AtMO GRAND EST
Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

2021

Evaluation du dioxyde d'azote au niveau de l'Eurométropole de Strasbourg en 2021

Campagnes réalisées entre le 24 février et le 16 décembre

REF modèle : SURV-FE-066 indice 1
REF du rapport : SURV-EN-689 indice 1

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

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

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction	Sandrine BOURDET, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Vérification	Christelle SCHNEIDER, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Approbation	Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires

Référence du projet : MSP-00529

Référence du rapport : SURV-EN-689

Date de publication : 19-05-2022

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

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Eurométropole de Strasbourg pour son accueil et les accords obtenus afin de réaliser cette campagne de mesures avec, entre autres, les communes d'Eckbolsheim, Entzheim, Illkirch, Ostwald, Plobsheim, Reistett, Schiltigheim.

Résumé du rapport

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus de six campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant réalisées au niveau de l'Eurométropole de Strasbourg en contexte de fond urbain et de proximité trafic. Ces mesures sont mises en œuvre dans des secteurs dépourvus de station fixe à proximité directe.

Cette campagne de mesures rentre dans le cadre des actions du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA 2017-2021) d'ATMO Grand Est, en lien avec les actions 1 et 2 ; elle va également constituer une aide au calage des sorties de modélisations urbaines et de prévisions sur le secteur d'étude.

A cette fin, vingt-neuf sites ont été instrumentés avec des tubes passifs pour la mesure du NO_2 (treize en contexte de fond urbain à périurbain, et seize sous influence trafic).
Les résultats indiquent des niveaux moyens annuels oscillant entre **11 µg/m³** (site urbain de fond à Eckwersheim au 4 rue du ruisseau) et **42 µg/m³** pour le plus élevé (site urbain d'influence trafic localisé à Strasbourg au 10 boulevard de Lyon), mettant ainsi en évidence une forte disparité des niveaux en fonction des secteurs.

Le niveau moyen annuel atteint **31 µg/m³** tous sites d'influence trafic confondus, et **17 µg/m³** pour l'ensemble des sites de fond (soit un ratio de 1,8).

Résumé du rapport (suite)

Expositions

Par rapport à la réglementation actuellement en vigueur, **deux sites** urbains d'influence trafic localisés à Strasbourg, l'un à la place de Haguenau (site n°11) et l'autre au 10 boulevard de Lyon (site n°14) **dépassent** en 2021 **la valeur limite annuelle correspondant à la protection de la santé humaine** (40 µg/m^3 sur un an).
A titre indicatif, tous les sites dépassent la valeur seuil correspondant à **la ligne directrice de l'OMS** (10 µg/m^3 sur un an - valeur non réglementaire).

Globalement, les plus fortes moyennes annuelles sont mesurées à proximité d'axes de circulation à fort trafic dans Strasbourg comme en périphérie (route de Schirmeck, avenue des Vosges, boulevard de Lyon, avec un trafic moyen journalier annuel dépassant 21500 véhicules en 2018). Les niveaux de concentration relevés à distance des axes routiers, sur des sites dits de fond (éloignés des sources de pollution directe) sont plus faibles et inférieurs à 40 µg/m^3.

En fonction des données disponibles, le fait d'obtenir des niveaux assez élevés est récurrent sur certains sites (avenue des Vosges, boulevard de Lyon, route de Schirmeck…) avec cependant une tendance à l'amélioration puisque la valeur limite, dépassée lors de précédentes campagnes (exemple : campagne de 2011 réalisée par l'ASPA, ref : ASPA11101801-ID) ne l'est plus sur ces points.

En considérant l'ensemble des points de mesures investigués avec les tubes passifs, les niveaux relevés en NO_2 présentent des ordres de grandeur similaires à ceux habituellement observés en contexte urbain à influence trafic dans des agglomérations de taille équivalente.

Définitions

Diagramme ombrothermique : diagramme élaboré à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières, pour permettre de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres.

