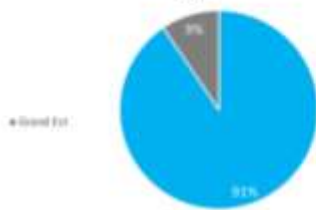
Santé : Du fait de ses faibles concentrations dans l'air ambiant extérieur, c'est surtout pour l'air intérieur que le CO représente un enjeu sanitaire.

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

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

• Contribution du Grand Est aux émissions de CO en France

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



Source : CITEA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

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

Emissions de CO totales et par secteur en kt en 2020



Source : CITEA et ATMO Grand Est Invent'Air V2022

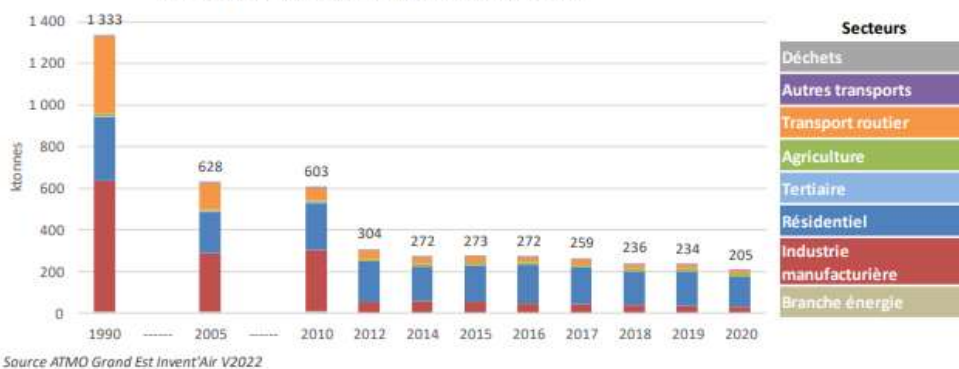
Les secteurs émissifs de CO sont similaires aux niveaux national et régional, avec une part plus importante du secteur résidentiel dans le Grand Est due au chauffage au bois



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



Evolution des émissions de CO dans le Grand Est par secteur



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

OZONE O₃

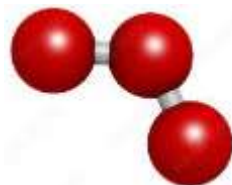
Gaz incolore et irritant ayant une odeur âcre à laquelle notre odorat s'habitue rapidement. Il s'agit d'une molécule composée de 3 atomes d'oxygène (O₃), ce qui lui confère un fort pouvoir oxydant. C'est aussi un gaz à effet de serre.

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

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

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

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



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

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

PARTICULES PM₁₀

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

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

En région Grand Est : Deux principaux secteurs se partagent les émissions de PM₁₀ en 2020 : l'agriculture (48%) et le secteur résidentiel (31%). L'industrie représente 13% des émissions, et le transport routier 8%.



Environnement : Les PM₁₀ pénètrent profondément dans les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles. Même à des concentrations très basses, les particules les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Elles sont liées aux hospitalisations et décès pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

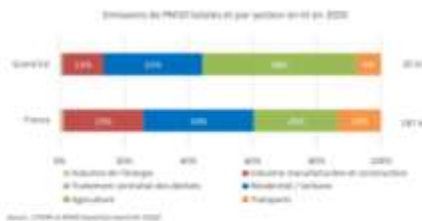
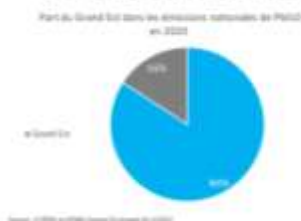
Les particules en suspension sont classées comme agent cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis 2013.

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

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

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

Contribution du Grand Est aux émissions de PM10 en France



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

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



Evolution des émissions de PM10 dans le Grand Est par secteur



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

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

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

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU

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

Analyseurs automatiques dans une station fixe (Source : ATMO GE)



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.

Le lien suivant explique la manière dont les polluants sont mesurés à partir d'une station de mesure : <https://www.youtube.com/watch?v=J-karOF2lQ>.

