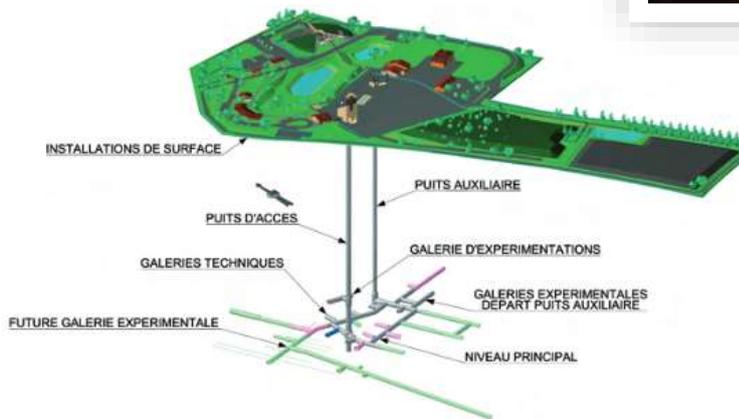


2022



Suivi de la qualité de l'air sur le site du laboratoire de recherches souterrain de l'ANDRA à Bure Bilan annuel 2021

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

- 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.
- 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 : PALLARES Cyril, Responsable Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

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

Référence du projet : 00589

Référence du rapport : SURV-EN-688_1

Date de publication : 21 janvier 2022

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

Le contexte

Les deux campagnes de mesures de la qualité de l'air mises en œuvre en 2021 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, ont eu lieu du 03 au 25 juin et du 10 novembre au 1^{er} décembre.

Ces études 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.

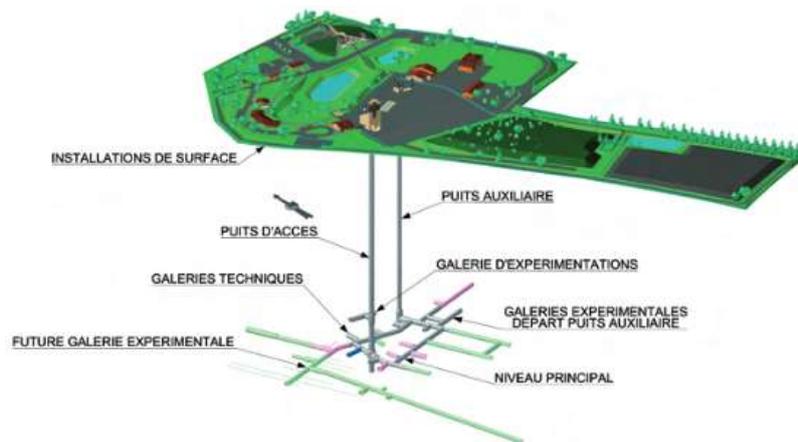


Figure 1 : Architecture du laboratoire de recherches souterrain à Bure (source ANDRA)

Ces deux campagnes font suite aux précédentes, effectuées par ATMO Grand Est, et ayant commencé en 1999 lors 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 qui ont été 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.

Pour compléter ces mesures, des paramètres météorologiques tels que la température, les précipitations, la vitesse et la direction du vent sont également suivis.

Quels résultats obtenus ?

Les résultats des deux campagnes de mesures indiquent des concentrations en polluants globalement peu élevées en dioxyde d'azote NO₂, monoxyde de carbone CO, et dioxyde de soufre SO₂, niveaux considérés comme négligeables pour ces deux derniers composés. Pour les PM₁₀, les teneurs mesurées sont également peu élevées, et assimilées à des niveaux moyens de fond.

L'ozone O₃ présente des concentrations moyennes cohérentes à ce qui est généralement mesuré en contexte rural, en fonction de la période de l'année et des conditions météorologiques rencontrées.

Ces résultats font globalement état de niveaux habituellement mesurés en zone rurale, pour les périodes de mesures considérées.

Par rapport à la réglementation actuelle

Une comparaison avec les seuils réglementaires annuels est proposée dans le cadre de ce bilan, mais à titre purement indicatif en raison de la représentativité temporelle limitée des mesures réalisées (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).

Ainsi, sur les périodes des mesures, et par rapport à la réglementation actuelle, l'ensemble des seuils réglementaires en lien avec la *pollution chronique* est respecté pour les particules PM₁₀, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone. En ozone, seul le seuil correspondant à la ligne directrice de l'OMS est dépassé lors de la première campagne mise en œuvre en période estivale. 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 pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les PM₁₀ et l'ozone.

Les résultats issus de Bure pour les divers composés suivis sont globalement similaires à ceux des stations fixes rurales de la grande région.

L'ensemble des campagnes de mesures mises en œuvre depuis 1999 présente des concentrations en polluants relativement modérées et du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre, en fonction des composés et de la saison prise en compte.

SOMMAIRE

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

7.2.1.	Dioxyde d'azote NO ₂	22
7.2.2.	Dioxyde de soufre SO ₂	24
7.2.3.	Particules PM ₁₀	26
7.2.4.	Ozone O ₃	28
7.2.5.	Monoxyde de carbone CO.....	30
7.2.6.	Profils journaliers	31
7.2.7.	Comparaison des niveaux relevés à Bure avec ceux d'autres points fixes	33
7.2.8.	Comparaison des résultats avec ceux issus des précédentes campagnes à Bure	33
8.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	35

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 : Architecture du laboratoire de recherches souterrain à Bure (source ANDRA).....	3
Figure 2 : Localisation de la commune de Bure (source ANDRA)	10
Figure 3 : Localisation du point de mesure de la qualité de l'air à Bure (Ferme du Cité).....	11
Figure 4 : Sectorisation des émissions 2019 de NO _x sur la communauté de communes des Portes de Meuse	13
Figure 5 : Sectorisation des émissions 2019 de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse.	13
Figure 6 : Sectorisation des émissions 2019 des particules PM ₁₀ sur la communauté de communes des Portes de Meuse.....	14
Figure 7 : Sectorisation des émissions 2019 de SO ₂ sur la communauté de communes des Portes de Meuse	14
Figure 8 : station atmosphérique à Houdelaincourt (source : ANDRA).....	17
Figure 9: Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2021	18
Figure 10: Rose des vents, période 2011-2020, à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE)...	20
Figure 11 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO ₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)	22
Figure 12 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO ₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)	24
Figure 13 : Evolution des valeurs moyennes journalières en PM ₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est).....	26
Figure 14 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O ₃ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)	28
Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)	30
Figure 16 : Profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (C2)	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composés suivis lors des campagnes de mesures.....	12
Tableau 2 : Paramètres météorologiques	17
Tableau 3 : Taux de données valides (%) des mesures issues du moyen mobile lors des deux campagnes de mesures en 2020.....	21
Tableau 4 : Niveaux moyens en dioxyde d'azote et oxydes d'azote à la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	23
Tableau 5 : Résultats en dioxyde de soufre SO ₂ à la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	25
Tableau 6 : Résultats en particules PM ₁₀ à la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	27
Tableau 7 : Résultats en ozone à la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires.....	29
Tableau 8 : Dépassements des seuils d'information/d'alerte relatifs à l'ozone O ₃ au niveau de la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2).....	29
Tableau 9 : Résultats en monoxyde de carbone CO à la Ferme du Cité du 12/06/20 au 30/06/20 (C1) et du 05/11/20 au 22/11/20 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires	31
Tableau 10 : Principales tendances se dégageant des profils journaliers lors des deux campagnes en 2020 (heure locale) :	32
Tableau 11 : Bilan des résultats des deux campagnes de mesures réalisées en 2020 à la Ferme du Cité, en lien avec la réglementation actuelle.....	35

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

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



Suite à la demande de l'ANDRA, et 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), des mesures de la qualité de l'air sont mises en œuvre dans le cadre du suivi de l'environnement au niveau du laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne (CMHM), situé sur la commune de Bure.



Figure 2 : Localisation de la commune de Bure (source ANDRA)

Celles-ci permettent d'estimer l'impact du laboratoire et des travaux qui sont réalisés en surface et en fond sur la qualité de l'air.

Les premières campagnes de mesures de la qualité de l'air commencèrent lors de la construction du Laboratoire de recherches en 1999.

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

La convention actuelle liant ATMO Grand Est et l'ANDRA, référencée sous le numéro 20080930, 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 mises en œuvre en 2021 avec un moyen mobile :

- du 03 au 25 juin (campagne C1), et
- du 10 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.

De plus, 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. EMLACEMENT DU POINT DE MESURES

Depuis le début des campagnes de mesures (1999) réalisées pour l'ANDRA, le moyen mobile (camion laboratoire ou remorque) est implanté au niveau de la Ferme du Cité, à proximité nord-est du Laboratoire (voir la figure n°2).

Pour rappel, depuis 2015 le moyen mobile a dû être déplacé de quelques dizaines de mètres par rapport aux emplacements des années précédentes. Il est depuis cette date 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 en données météorologiques. En effet, la proximité du 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 3 : Localisation du point de mesure de la qualité de l'air à Bure (Ferme du Cité) et photos du moyen mobile sur le site

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),

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.

- 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.

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

L'inventaire des émissions atmosphériques de polluants et de gaz à effet de serre d'ATMO Grand Est permet d'estimer avec une résolution communale leurs principales sources, issues des différents secteurs d'activité. Cet outil prend en compte les sources fixes (industrie, résidentiel, tertiaire, agriculture), les sources mobiles (transports) et également les sources biotiques (forêts, zones humides).

L'inventaire des émissions atmosphériques d'ATMO GE 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 prend en compte les sources fixes (industrie, résidentiel, tertiaire, agriculture), les sources mobiles (transports) et les sources biotiques (forêts, zones humides). Pour plus d'information concernant l'inventaire régional : <http://www.atmo-grandest.eu/actualite/mise-a-jour-des-donnees-de-observatoire-climat-air-energie-du-grand-est> .

Les résultats de l'inventaire présentés ci-après prennent en compte la communauté de communes **des Portes de Meuse** (51 communes) comme couverture géographique (source : <https://insee.fr/fr/metadonnees/cog/epci/EPCI200066108-cc-des-portes-de-meuse>).

Il s'agit des émissions de l'année 2019 pour les composés suivants :

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

3.2.1. Oxydes d'azote

Sur la communauté de communes des Portes de Meuse, 62% des NO_x provient du transport routier. Vient ensuite le secteur agricole-sylvicole pour un-cinquième des émissions, suivi par le secteur résidentiel-tertiaire qui représente 13% des émissions.

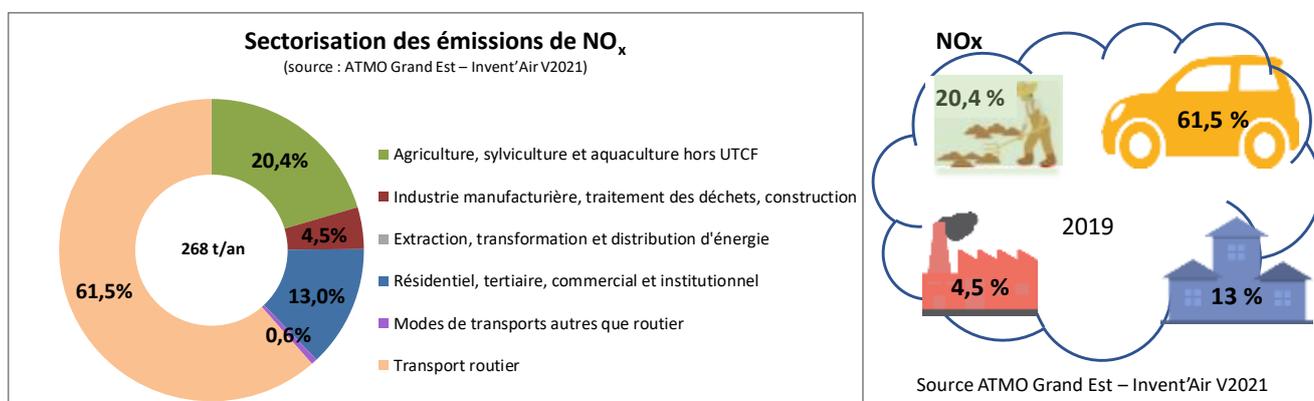


Figure 4 : Sectorisation des émissions 2019 de NO_x sur la communauté de communes des Portes de Meuse

3.2.2. Monoxyde de carbone CO

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure le principal émetteur de monoxyde de carbone (85%), suivi à parts à peu près égales (7%) par les secteurs du transport routier et de l'agriculture-sylviculture-aquaculture.