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

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

Lignes directrices de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air présentent des recommandations d'ordre général concernant les valeurs seuils des principaux polluants de l'air qui posent des risques pour la santé.

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

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

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

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

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

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

AtMO GRAND EST
Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Contexte et objectifs

Dans le cadre des actions 1 et 2 du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) d'ATMO Grand Est pour la période 2017-2021, une campagne de mesure de la qualité de l'air a été mise en œuvre dans l'Eurométropole de Strasbourg, en contexte urbain à influence trafic et en situation de fond. L'action 1 vise à gérer et optimiser les outils de la surveillance de la qualité de l'air, et l'action 2 à évaluer les inégalités d'exposition par des campagnes de mesures. Elle a ici pour objectif d'évaluer les niveaux en dioxyde d'azote NO_2. Les différentes communes concernées par cette campagne font partie de l'Eurométropole de Strasbourg .

Ces mesures vont permettre d'évaluer la qualité de l'air sur des secteurs dépourvus de station fixe de mesures à proximité directe, et d'optimiser le calage des sorties de modélisations urbaines réalisées sur ce secteur d'étude (ADMS Urban). Elles alimentent également les modèles de prévisions atmosphériques réalisés par l'Unité de modélisation urbaine et régionale d'ATMO Grand Est. Les agglomérations de la région Grand Est combinent en effet des émissions de polluants importantes associées au trafic routier, aux axes urbains et interurbains, et une population résidant aux abords immédiats de ces axes. Par conséquent, la surveillance de la qualité de l'air en proximité trafic constitue un enjeu de santé publique majeur. Cette surveillance permet notamment de connaître les niveaux de pollutions les plus élevés auxquels les habitants vivant à proximité de ces infrastructures routières sont susceptibles d'être exposés.

Ainsi, en 2021, six campagnes de mesures ont été mises en place entre le 24 février et le 16 décembre sur vingt-neuf sites : seize sous influence trafic et treize en situation de fond.

Ce rapport dresse le bilan des différentes campagnes, les résultats obtenus étant comparés d'une part à la réglementation actuellement en vigueur, et d'autre part aux résultats provenant d'autres stations fixes et/ou de campagnes de mesures antérieures d'ATMO Grand Est, en fonction des données disponibles.

Les sites de prélèvement

Vingt-neuf sites ont été instrumentés en collaboration avec l'unité Modélisation d'ATMO Grand Est, pour compléter les connaissances sur les niveaux en dioxyde d'azote en situation urbaine de fond et sous influence trafic et pour aider au calage des sorties de modélisations urbaines réalisées sur le secteur d'étude.