Les analyseurs présents dans la remorque laboratoire permettent ainsi de réaliser un suivi en continu 24h/24 et 7j/7 de différents polluants réglementés, avec une qualité de données identique à celle exigée pour les mesures fixes dans la Directive 2008/50/CE, en termes d'incertitudes sur les mesures (voir ci-après).

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

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

Normes de mesurages utilisées pour la mesure des polluants :

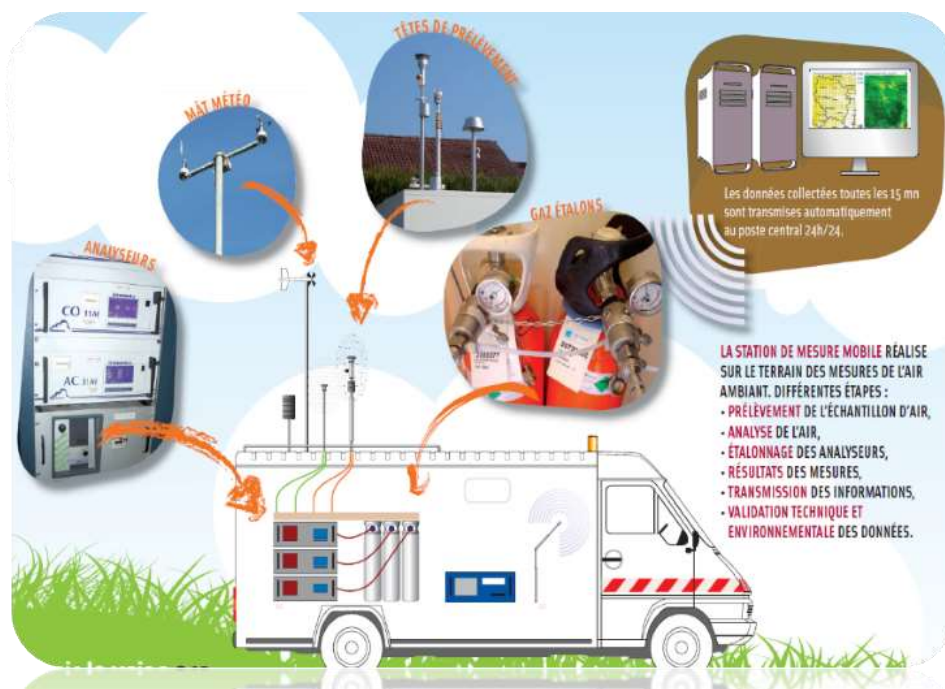
Polluant	Norme associée et procédé utilisé
Oxydes d'azote (NO _x)	NF X 43-018 - NF EN 14211 : Chimiluminescence
Dioxyde de soufre (SO ₂)	NF X 43-019 - NF EN 14212 : Fluorescence UV
Ozone (O ₃)	NF X 43-024 - NF EN 14625 : Absorption UV
Monoxyde de carbone (CO)	NF X 43-044 - NF EN 14626 : Absorption infra-rouge associé à la corrélation par filtre gazeux
Particules PM ₁₀	NF EN 12341 (PM ₁₀) 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, l'annexe I de la Directive 2008/50/CE pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

Le tableau ci-après présente les objectifs de qualité des données pour les mesures fixes par analyseurs automatiques réalisées dans le cadre de ce suivi.

Objectifs de qualité des données pour les analyseurs en continu dans le cadre de mesures fixes :