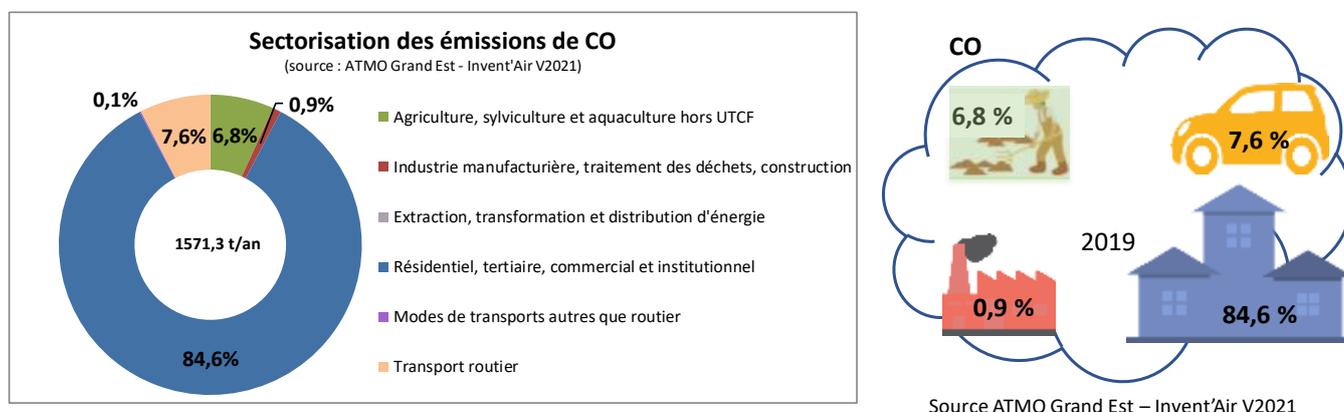


Figure 5 : Sectorisation des émissions 2019 de CO sur la communauté de communes des Portes de Meuse

3.2.3. Particules PM₁₀

Le secteur de l'agriculture-sylviculture-aquaculture demeure le principal émetteur de PM₁₀ (68%), en raison du secteur géographique très majoritairement rural avec de vastes zones agricoles. Vient ensuite le secteur résidentiel-tertiaire avec un quart des émissions de ce composé.

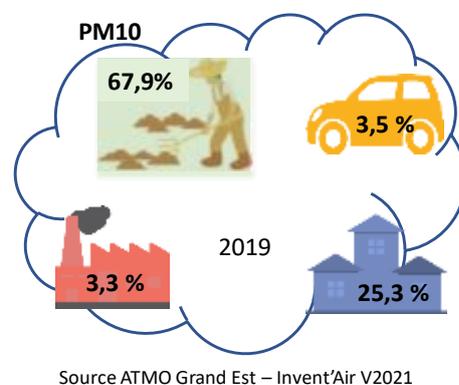
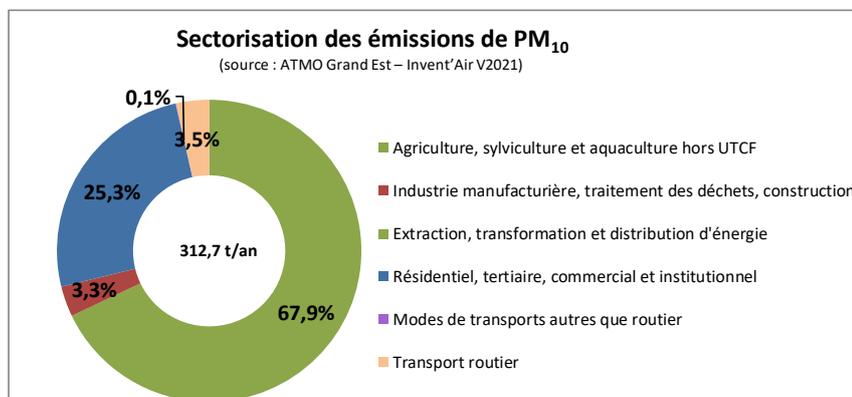


Figure 6 : Sectorisation des émissions 2019 des particules PM₁₀ sur la communauté de communes des Portes de Meuse

3.2.4. Dioxyde de soufre SO₂

Le secteur résidentiel-tertiaire demeure le principal émetteur de dioxyde de soufre avec près de 90%, suivi par le secteur industriel avec près de 6%. Le transport routier représente quant à lui 4% des émissions.

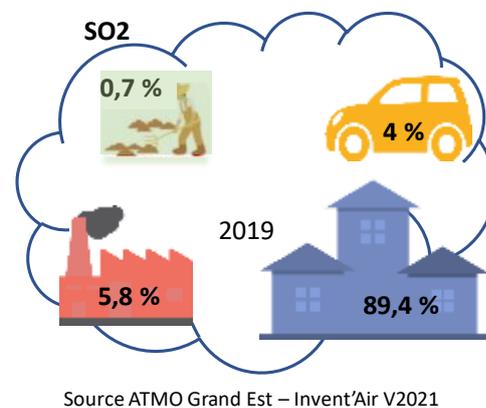
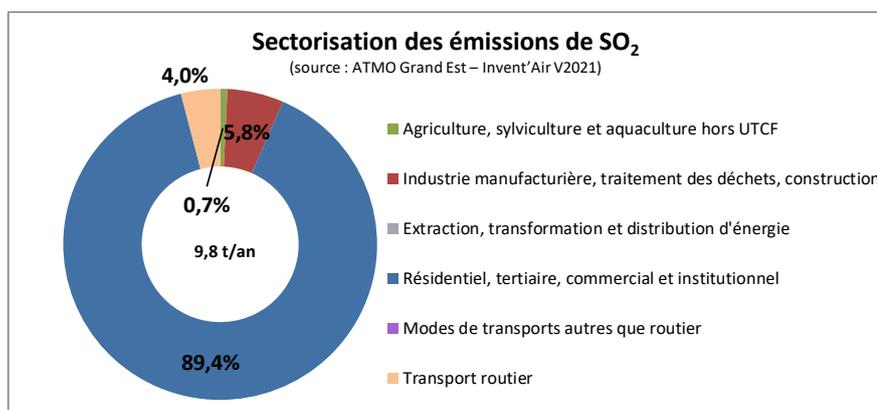


Figure 7 : Sectorisation des émissions 2019 de SO₂ sur la communauté de communes des Portes de Meuse

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



L'activité agricole demeure le principal émetteur de particules PM₁₀ (68%) et contribue aux émissions d'oxydes d'azote pour environ un-cinquième du temps, tout comme l'an passé. Cette observation est cohérente 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 62% 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 les différents analyseurs.

4.2. CRITERES DE VALIDATION DES DONNEES

Les données quart-horaires obtenues avec les analyseurs automatiques présents dans le moyen mobile suivent un processus de validation avant de pouvoir être exploitées et interprétées.

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

Le processus de validation et d'expertise des données, réalisé par des personnes habilitées, se base sur 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 est vérifiée.

5. OUTILS D'INTERPRETATION DES RESULTATS

5.1. LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR

5.1.1. A l'échelle nationale et européenne

Les polluants suivis dans le cadre de cette étude présentent des valeurs réglementaires auxquelles les résultats sont comparés dans la suite du document.

La directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air et notamment les valeurs réglementaires à respecter pour le dioxyde d'azote, le benzène et les particules PM_{2,5} et PM₁₀. Ces valeurs réglementaires sont reprises/complétées dans le décret 2010-1250 du 21/10/2010, qui transpose en droit français la directive 2008/50/CE.

L'**annexe 3** présente les valeurs applicables en 2021, ainsi que les lignes directrices définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

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

Depuis 2016, un **nouvel arrêté national – décliné pour la région Grand Est par l'arrêté Inter Préfectoral du 24 mai 2017** – redéfinit la gestion des épisodes de pollution pour l'ensemble du territoire français. Les nouvelles procédures donnent une place beaucoup plus importante à l'anticipation.

Les épisodes sont désormais déclenchés sur prévision, et non plus systématiquement sur constat, comme cela fut le cas jusqu'à l'été 2015.

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.

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.

7. RESULTATS

Nous présentons les résultats météorologiques provenant 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.

En effet, et comme indiqué au paragraphe 2, le moyen mobile a dû être déplacé depuis 2015 de quelques dizaines de mètres par rapport aux emplacements des années précédentes, les mesures de paramètres météorologiques telles la direction et vitesse du vent étant ainsi susceptibles d'être impactées en raison du positionnement à proximité d'un mur.



Figure 8 : station atmosphérique à Houdelaincourt (source : ANDRA)

Ensuite, nous abordons les résultats des mesures des divers composés.

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)	Lors de précipitations, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air.
Direction du vent (en degrés) et vitesse 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.

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.

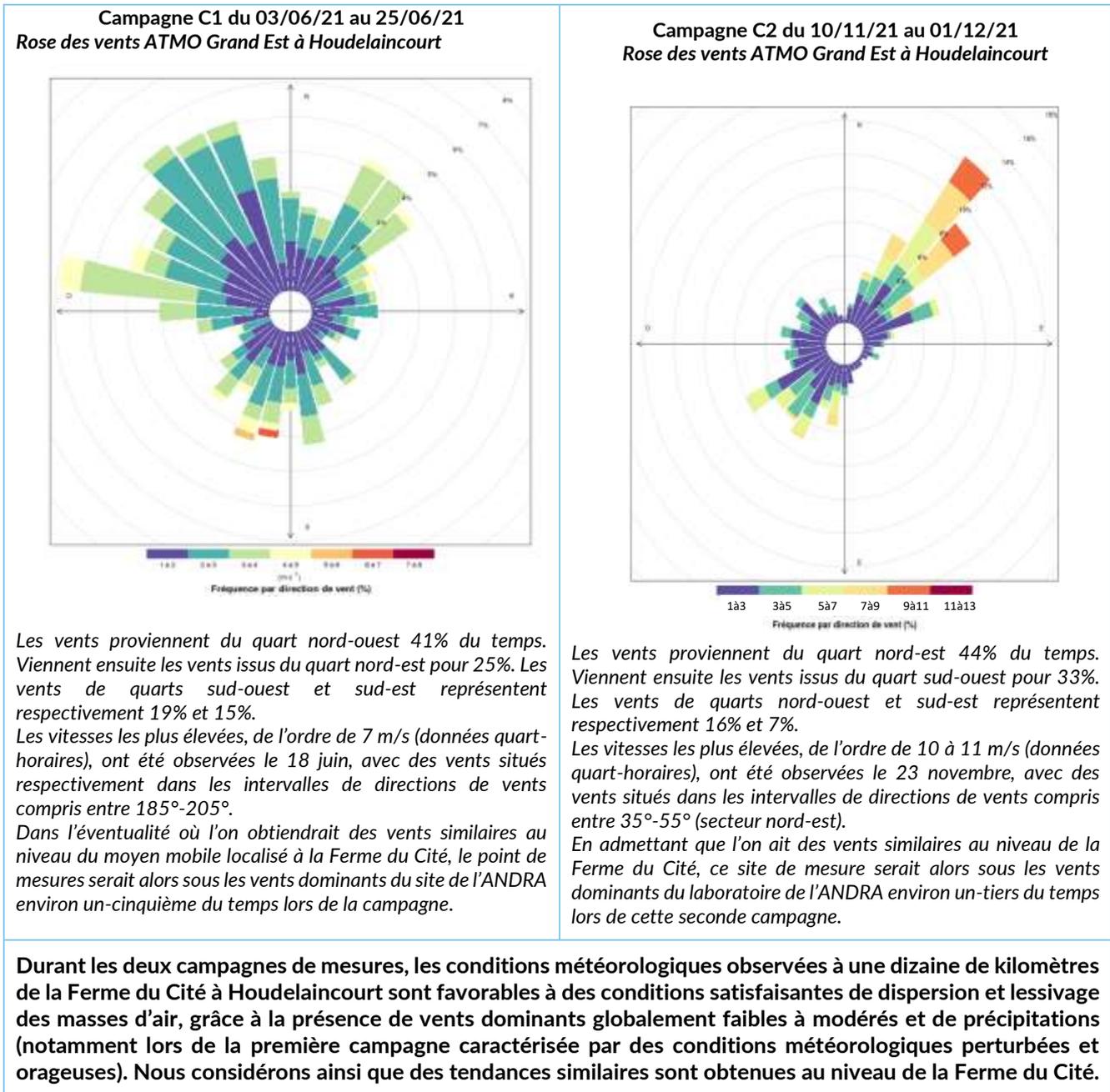


Figure 9: Roses des vents au cours des campagnes de mesures de la qualité de l'air en 2021

Les mesures de la première campagne ont été réalisées en période estivale, caractérisée par des conditions climatiques perturbées, orageuses et très douces lors des mesures. Aucune moyenne journalière en température n'a été en-dessous des 13°C. En majorité, les températures moyennes journalières ont globalement oscillé entre 15 et 23°C.