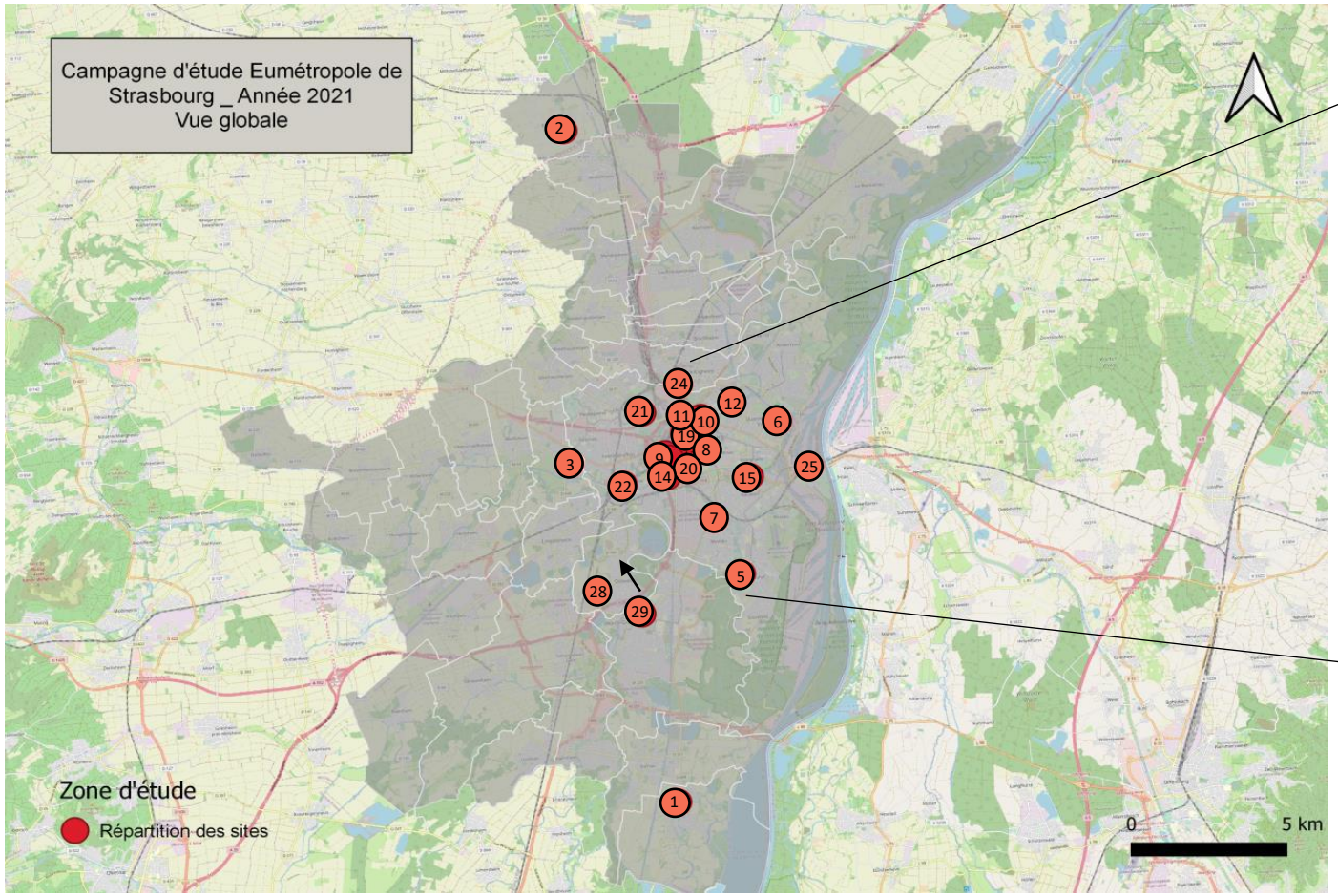
Ces points de mesures ont été instrumentés avec des tubes passifs sur plusieurs communes faisant partie de l'Eurométropole de Strasbourg. Nous pouvons citer les communes d'Eckbolsheim, Entzheim, Illkirch, Ostwald, Plobsheim, Reistett, Schiltigheim.