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



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

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

Polluant	Valeur réglementaire	Valeur	Période de calcul de la moyenne
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 24 fois par an (protection santé humaine)	350 µg/m ³	Horaire
	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 3 fois par an	125 µg/m ³	Journalière
	Objectif de qualité	50 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	40 µg/m ³	24 heures ^a
	Valeur limite/Niveau critique pour la protection de la végétation	20 µg/m ³	Année civile et du 1 ^{er} octobre au 31 mars
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (protection santé humaine)	200 µg/m ³	Horaire
	Valeur limite (protection santé humaine)	40 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	10 µg/m ³	Annuelle
		200 µg/m ³ 25 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus d'1h par an 24 heures ^a
Oxydes d'azote (NO _x)	Valeur limite/niveau critique pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Annuelle
Poussières en suspension (PM ₁₀)	Valeur limite à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile (protection santé)	50 µg/m ³	Journalière
	Valeur limite	40 µg/m ³	Annuelle
	Objectif de qualité	30 µg/m ³	Annuelle
	Ligne directrice OMS	15 µg/m ³ 45 µg/m ³ 50 µg/m ³	Annuelle 24 heures ^a Moy journalière à ne pas dépasser plus de 3j/an
Ozone (O ₃)	Valeur cible : valeur santé humaine, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne calculée sur 3 ans*	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h
	Objectifs à long terme pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h pendant 1 an civil
	Objectifs à long terme pour la protection de la végétation : AOT 40**	6 000 µg/m ³	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)
	Valeur cible : AOT 40**, moyenne calculée sur 5 ans pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ /h	Mai à juillet (calculé à partir des valeurs horaires de 8h à 20h)
	Ligne directrice OMS	100 µg/m ³ 60 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures à ne pas dépasser sur un an civil Valeur moyenne sur 8h
Monoxyde de carbone (CO)	Valeur limite	10 mg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h

^a 3 à 4 jours de dépassement par an

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

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

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

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

* Il s'agit ici du premier seuil d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence

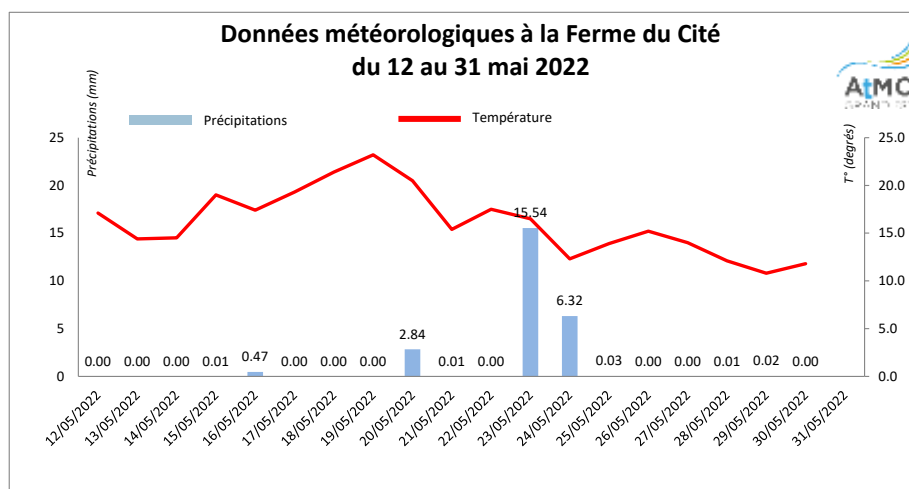
A noter que les procédures sont déclenchées à l'échelle départementale sur prévision à partir des données de concentrations issues des modèles de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote, les particules PM₁₀ et l'ozone, et de critère de superficies et/ou de population exposée.

ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES A L'OPE HOUDELAINCOURT

Campagne du 12/05/2022 au 31/05/2022 :

	Températures (en °C)			Cumul des précipitations** (en mm)
	Température minimale*	Température maximale*	Moyenne sur la période d'étude*	
Du 12 au 31 mai 2022	6,2	29,7	16,9	25,25

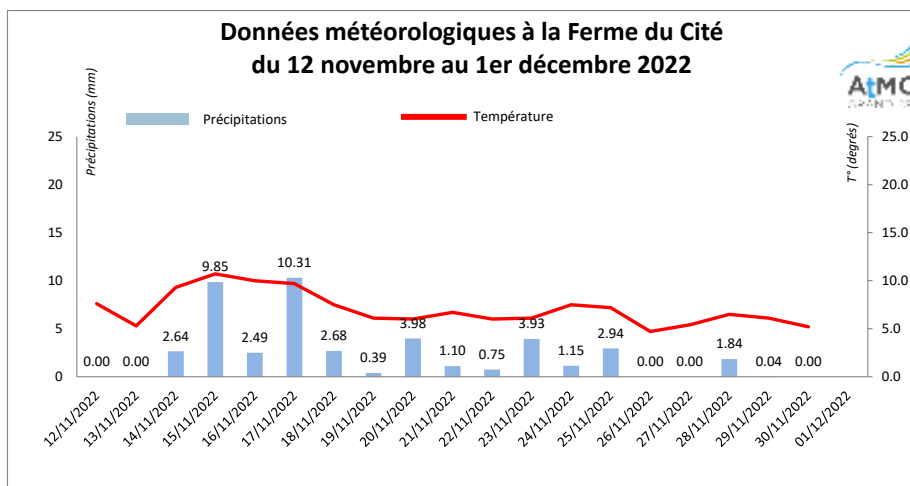
* à partir des données horaires ** source : mesures du moyen mobile à la Ferme du Cité, à partir des données ¼ horaires