En termes de précipitations, la période de campagne présente vingt-deux jours avec de la pluie : le minimum journalier est de 0,01 mm et le maximum de 18,6 mm a été relevé le 24 juin. Sur l'ensemble de la campagne, le cumul total des précipitations journalières s'élève à 54,4 mm.

La seconde campagne de mesures, mise en œuvre en automne, a été caractérisée par un temps globalement bien frais, avec des températures inférieures aux normales saisonnières et un soleil plus ou moins présent. Aucune moyenne journalière en température n'a été au-dessus des 8°C.

La température moyenne journalière la plus basse a été obtenue le 25 novembre à Bure avec -1°C. Neuf jours ont présenté des précipitations à la Ferme du Cité (y compris le 1^{er} décembre au matin).

Ainsi, le cumul total des précipitations au cours de la période de mesures (jusqu'au 1^{er} décembre 10h, heure locale) s'élève à 11,24 mm.

A titre indicatif, nous présentons 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.

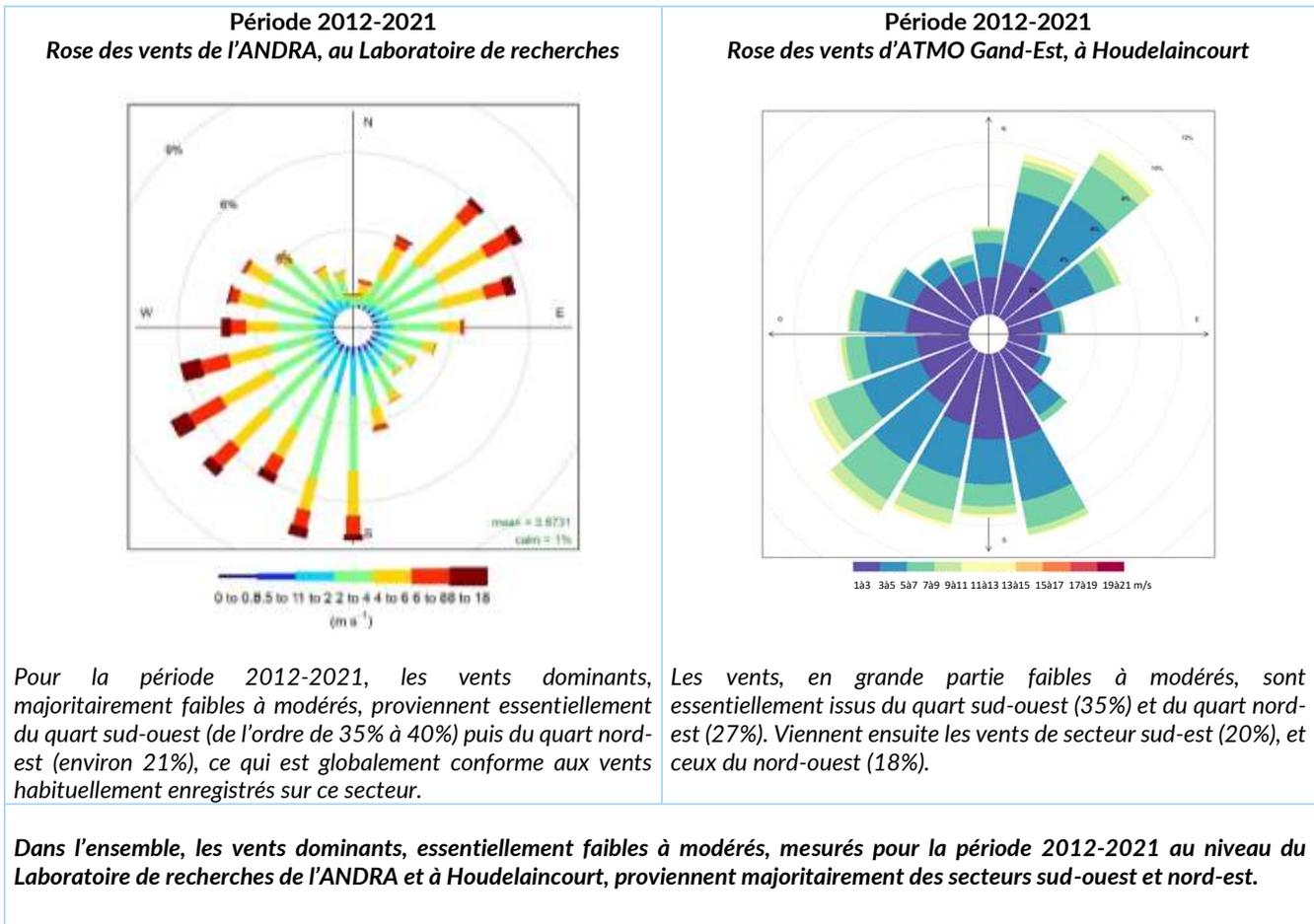


Figure 10: Rose des vents, période 2012-2021, à Bure et Houdelaincourt (source : ANDRA et ATMO GE)

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%.

Dans le cadre de cette étude, on obtient pour les deux campagnes des taux de mesures valides sur les deux périodes compris entre 69% et 97% pour la première campagne, et entre 92% et 100% pour la seconde).

Le taux de 69% obtenu pour le monoxyde et le dioxyde d'azote est lié à des problèmes d'ordre technique rencontrés lors des mesures (problème sur la ligne de prélèvement de l'analyseur). Ainsi, pour ce polluant, les résultats sont 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 2021

Polluant	Campagne du 03/06/21 au 25/06/21	Campagne du 10/11/21 au 01/12/21
Dioxyde de soufre SO ₂	94%	99%
Monoxyde et dioxyde d'azote NO, NO ₂	69%	97%
Particules en suspension PM ₁₀	97%	100%
Ozone O ₃	93%	98%
Monoxyde de carbone CO	90%	92%

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 2021 ne se situent pas dans ce schéma. En effet, elles ont eu lieu sur deux périodes, sur un total de 43 jours de mesures, soit une couverture temporelle de près de 12% de l'année, et elles ne sont pas représentatives de la diversité des conditions météorologiques rencontrées au fil des saisons. **Toutefois, à titre purement indicatif, les niveaux relevés lors des campagnes de mesures sont comparés 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 2021.

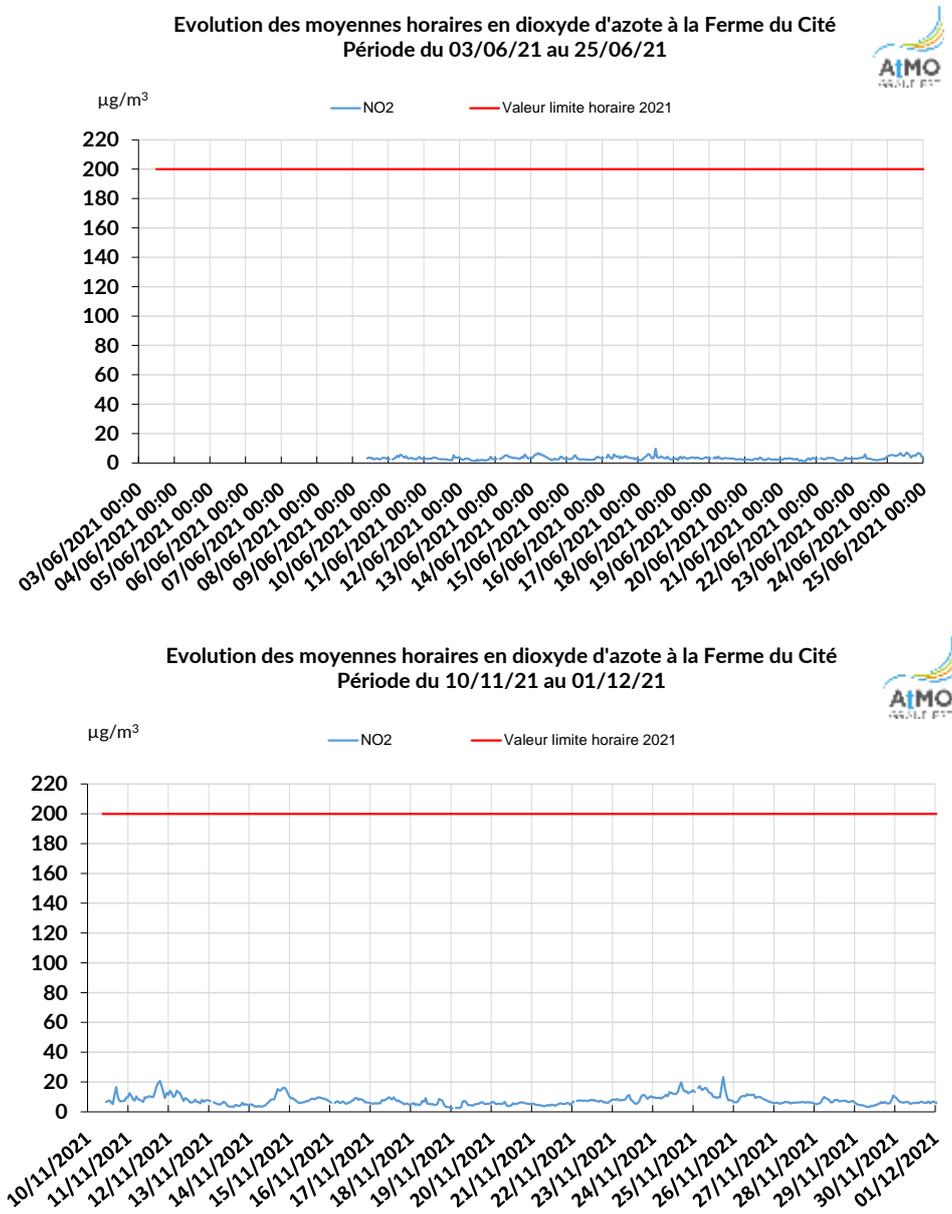


Figure 11 : Evolution des valeurs moyennes horaires en NO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 4 : Niveaux moyens en dioxyde d'azote et oxydes d'azote à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (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	3	8
Valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (protection santé humaine)	horaire	200	Non	10 (maximum horaire)	23 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS : - valeur annuelle à ne pas dépasser - valeur à ne pas dépasser plus d'1h/an	annuelle	10	Non	3	8
	horaire	200	Non	10 (maximum horaire)	23 (maximum horaire)
NO_x : Valeur limite/niveau critique protection de la végétation	annuelle	30	Non	3	8

Lors des deux campagnes de mesures, les valeurs moyennes en NO₂ sont très largement inférieures aux différentes valeurs réglementaires (fourni à titre indicatif, car les objectifs de qualité de la Directive 2008/50/CE ne sont 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 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la première campagne, et de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la seconde.