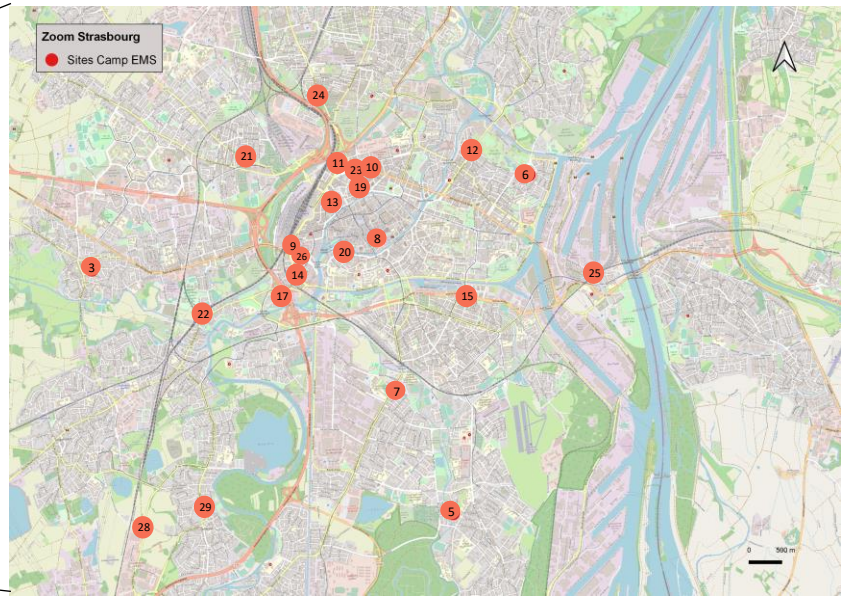
Les sites de prélèvement

Tableau 1 : Sites de mesures de la campagne réalisée à l'Eurométropole de Strasbourg en 2021

N° site	N° de site	Commune	NO_2	Typologie
1	6, rue Aristide Briand	Plobsheim	X	Site de fond
2	4, rue du ruisseau	Eckwersheim	X	Site de fond
3	Place du commerce	Eckbolsheim	X	Site de fond
4	rue du Général Leclerc	Eckbolsheim	X	Urbaine et périurbaine
5	9, rue des Linottes	Strasbourg	X	Site de fond
6	35, rue Bautain	Strasbourg	X	Site de fond
7	6, rue Leitersperger	Strasbourg	X	Site de fond
8	place des tripiers	Strasbourg	X	Site de fond
9	2 boulevard de Nancy	Strasbourg	X	Influence trafic
10	68, avenue des Vosges	Strasbourg	X	Influence trafic
11	place de Haguenau	Strasbourg	X	Influence trafic
12	76, allée de la Robertsau	Strasbourg	X	Site de fond
13	rue du Marais-Vert	Strasbourg	X	Influence trafic
14	10 Boulevard de Lyon	Strasbourg	X	Influence trafic
15	54 Avenue du Rhin	Strasbourg	X	Influence trafic
16	rue Louise Scheppler	Strasbourg	X	Influence trafic
17	6 rue des Foulons	Strasbourg	X	Site de fond
18	135 route de Lyon	Illkirch-G.	X	Influence trafic
19	30 rue du Faubourg-de-Pierre	Strasbourg	X	Influence trafic
20	39 rue Finkwiller	Strasbourg	X	Influence trafic
21	45 route de Mittelhausbergen	Strasbourg	X	Influence trafic
22	118 route de Schirmeck	Strasbourg	X	Influence trafic
23	2 boulevard Clemenceau	Strasbourg	X	Influence trafic
24	12 route du Général de Gaulle	Schiltigheim	X	Influence trafic
25	5 rue Coulaux	Strasbourg	X	Site de fond
26	3 rue de Barr	Strasbourg	X	Influence trafic
27	rue de Paris	Reichstett	X	Influence trafic
28	rue Ettore Bugatti	Ostwald	X	Site de fond
29	25 rue du Général Leclerc	Ostwald	X	Site de fond

Carte des sites de prélèvement





Zoom sur Strasbourg

Figure 1 : Localisation des sites de mesures par tubes passifs

Méthode de mesures utilisées dans le cadre de l'étude

Tableau 2 : Mesures par tubes passifs et descriptif

Moyen de mesure	Descriptif
Tube passif NO_2 et support : *Figure 2 : Tube passif et support*	Le principe de fonctionnement de ce mode de prélèvement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur un adsorbant adapté au piégeage spécifique du polluant gazeux. La quantité de molécules piégées est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement et est déterminée par analyse des échantillons différée en laboratoire. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Le polluant suivi pour cette étude ainsi que les normes de mesurages mises en œuvre est le suivant :