Campagne du 12/11/2022 au 01/12/2022 :

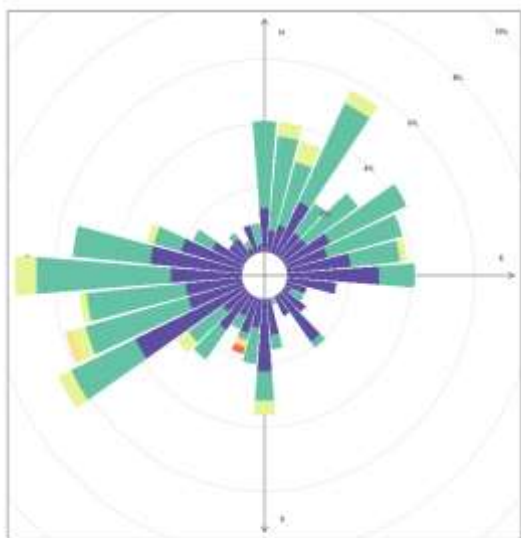
	Températures (en °C)*			Cumul des précipitations** (en mm)
	Température minimale*	Température maximale*	Moyenne sur la période d'étude*	
Du 12 novembre au 1 ^{er} décembre 2022	2,7	14,3	7,3	44,1

* mesures à Houdelaincourt à partir des données horaires ** source : mesures Ferme du Cité à partir des données ¼ hor



Régime des vents :

Campagne du 12/05/2022 au 31/05/2022 :



1à3 3à5 5à7 7à9 9à11 11à13 m/s
Fréquence des vitesses de vents (à partir
de 1m/s) en fonction de la direction

Station météorologique au niveau de Houdelaincourt

Localisation : Longitude 05°30'20,1" E

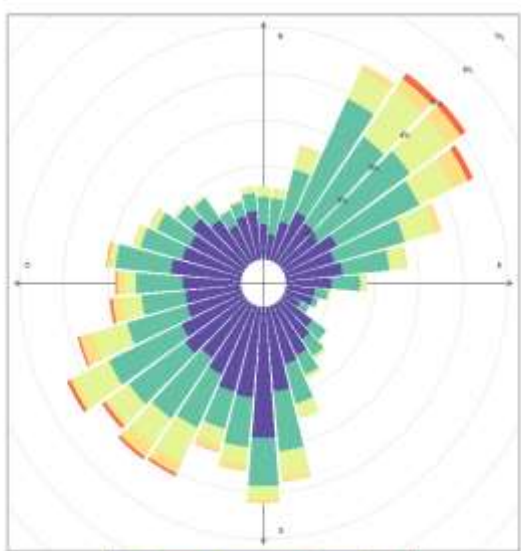
Latitude 48°33'44,4" N

Altitude : 392 mètres

Type de données : données horaires

Pourcentage de données horaires valides : 100%

Campagne du 12/11/2022 au 01/12/2022 :



1à3 3à5 5à7 7à9 9à11 11à13 m/s
Fréquence des vitesses de vents (à partir
de 1m/s) en fonction de la direction