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 2021.

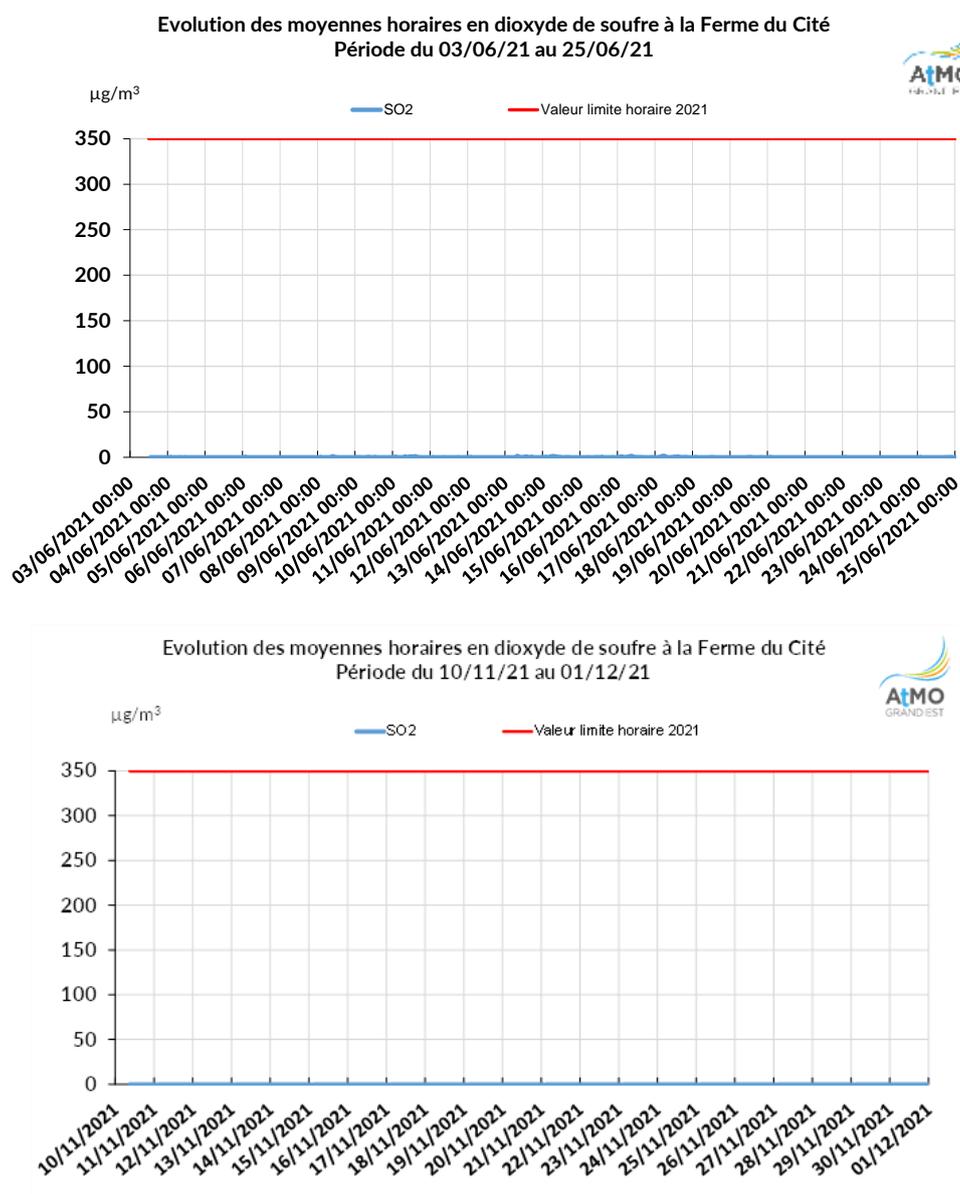


Figure 12 : Evolution des valeurs moyennes horaires en SO₂ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 5 : Résultats en dioxyde de soufre SO₂ à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (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	< 1
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)	< 1 (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)	< 1 (moyenne campagne)
Valeur limite pour la protection de la santé humaine à ne pas dépasser plus de 24 fois par an	Horaire	350	Non	2 (maximum horaire)	< 1 (maximum horaire)
Ligne directrice OMS (moyenne journalière à ne pas dépasser sur un an civil)	Journalière	40	Non	< 1 (maximum journalier)	< 1 (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 1 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 2021.

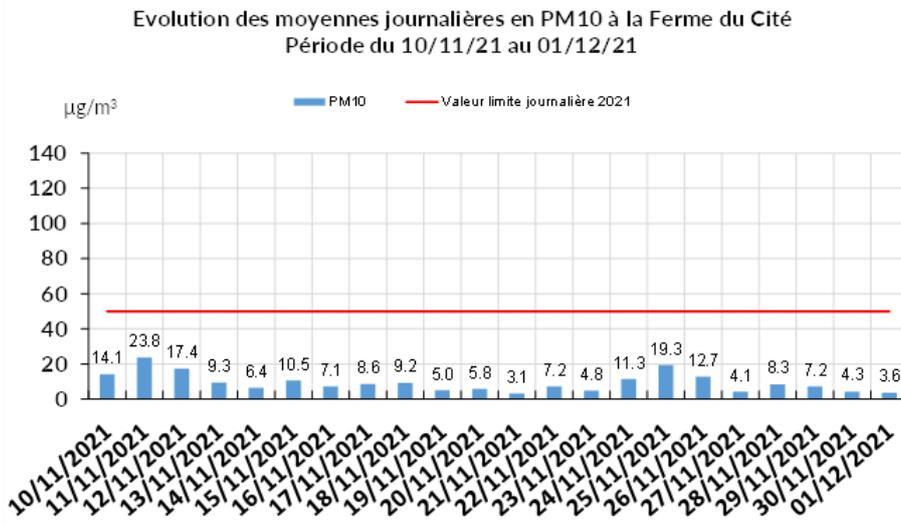
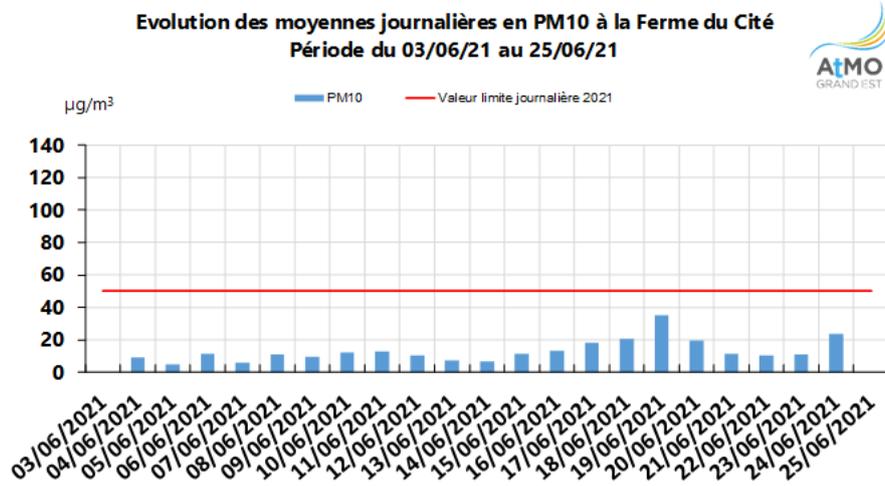


Figure 13 : Evolution des valeurs moyennes journalières en PM₁₀ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 6 : Résultats en particules PM₁₀ à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (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	35 (maximum journalier)	32 (maximum journalier)
Valeur limite protection de la santé	Annuelle	40	Non	13	9
Objectif de qualité	Annuelle	30	Non	13	9
Ligne directrice OMS : -moyenne à ne pas dépasser plus de 3 jours par an -moyenne annuelle	Journalière	45	Non	35 (maximum journalier)	32 (maximum journalier)
	Annuelle	15	Non	13	9

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 valeurs moyennes, globalement faibles, sont à relier aux conditions satisfaisantes de dispersion et lessivage des masses d'air lors des mesures (présence de vents dominants globalement faibles à modérés et de précipitations, notamment lors de la première campagne caractérisée par des conditions météorologiques perturbées et orageuses).

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 2021.

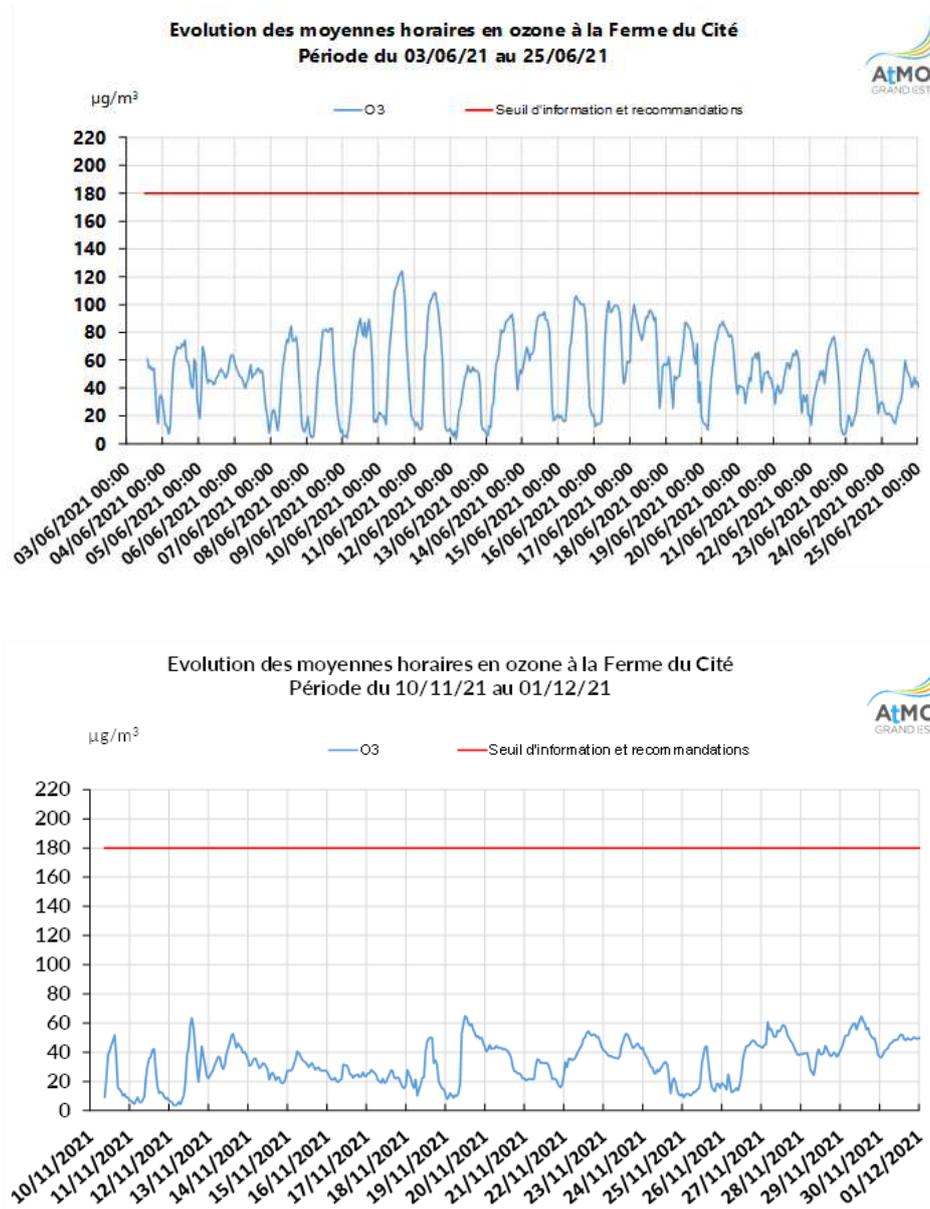


Figure 14 : Evolution des valeurs moyennes horaires en O₃ à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Rappelons que le niveau de fond de ce composé d'origine photochimique est généralement maximal en période printanière et estivale, et minimal en période hivernale, en lien avec les conditions météorologiques rencontrées (un fort ensoleillement accélérant notamment sa formation dans l'air ambiant).