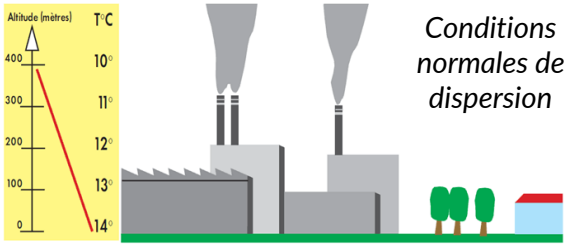
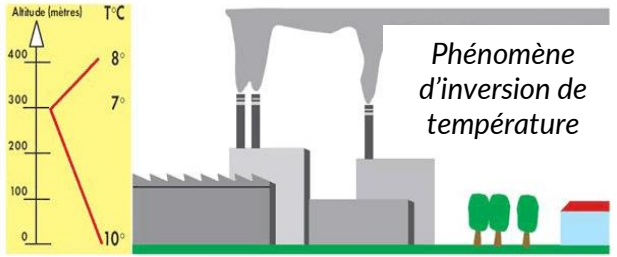
Polluants	Méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse
Dioxyde d'azote (NO_2)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann	NF EN 16 339	NF EN 16 339

Après exposition, les tubes sont collectés et analysés en laboratoire. La concentration en polluant correspond à une valeur moyennée sur la durée d'exposition du tube.

Des contrôles qualité sont effectués tout au long de l'étude avec la réalisation de blancs et de triplicats, permettant de s'assurer de la répétabilité des mesures.

Paramètres météorologiques et rôle sur les polluants de l'air

Tableau 3 : Périodes de mesures en 2021

Paramètres	Rôles des conditions météorologiques dans la formation et dispersion des polluants de l'air
Température	**La température** agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des gaz issus des rejets d'échappement des véhicules, des installations de chauffage (dispersion limitée) etc… Les températures froides jouent sur l'augmentation des émissions liées au chauffage, tandis que les fortes températures favorisent les transformations photochimiques des polluants.  *Conditions normales de dispersion*  *Phénomène d'inversion de température*
Précipitations	**Lors de précipitations**, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant ainsi le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air.
Direction et vitesse du vent	**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 entrainer les émissions de polluants. Une absence de vent contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement.

Dans le cadre de cette étude, les mesures des paramètres météorologiques proviennent des stations fixes d'ATMO Grand Est situées à la Krutenau et à Schiltigheim.

Périodes de mesures pour permettre une couverture annuelle > 14%

Afin de pouvoir calculer des moyennes annuelles, la stratégie d'échantillonnage doit notamment répondre à certains objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE : à savoir une période minimale de mesures sur 14 % de l'année pour des mesures indicatives, ou huit semaines, réparties sur toute l'année pour être représentatives des diverses conditions du climat.
Pour répondre à ces critères, six périodes de mesures ont été planifiées au cours de l'année 2021. Les dates sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Périodes de mesures en 2021

Campagne	Périodes de prélèvements	Nombre de jours
C1	24 février au 10 mars	14
C2	20 avril au 4 mai	14
C3	02 au 16 juin	14
C4	17 au 31 août	14
C5	12 au 26 octobre	14
C6	02 au 16 décembre	14
	Total :	**84 jours**

Les résultats sur l'année pourront être comparés aux normes nationales annuelles de la qualité de l'air, la couverture temporelle des mesures étant de 23 %.
L'**annexe 3** présente les seuils réglementaires en NO_2 actuellement en vigueur.

Limites de l'étude

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

Compte tenu des périodes et de la fréquence des mesures, l'étude permet de qualifier les niveaux observés au regard des normes annuelles de qualité de l'air.

Des informations relatives aux dépassements de normes horaires ou journalières pour les paramètres mesurés avec des tubes passifs ne peuvent être fournies.