Station météorologique au niveau de Houdelaincourt

Localisation : Longitude 05°30'20,1" E

Latitude 48°33'44,4" N

Altitude : 392 mètres

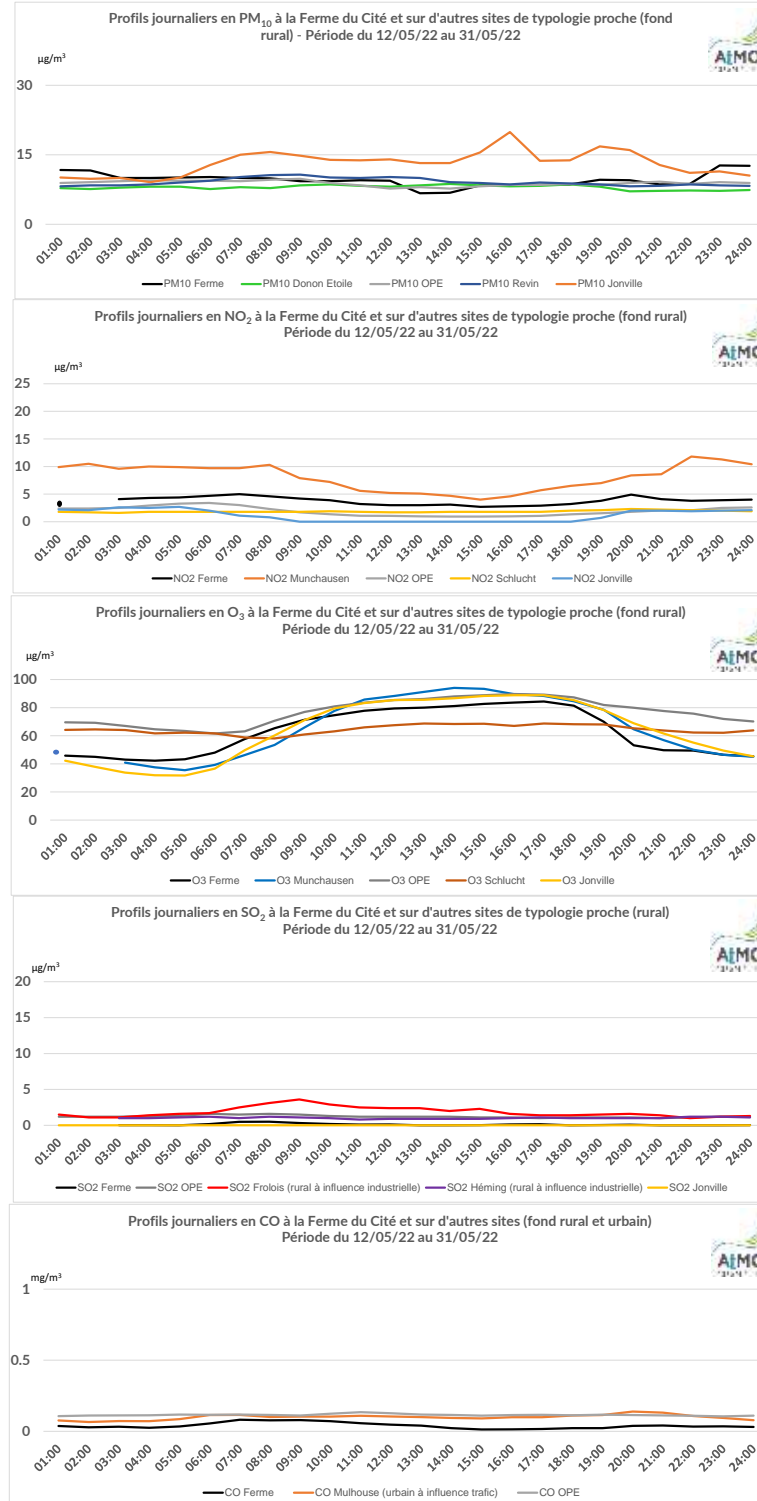
Type de données : données horaires

Pourcentage de données horaires valides : 97%

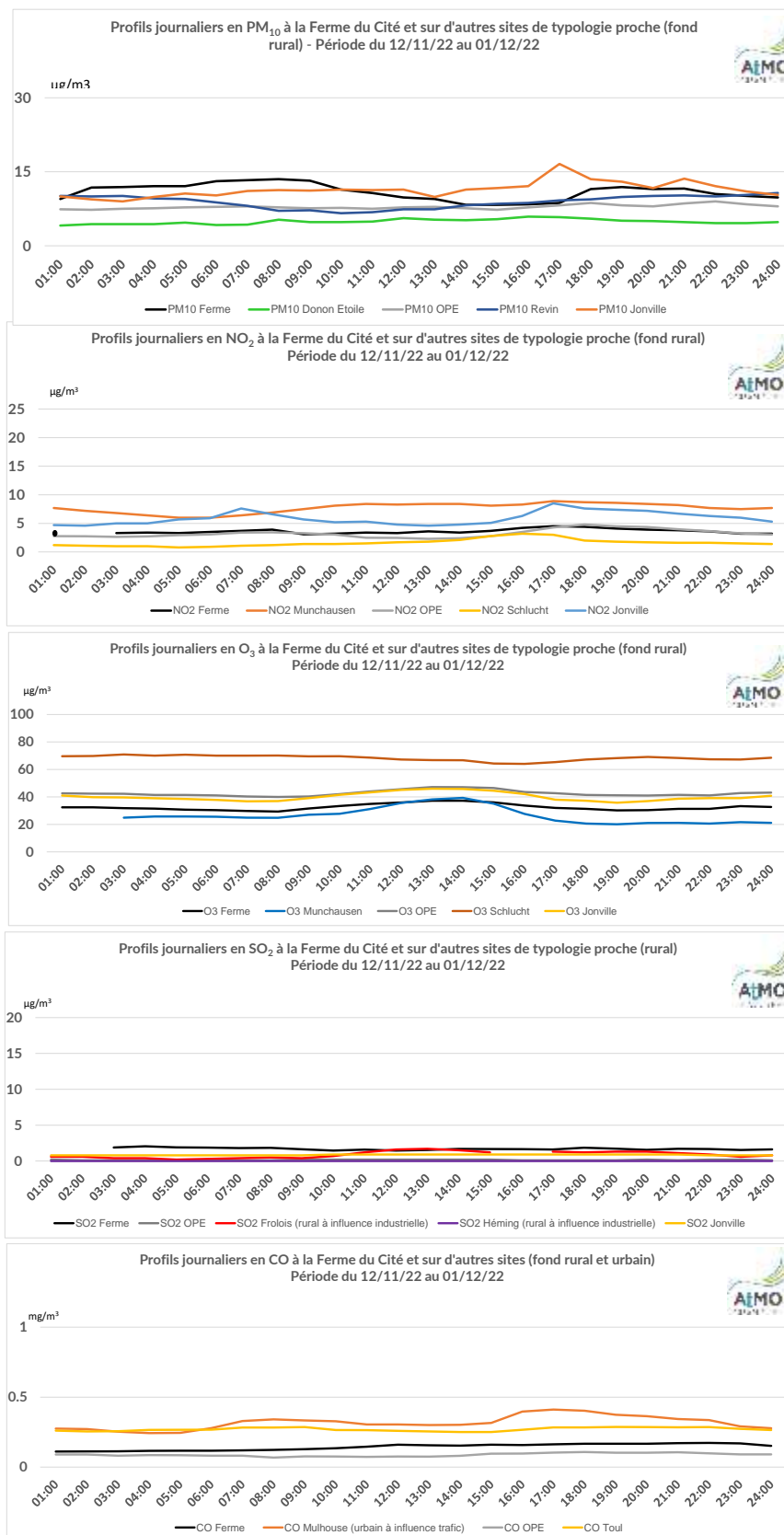
ANNEXE 5 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CO exprimé en mg/m^3).

Campagne réalisée du 12/05/22 au 31/05/22 :



Campagne réalisée du 12/11/22 au 01/12/22 :



ANNEXE 6 : COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS A LA FERME DU CITE A CEUX D'AUTRES STATIONS FIXES D'ATMO GRAND EST

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sauf pour le CO qui est en mg/m^3 .

Campagne réalisée du 12/05/22 au 31/05/22 (C1) :

Polluant	Ferme du Cité	Site Plateau meusien OPE (Houdelaincourt)	Site Hautes Vosges (Schlucht)	Site Agglo Nancy centre (Charles III)	Site Agglo Metz centre	Ensemble des sites ruraux de fond ATMO GE	Ensemble des sites urbains de fond ATMO GE
	Typologie /influence	rurale/fond	rurale/fond	rurale/fond	urbaine/fond	urbaine/fond	urbaine/fond
NO ₂	4	2	2	8	8	3	10
CO*	<1	0,1	/	/	/	0,1	0,1 (urbain trafic)
PM ₁₀	10	9	/	13	15	10	14
SO ₂	<1	1	/	1	/	1	1
O ₃	62	77	65	66	65	72	66