Tableau 7 : Résultats en ozone à la Ferme du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (C2), et comparaison avec les seuils réglementaires

Seuil	Période de calcul	Valeur réglementaire en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassements sur l'ensemble des deux campagnes
Valeur cible (seuil protection de la santé humaine)	Max journalier de la moy glissante sur 8h pendant 1 an civil*	120	Non
Objectif long terme (protection santé humaine)	Max journalier de la moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	120	Non
Ligne directrice OMS	Max journalier de la moy glissante sur 8h pendant 1 an civil	100	Oui (campagne C1)

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

Le seuil relatif à la ligne directrice OMS est dépassé lors de la première période de mesures : le maximum journalier de la moyenne glissante sur huit heures atteint en effet $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 10 juin (temps très agréable, avec 26°C).

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 $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tableau 8 : Dépassements des seuils d'information/d'alerte relatifs à l'ozone O_3 au niveau de la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (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	124	65
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 2021.

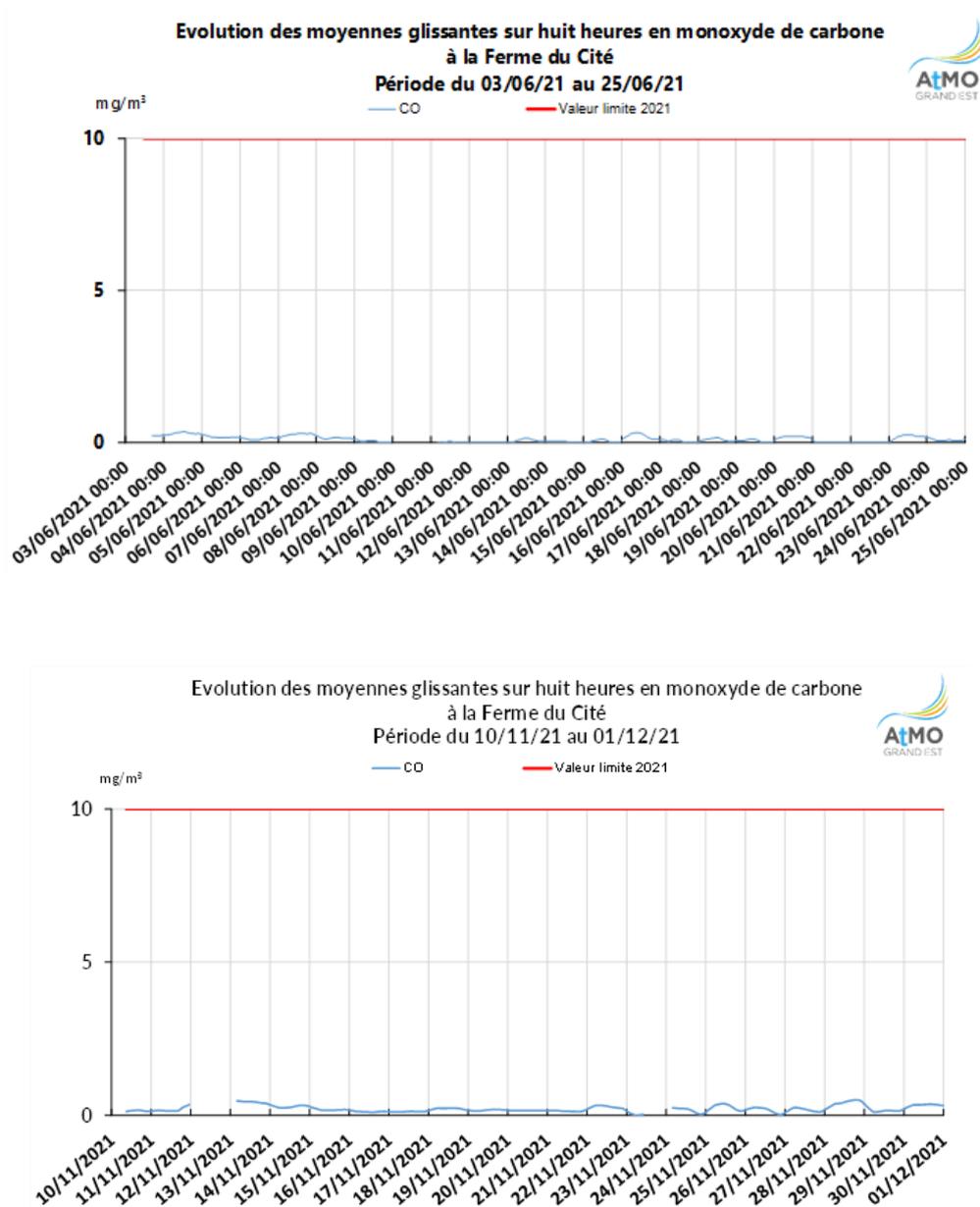


Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes glissantes sur huit heures en CO à la Ferme du Cité lors des deux campagnes de mesures en 2021 (source ATMO Grand Est)

Comparaison à la réglementation

Tableau 9 : Résultats en monoxyde de carbone CO à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (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 (0,4)	<1 (0,5)

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

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

Nous observons les principales tendances suivantes :

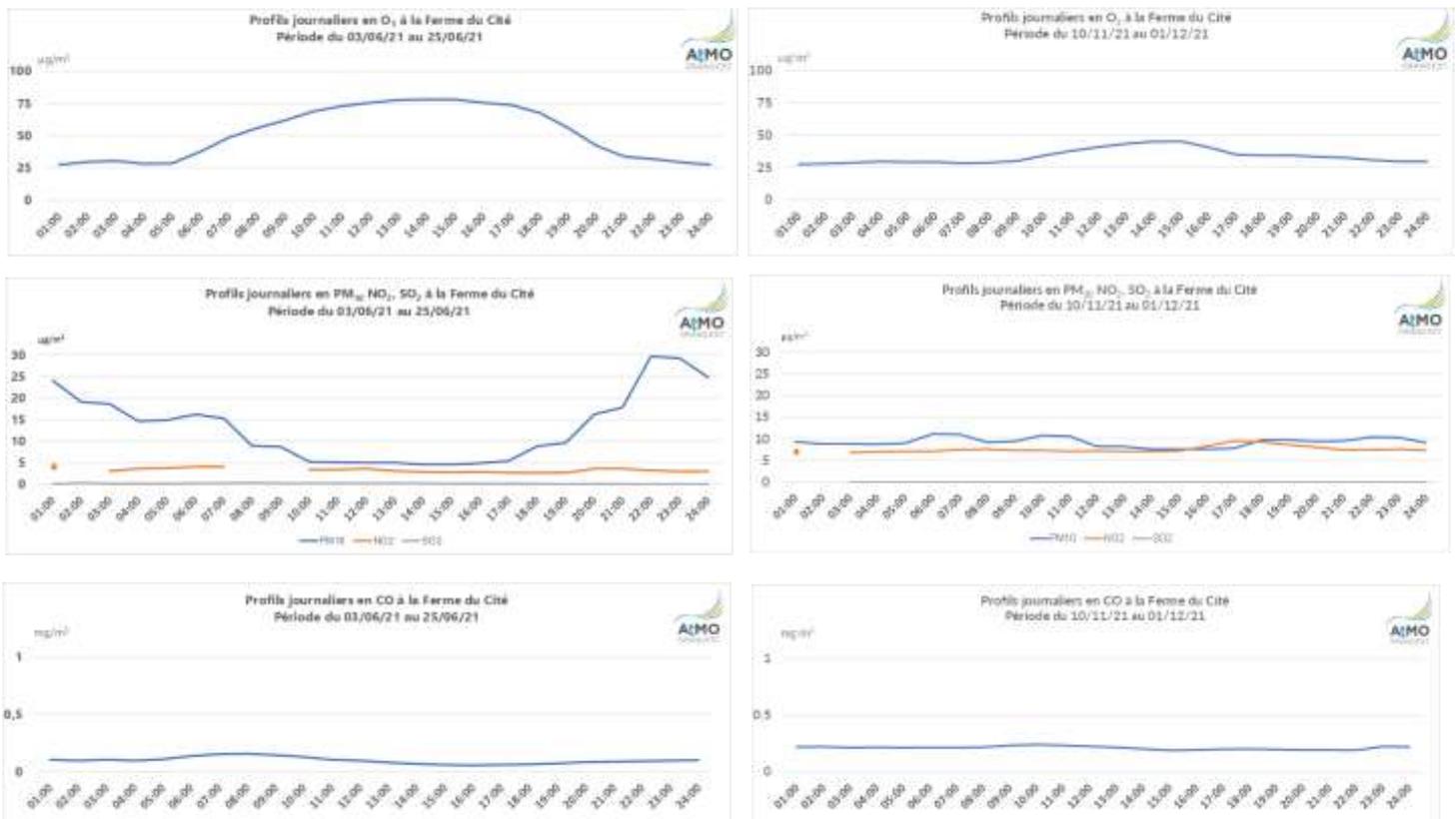


Figure 16 : Profils journaliers des polluants mesurés à la Ferme du Cité du 03/06/21 au 25/06/21 (C1) et du 10/11/21 au 01/12/21 (C2)

Nous observons les principales tendances suivantes :

Tableau 10 : Principales tendances se dégageant des profils journaliers lors des deux campagnes en 2020 (heure locale) :

Polluant/période	Campagne du 03 au 25 juin 2021	Campagne du 10 novembre au 1 ^{er} décembre 2021
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	<p><i>En juin</i> : Niveaux de fond de l'ordre de 5 µg/m³ en journée, pour augmenter en fin de journée et la nuit, et atteindre des niveaux moyens de fond d'environ 17 µg/m³ entre 22 heures et 09 heures. Ces hausses nocturnes pourraient être liées à des activités très locales au niveau de la Ferme.</p> <p><i>En novembre</i> : Teneurs de fond d'environ 12 à 13 µg/m³, sans hausses significatives en cours de journée.</p>	
SO ₂	Concentrations moyennes de fond négligeables à inexistantes.	
O ₃	Amplitude marquée en cours de journée, à relier à la période (printemps-été) propice à sa formation dans l'air ambiant. Teneurs moyennes de fond d'environ 25 µg/m ³ , augmentant en journée pour atteindre 75 µg/m ³ entre 13 heures et 19 heures (local), avant de rebaisser le soir et la nuit.	Période de l'année prise en compte (automne) non propice à l'obtention de niveaux élevés et de nettes amplitudes des teneurs au cours de la journée (concentrations moyennes de fond majoritairement de l'ordre de 25 µg/m ³).

Les campagnes réalisées en 2021 montrent des niveaux en particules PM₁₀ ayant augmenté la nuit en juin, probablement en raison d'activités localisées, et des teneurs de fond faibles et stables en novembre. Les concentrations de fond sont négligeables ou très faibles en oxydes d'azote, monoxyde de carbone et dioxyde de soufre.

En ozone O₃, les concentrations moyennes sont plus élevées en été, avec des fluctuations plus marquées durant la journée, en lien avec la période de l'année.

Par ailleurs, 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,
- En CO, on observe des niveaux de fond globalement équivalents à chaque heure de la journée au niveau des sites,
- En PM₁₀, comme indiqué précédemment le profil journalier à la Ferme du cité est atypique en juin (niveaux moyens plus élevés en période nocturne), donc différent de celui des autres sites ruraux. Lors de la seconde période des mesures, les teneurs sont similaires au fil des heures sur les divers sites ruraux, hormis le point fixe de Jonville où les concentrations moyennes de fond demeurent plus élevées (site positionné au centre du village),
- En SO₂, les teneurs moyennes demeurent négligeables voire nulles tout au long de la journée sur les divers sites de typologie proche de celle de la Ferme du Cité,

Pour l'ozone O₃, deux cas se distinguent : en période printanière à estivale (1^{ère} campagne de mesures), une amplitude se dessine en cours de journée sur l'ensemble des sites mesurant ce composé. Les niveaux sont maxima entre 11h et 19h environ, puis ils baissent en fin de journée et soirée. En période hivernale, les niveaux de fond fluctuent peu au fil des heures, cette saison n'étant pas propice à sa formation.