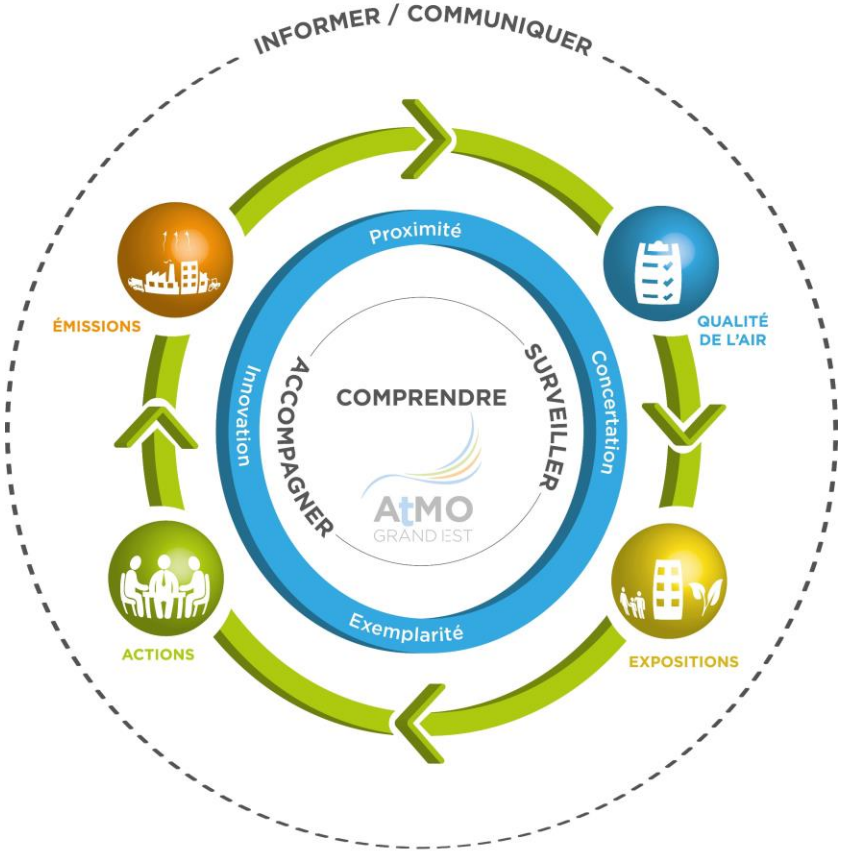


Figure 3 : Cycle de la pollution de l'air

Inventaire des émissions de dioxyde d'azote NO_2

La sectorisation des émissions (Invent'Air V2021 – données 2019) est présentée à partir de l'inventaire des émissions atmosphériques de polluants et de gaz à effet de serre d'ATMO GE, en prenant en compte l'Eurométropole de Strasbourg auxquelles les communes concernées par l'étude appartiennent.