/ : non disponible ou non mesuré

* en mg/m^3

Campagne réalisée du 12/11/22 au 01/12/22 (C2) :

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

/ : non disponible ou non mesuré

* en mg/m^3

ANNEXE 7 : RESULTATS SYNTHETIQUES DES MESURES REALISEES A LA FERME DU CITE DEPUIS LE DEBUT DES MESURES PAR ATMO GRAND EST

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

** : mesures réalisées du 25 au 30 octobre 2001

● signifie : nouvelle méthodologie depuis le 01/01/2007 ; il s'agit d'une correction de la mesure des particules PM_{10} avec intégration de la part de la fraction volatile mesurée sur le site de référence de l'agglomération de Nancy-Centre.

Δ : mesure avec TEOM-FDMS (prenant en compte dans les moyennes PM_{10} la part de la fraction volatile mesurée sur site).

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

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

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

* : C1 : du 09 au 17 novembre 1999 (état de référence avant le début des travaux)
 C2 : du 08 au 16 mars 2000 (phase de terrassement - début des travaux)
 C3 : du 17 au 30 octobre 2001 (phase chantier de fonçage des puits)
 C4 : du 25 novembre au 03 décembre 2002 (phase de creusement des puits)
 C5 : du 1er au 15 décembre 2003 (poursuite de la phase de creusement des puits)
 C6 : du 19 au 28 juillet 2004 (poursuite de la phase de creusement des puits)
 C7 : du 25 octobre au 02 novembre 2004 (poursuite phase de creusement des puits)
 C8 : du 24 mars au 04 avril 2005 (pas de creusement de puits)
 C9 : du 28 avril au 09 mai 2006 (phase finale de creusement des puits et des galeries)
 C10 : du 21 au 30 novembre 2006 (phase de creusement du puits achevée)
 C11 : du 23 au 30 mai 2007 (phase de creusement du puits achevée)
 C12 : du 22 au 29 octobre 2007 (phase de creusement du puits achevée)
 C13 : du 31 octobre au 17 novembre 2008 (phase d'exploitation)
 C14 : du 04 au 20 juillet 2009 (phase d'exploitation)
 C15 : du 08 au 22 décembre 2009 (phase d'exploitation)
 C16 : du 05 au 20 juillet 2010 (phase d'exploitation)
 C17 : du 15 au 31 décembre 2010 (phase d'exploitation)
 C18 : du 4 au 19 juillet 2011 (phase d'exploitation)
 C19 : du 17 octobre au 2 novembre 2011 (phase d'exploitation)

C20 : du 7 au 27 mai 2014 (phase d'exploitation)
 C21 : du 15 octobre au 6 novembre 2014 (phase d'exploitation)
 C22 : du 18 septembre au 12 octobre 2015 (phase d'exploitation)
 C23 : du 9 au 25 novembre 2015 (phase d'exploitation)
 C24 : du 18 mai au 01 juin 2016 (phase d'exploitation)
 C25 : du 21 novembre au 8 décembre 2016 (phase d'exploitation)
 C26 : du 12 mai au 6 juin 2017 (phase d'exploitation)
 C27 : du 1er au 20 décembre 2017 (phase d'exploitation)
 C28 : du 15 mai au 5 juin 2018 (phase d'exploitation)
 C29 : du 15 novembre au 6 décembre 2018 (phase d'exploitation)
 C30 : du 21 mai au 3 juin 2019 (phase d'exploitation)
 C31 : du 7 au 21 novembre 2019 (phase d'exploitation)
 C32 : du 12 au 30 juin 2020 (phase d'exploitation)
 C33 : du 5 au 22 novembre 2020 (phase d'exploitation)
 C34 : du 3 au 25 juin 2021 (phase d'exploitation)
 C35 : du 10 novembre au 01 décembre 2021 (phase d'exploitation)
 C36 : du 12 au 31 mai 2022 (phase d'exploitation)
 C37 : du 12 novembre au 1er décembre 2022 (phase d'exploitation)





Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim
Tél : 03 69 24 73 73 - contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air