Pour rappel, des niveaux parfois élevés peuvent être observés en été pour ce polluant photochimique secondaire : ce phénomène n'est toutefois pas localisé à la Ferme du Cité ; il présente une problématique régionale, nationale à internationale.

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 résultats des mesures de plusieurs sites fixes.

- Les teneurs moyennes en *dioxyde d'azote* NO_2 se rapprochent de celles habituellement relevées sur les stations fixes de fond et de typologie rurale (Plateau meusien, Hautes-Vosges...).
- Les concentrations relevées en *monoxyde de carbone* CO demeurent très faibles. Ce constat est cohérent avec l'ensemble des résultats relevés sur la totalité des stations fixes d'ATMO Grand Est, quelle que soit la typologie prise en compte (Plateau meusien, Agglomération de Nancy centre...).
- Quant aux *particules* PM_{10} , les niveaux moyens de chacune des deux campagnes de mesures à Bure sont globalement du même ordre de grandeur que ceux provenant des sites fixes ruraux de la région Grand Est, aux mêmes périodes.
- Les concentrations moyennes en *dioxyde de soufre* SO_2 demeurent négligeables sur l'ensemble des sites d'ATMO Grand Est, et ce, quelles que soient leur typologie, leur influence ou leur localisation dans la grande région.
- Pour l'*ozone* O_3 , les niveaux observés tendent globalement à se rapprocher de ceux provenant des sites fixes de fond et de typologie rurale de la grande région, hormis pour la première campagne où les concentrations mesurées se rapprochent de celles issues des sites de fond urbain d'ATMO Grand Est.

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 SO_2 demeurant métrologiquement faibles, comprises entre 0 et $4 \mu g/m^3$ quelle que soit la période,
- des teneurs moyennes en NO_2 comprises entre 1 et $20 \mu g/m^3$ toutes saisons confondues,
- des concentrations moyennes en PM_{10} comprises entre 16 et $30 \mu g/m^3$ lors des précédentes campagnes de 2007 (année de mise en œuvre d'une nouvelle méthodologie) à 2011. Pour la période allant de 2014 à 2020, les teneurs moyennes oscillent entre $4 \mu g/m^3$ et $18 \mu g/m^3$,
- des valeurs moyennes de CO demeurant négligeables, comprises entre $0,1 mg/m^3$ et $0,4 mg/m^3$ toutes campagnes confondues,
- et enfin pour l'ozone O_3 , des concentrations moyennes comprises entre $10 \mu g/m^3$ en hiver 2002, et $75 \mu g/m^3$ en été 2010 caractérisé par un temps très chaud, sec et ensoleillé sur plusieurs journées, ce qui a favorisé sa formation.

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

Au regard de la réglementation actuelle, au cours des diverses périodes de réalisation des campagnes de mesures, les concentrations moyennes des polluants tels le NO₂, le CO, le SO₂ sont 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.

Les niveaux d'ozone fluctuent pour leur part 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 à la Ferme du Cité du 03 au 25 juin et du 10 novembre au 1^{er} décembre 2021.

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



Les deux campagnes de mesures réalisées en 2021 présentent des concentrations moyennes en dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre restant faibles à négligeables pour ces deux derniers. En ce qui concerne les particules PM₁₀, les niveaux moyens demeurent également peu élevés ; ils correspondent à des niveaux moyens de fond. Ces observations sont en lien avec la faible densité 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 montagnaise, d'habitations...) ni présence d'activités industrielles émettrices à proximité directe.

Pour rappel, les conditions météorologiques rencontrées lors des mesures jouent un rôle sur les niveaux dans l'air ambiant (présence de vents favorisant une bonne dispersion des polluants, et d'épisodes pluvieux parfois soutenus notamment au cours de la première campagne de mesures...).

Une comparaison avec les seuils réglementaires annuels est proposée dans le cadre de ce bilan, mais à titre **purement indicatif** en raison de la représentativité temporelle limitée des mesures réalisées (non-respect des objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE). Ainsi, sur les périodes des mesures, et par rapport à la réglementation actuelle, l'ensemble des seuils réglementaires en lien avec la *pollution chronique* est respecté pour les particules PM₁₀, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone. Pour l'ozone, le seuil correspondant à la ligne directrice est dépassé lors de la première période des mesures.

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 2021 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)

Globalement, lors des périodes de campagnes de mesures de 2021, les activités du Laboratoire de recherches n'influent pas sur les niveaux mesurés dans l'air ambiant, concernant 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 l'ensemble de la région Grand Est, les résultats obtenus en NO₂ à la Ferme du Cité en 2021 sont faibles et très proches de ceux habituellement relevés sur les sites placés en contexte de typologie rurale.

Pour le CO, les niveaux obtenus sont négligeables et du même ordre de grandeur que ceux provenant des autres stations fixes de la région Grand-Est, et ce, quelle que soit la typologie.

Pour les PM₁₀, les niveaux moyens à la Ferme du Cité se situent dans la moyenne 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.

Pour l'ozone O₃, au cours des deux périodes de mesures, les niveaux moyens obtenus se rapprochent respectivement de ceux issus des sites fixes de fond urbain du Grand Est lors de la première campagne, et des stations de typologie rurale pour la deuxième campagne réalisée en novembre.

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

L'ensemble des campagnes de mesures mises en œuvre depuis 1999 présente des concentrations en polluants relativement modérés et demeurant du même ordre de grandeur d'une année sur l'autre, en fonction des composés et de la saison prise en compte.

Concernant les perspectives...

Conformément au contrat entre l'ANDRA et ATMO Grand Est pour la période 2020 à 2022, deux nouvelles campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant seront mises en œuvre au printemps et en automne 2022.



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

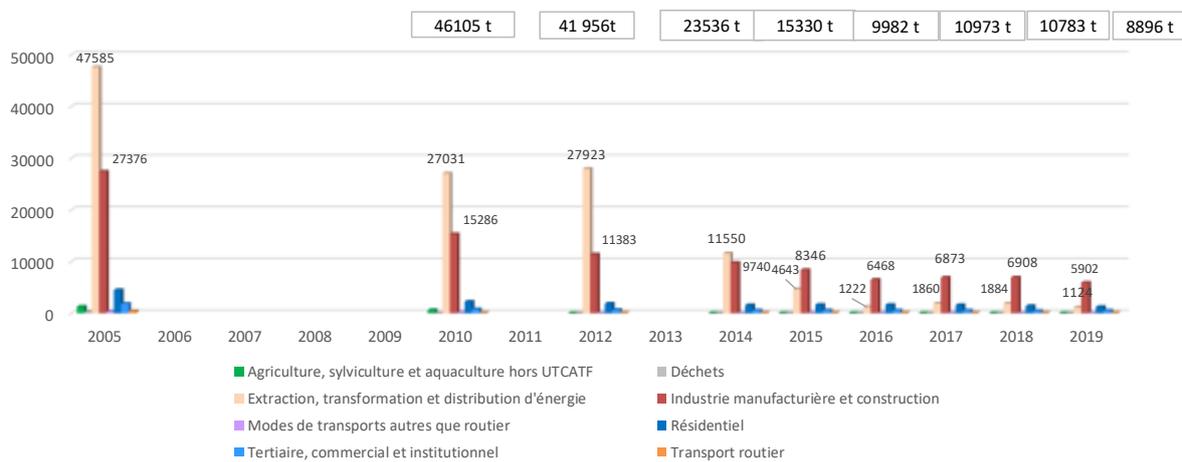
ANNEXE 1 : CARACTERISATION, ORIGINES ET EFFETS DES COMPOSES SUIVIS

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 trois sources d'émissions les plus importantes non liées à l'énergie sont, sur le territoire (par ordre décroissant) la production de verre, la production de minéraux non-métalliques et les procédés de l'industrie chimique inorganique.

Evolution des émissions de SO₂ : source ATMO Grand Est Invent'Air V2021



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...).

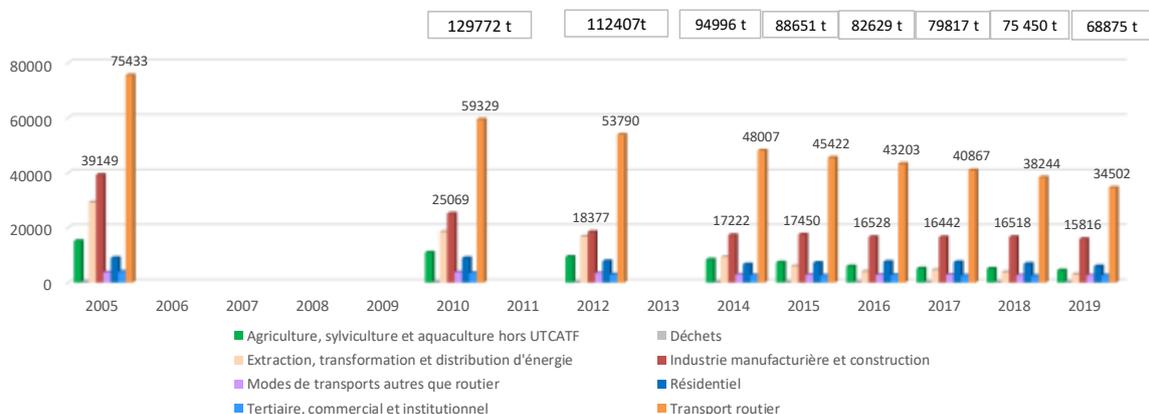
Santé : Il affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons ; il provoque des irritations oculaires... L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires.

Monoxyde et dioxyde d'azote NO/NO₂

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 (51%) et l'industrie (22%). Les secteurs concernant le résidentiel, l'agriculture et l'énergie représentent moins de 10% chacun.

Evolution des émissions de NO_x : source ATMO Grand Est Invent'Air V2021



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

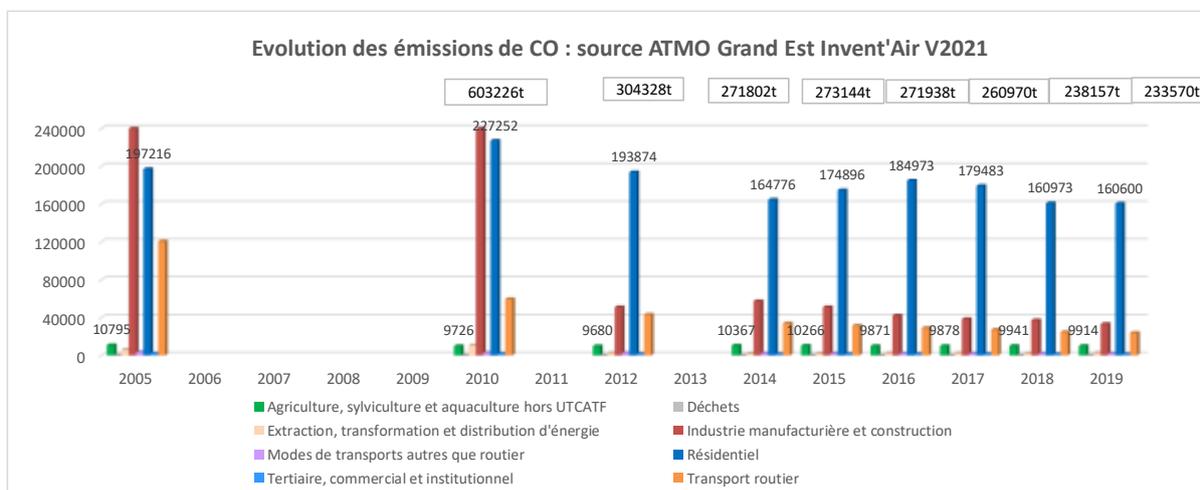
Santé : Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

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, l'industrie manufacturière et construction, ainsi que le transport routier.



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 CO₂, composé reconnu comme étant l'un des principaux gaz à effet de serre (GES).