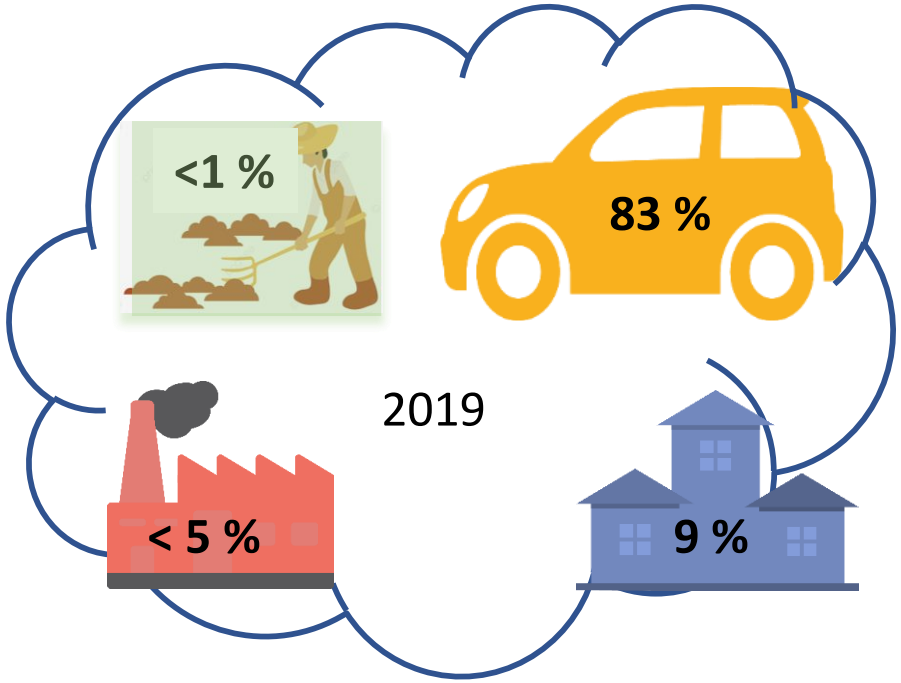
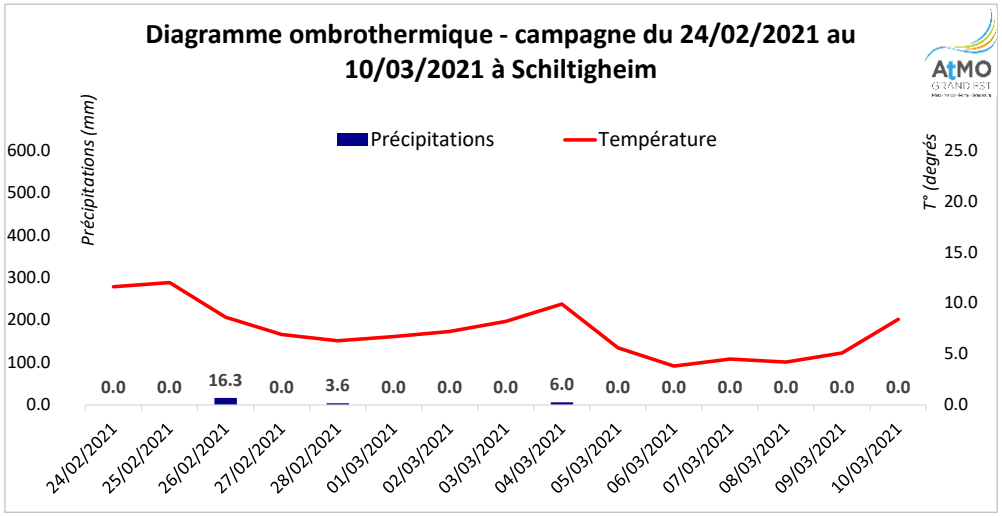


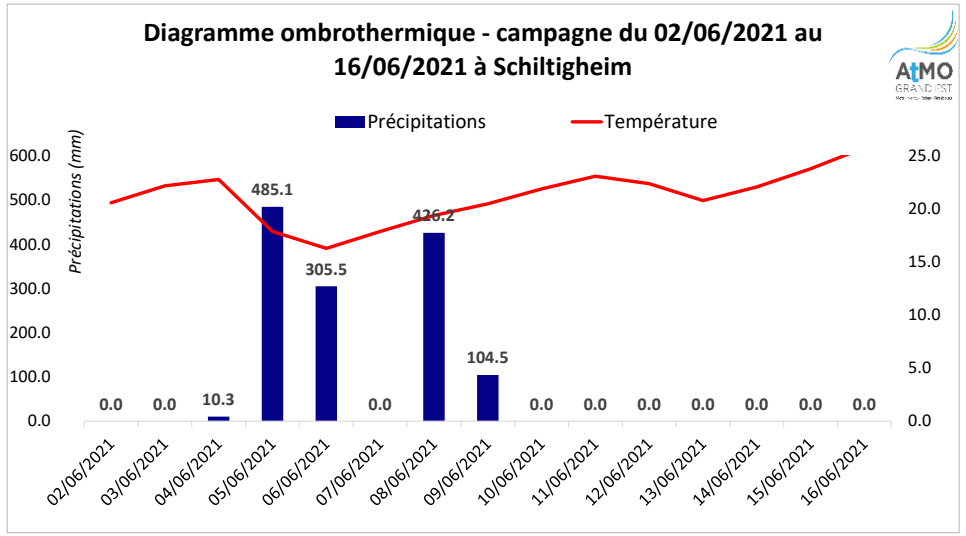
Figure 4 : Sectorisation des émissions de NO_2 (source : ATMO GE - Invent'AirV2021 - A2019)

Le NO_2 est majoritairement issu du transport routier avec plus de 80%, suivi par le secteur résidentiel-tertiaire (9%), les autres secteurs représentant chacun moins de 5% des émissions.