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

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

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

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.

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...).

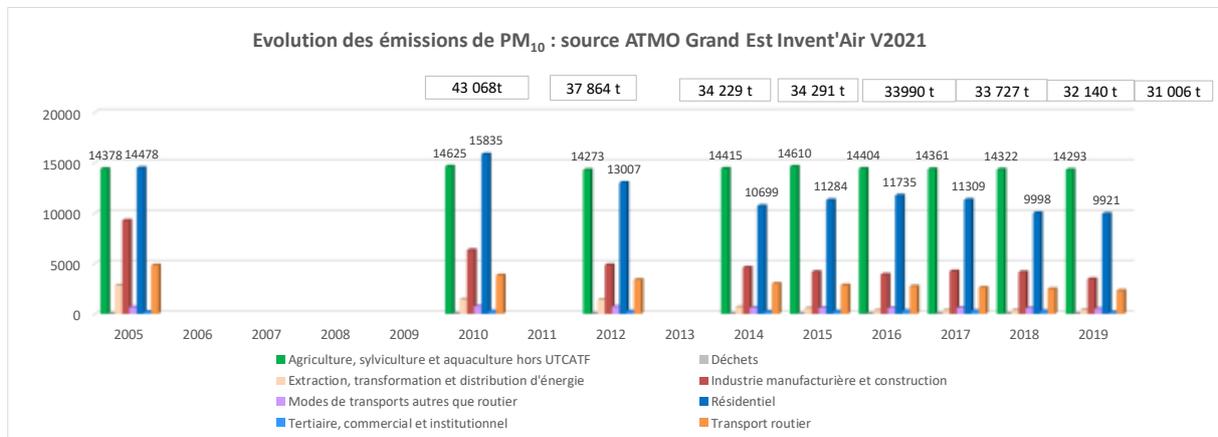
Santé : Il s'agit d'un gaz agressif pénétrant facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Les effets peuvent être variés : troubles fonctionnels des poumons (toux, altérations pulmonaires...), nuisances olfactives, effets lacrymogènes, irritations des muqueuses, diminution de l'endurance 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 2018 : l'agriculture (45%) 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.

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MESURES EN CONTINU

Cinq analyseurs automatiques mesurent en continu les concentrations en polluants gazeux (NO_x, SO₂, CO, O₃) et en particules fines PM₁₀.



Analyseurs automatiques dans une station fixe

(Source : ATMO Grand Est)

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.

Ainsi, les analyseurs présents dans la remorque laboratoire permettent 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.



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

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	/	/	/

ANNEXE 3 : REGLEMENTATION

Valeurs réglementaires en vigueur :

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 ³ 200 µg/m ³ 25 µg/m ³	Annuelle 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	Annuelle 24 heures ^a
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	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures à ne pas dépasser sur un an civil
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.

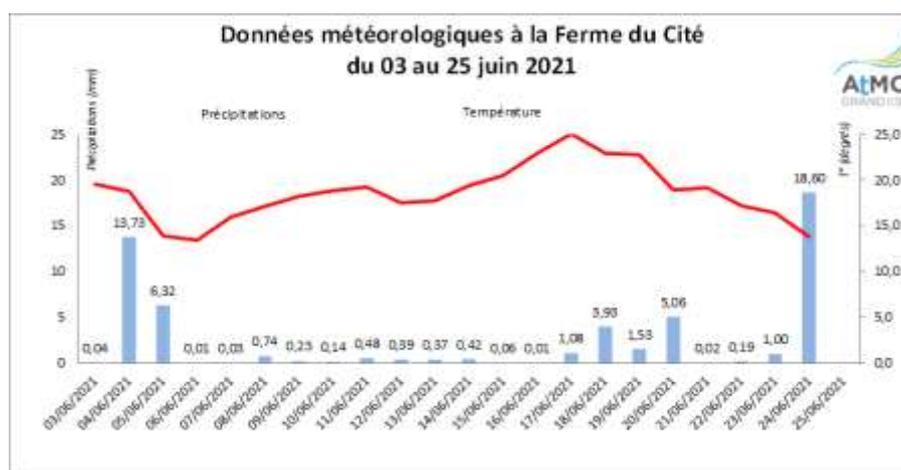
ANNEXE 4 : DONNEES METEOROLOGIQUES A L'OPE HOUDELAINCOURT

Campagne du 03/06/2021 au 25/06/2021 :

	Températures (en °C)			Cumul des précipitations** (en mm)
	Température minimale*	Température maximale*	Moyenne sur la période d'étude*	
Du 03 au 25 juin 2021	12,4	30,3	19,5	54,4

* à partir des données horaires

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

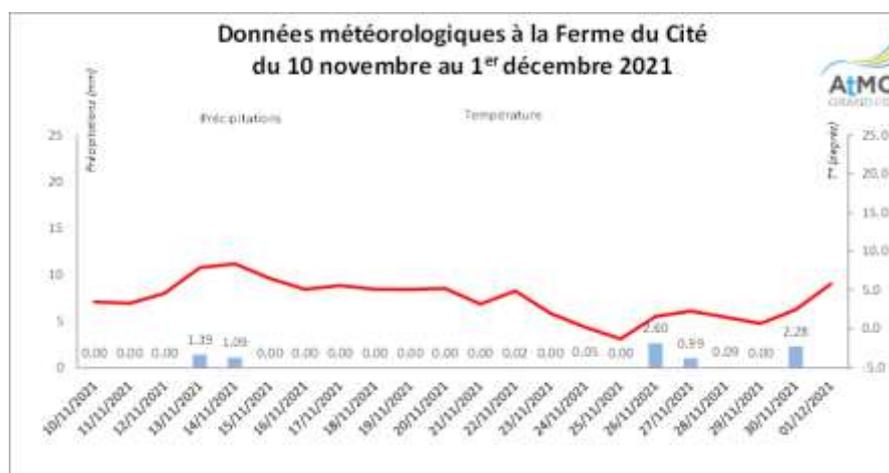


Campagne du 10/11/2021 au 01/12/2021 :

	Températures (en °C)			Cumul des précipitations** (en mm)
	Température minimale*	Température maximale*	Moyenne sur la période d'étude*	
Du 10 novembre au 1 ^{er} décembre 2021	-2,5	13	4,3	11,24

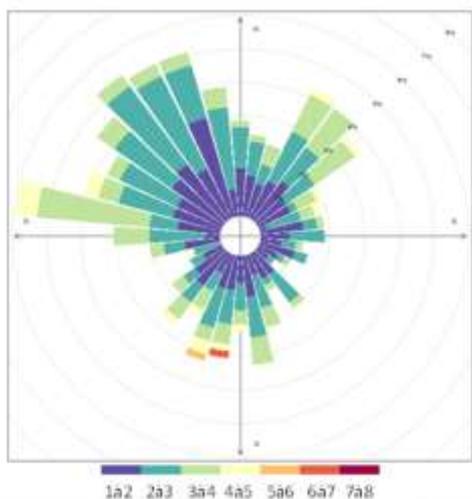
* à partir des données horaires

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



Régime des vents :

Campagne du 03/06/2021 au 25/06/2021 :



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

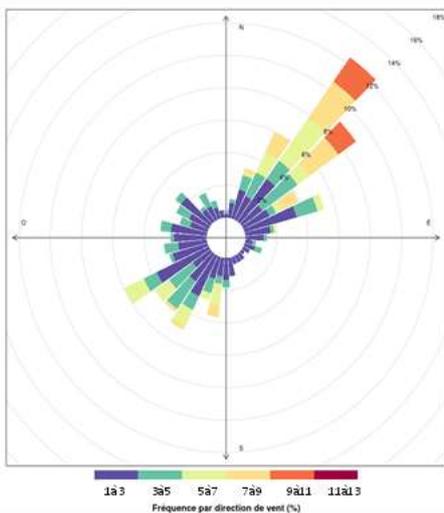
Latitude 48°33'44,4" N

Altitude : 392 mètres

Type de données : données horaires

Pourcentage de données horaires valides : 99%

Campagne du 10/11/2021 au 01/12/2021 :



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

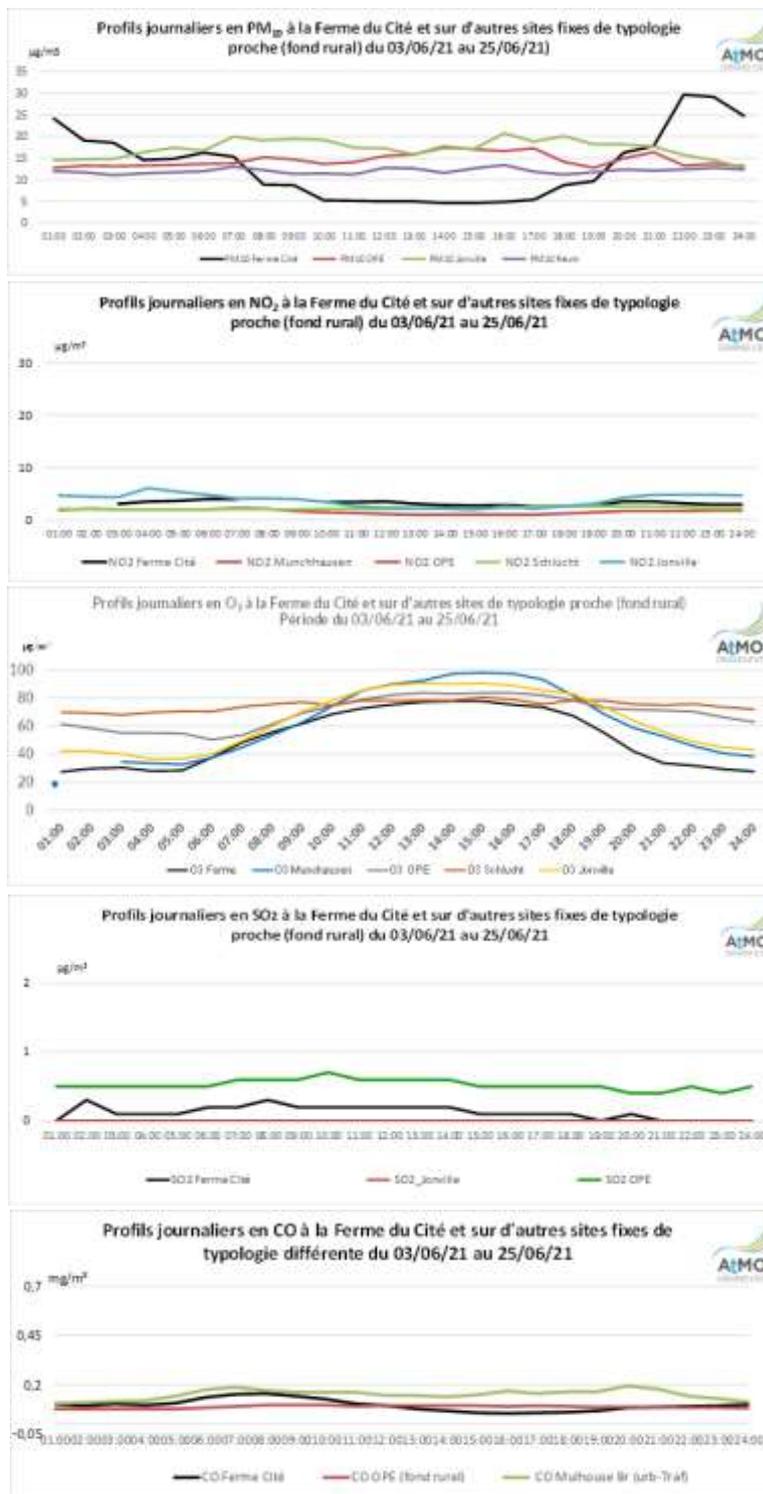
Type de données : données horaires

Pourcentage de données horaires valides : 100%

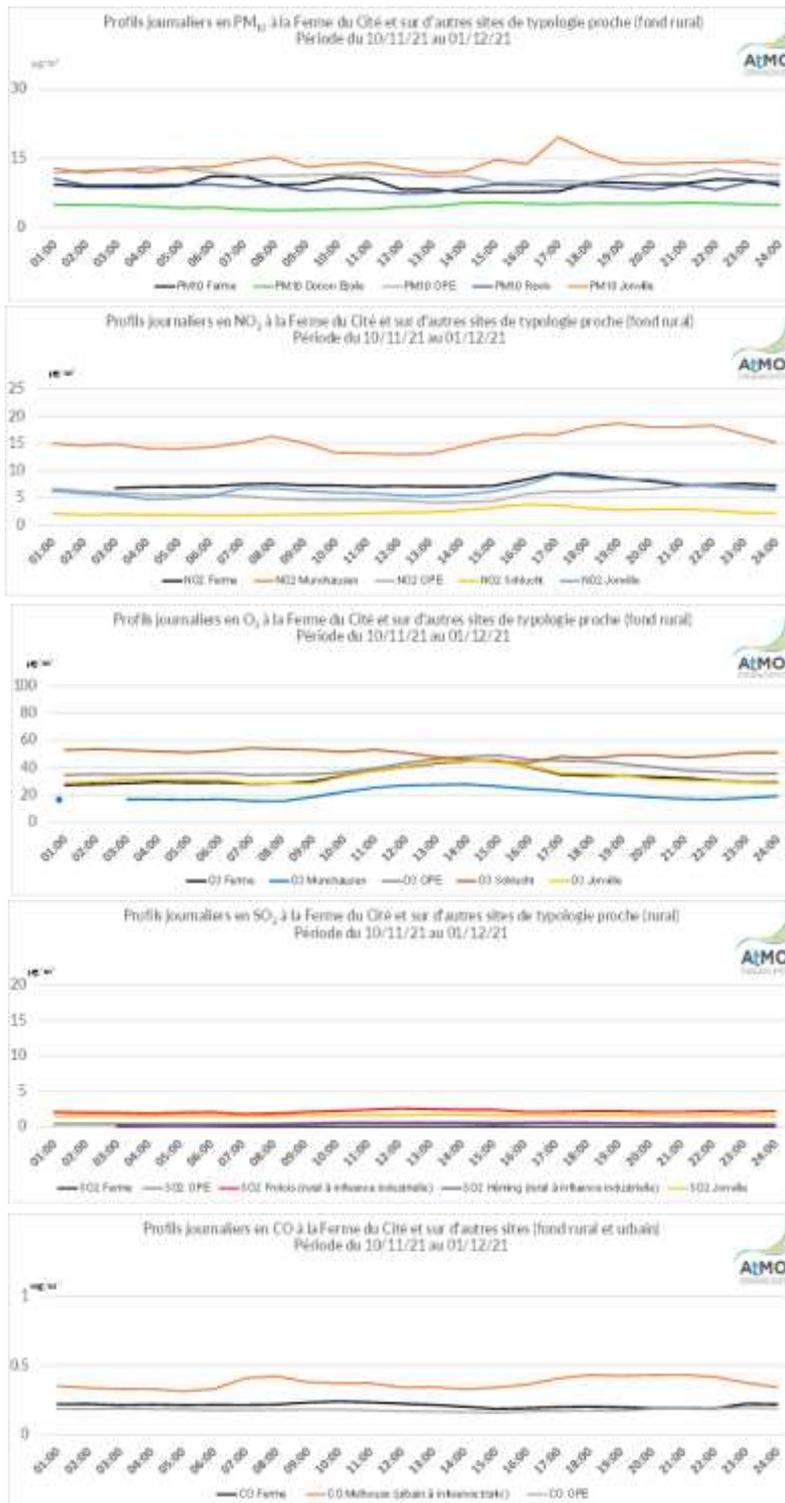
ANNEXE 5 : PROFILS JOURNALIERS DES POLLUANTS SUIVIS A LA FERME DU CITE ET COMPARAISON A CEUX D'AUTRES SITES FIXES D'ATMO GRAND EST

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

Campagne réalisée du 03/06/21 au 25/06/21 :



Campagne réalisée du 10/11/21 au 01/12/21 :



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 03/06/21 au 25/06/21 (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	rurale/fond	urbaine/fond
NO ₂	3	2	2	10	10	3	10
CO	0,1	0,1	/	/	/	0,1	0,2 (urbain trafic)
PM ₁₀	13	15	/	18	18	14	16
SO ₂	<1	<1	/	1	/	<1	<1
O ₃	51	69	76	63	63	72	65

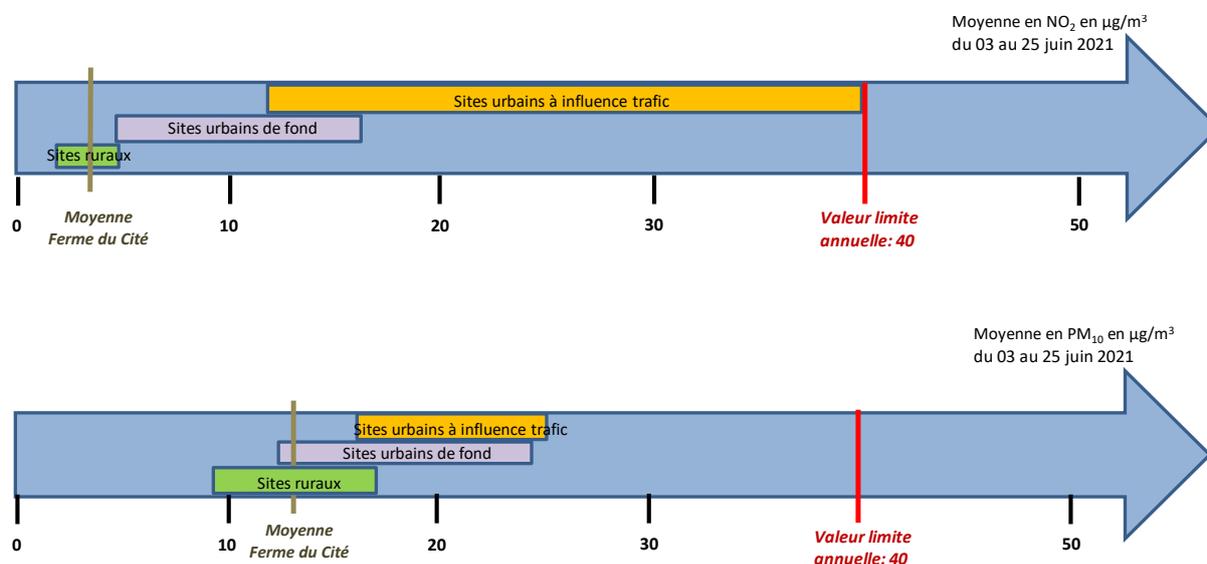
/ : non disponible ou non mesuré

Campagne réalisée du 10/11/21 au 01/12/21 (C2) :

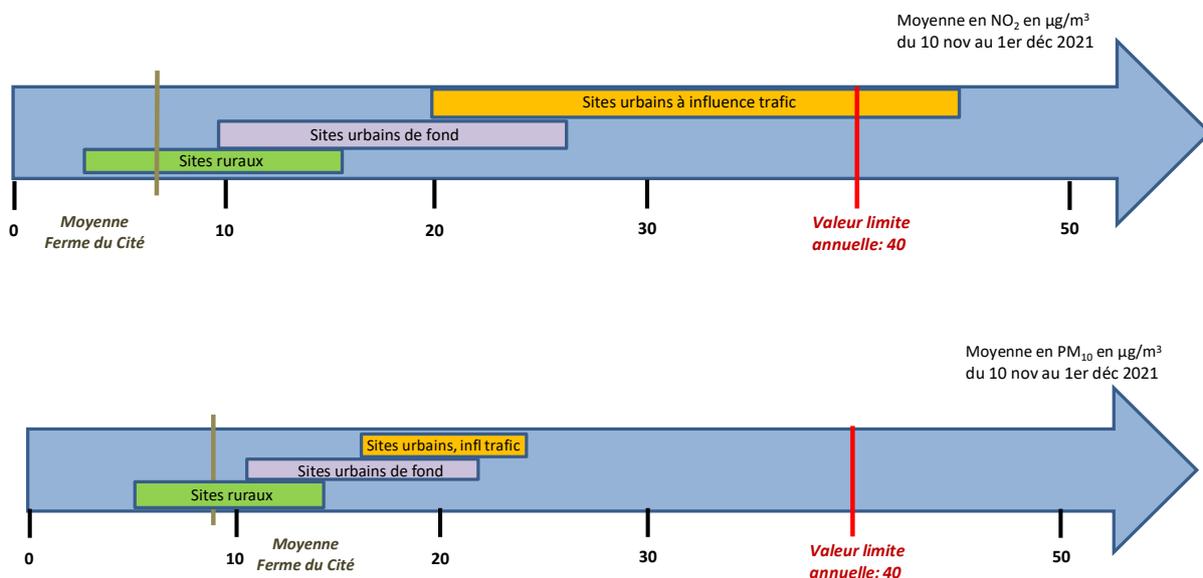
Polluant	Ferme du Cité	Site Plateau meusien OPE (Houdelaincourt)	Site Hautes Vosges (Schlucht)	Site Agglo Nancy centre (Charles III)	Site Agglo Metz centre	Ensemble des sites ruraux de fond ATMO GE	Ensemble des sites urbains de fond ATMO GE
Typologie /influence	rurale/fond	rurale/fond	rurale/fond	urbaine/fond	urbaine/fond	rurale/fond	urbaine/fond
NO ₂	8	6	3	21	20	7	20
CO	0,2	0,2	/	/	/	0,2	0,4 (urbain trafic)
PM ₁₀	9	11	/	17	19	8	16
SO ₂	<1	<1	/	2	/	1	2
O ₃	33	39	50	22	19	36	24

/ : non disponible ou non mesuré

Positionnement des niveaux moyens en NO₂ et PM₁₀ à la Ferme du Cité, campagne C1 :



Positionnement des niveaux moyens en NO₂ et PM₁₀ à la Ferme du Cité, campagne C2 :



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

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

Polluant	Moy C1*	Moy C2*	Moy C3*	Moy C4*	Moy C5*	Moy C6*	Moy C7*	Moy C8*	Moy C9*	Moy C10*	Moy C11*
NO	2	2	1**	1	6	0	0	1	<1	<1	<1
NO ₂	20	12	6**	10	16	4	4	9	3	4	1
SO ₂	1	3	1	< 1	3	1	0	0	<1	<1	2
PM ₁₀	19	24	17	10	18	31	12	17	17	13	15
CO	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
O ₃	23	48	52	10	25	65	41	51	71	49	67

phase de creusement des puits

Polluant	Moy C12*	Moy C13*	Moy C14*	Moy C15*	Moy C16*	Moy C17*	Moy C18*	Moy C19*	Moy C20*	Moy C21*	Moy C22*	Moy C23*
NO	1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	<1	<1	<1	1	<1
NO ₂	11	6	1	8	3	16	1	5	5	4	6	4
SO ₂	2	< 1	< 1	1	<1	<1	<1	1	1	2	<1	<1
PM ₁₀	17 non corr 30 corr●	10 non corr 17 corr●	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
CO	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1
O ₃	27	40	48	36	75	37	60	46	73	44	50	54

phase de creusement des puits

phase d'exploitation

Polluant	Moy C24*	Moy C25*	Moy C26*	Moy C27*	Moy C28*	Moy C29*	Moy C30*	Moy C31*	Moy C32*	Moy C33*	Moy C34*	Moy C35*
NO		3	<1	1	<1	3	1	1	<1	<1	<1	1
NO ₂	2	16	4	7	4	13	2	5	3	3	3	8
SO ₂	1	<1	<1	4	2	2	4	4	<1	<1	<1	<1
PM ₁₀	8 Δ	18 Δ	10 Δ	7 Δ	13 Δ	9	9	7	12	13	13	9
CO	0,4	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,2
O ₃	48	23	69	39	58	35	53	39	58	41	51	33

phase d'exploitation

** : 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).

- * :
- 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)



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