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Strasbourg

Les graphiques suivants sont élaborés à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières mesurées à Schiltigheim (pas de mesures de ces paramètres au site fixe de la Krutenau). Ils permettent de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres lors des campagnes.





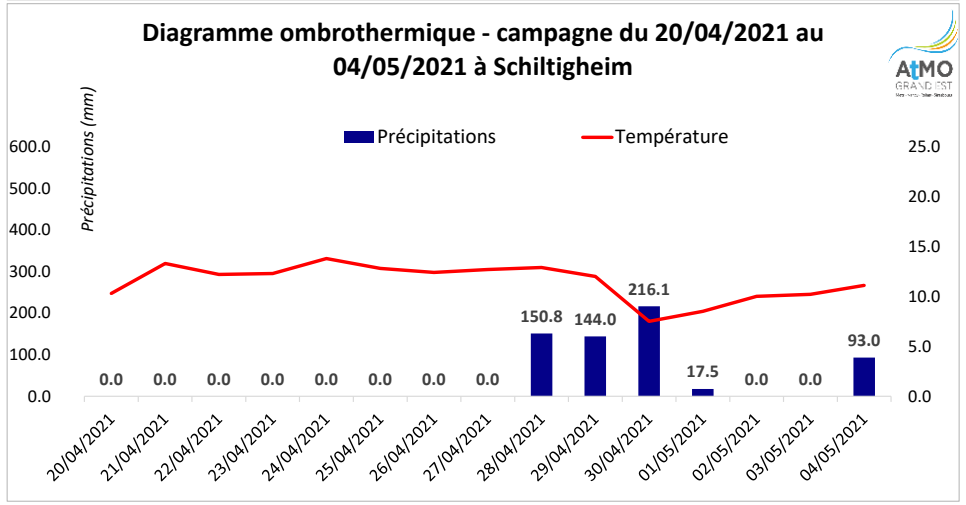
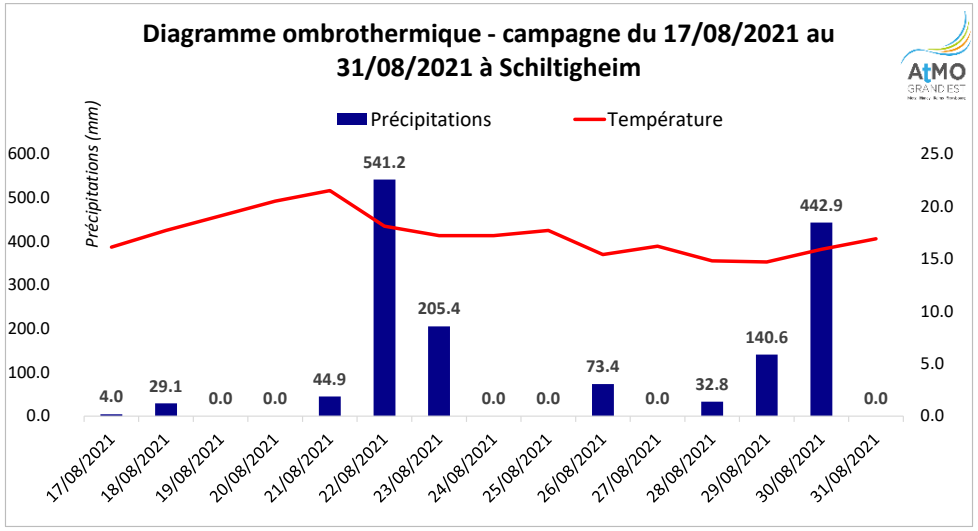
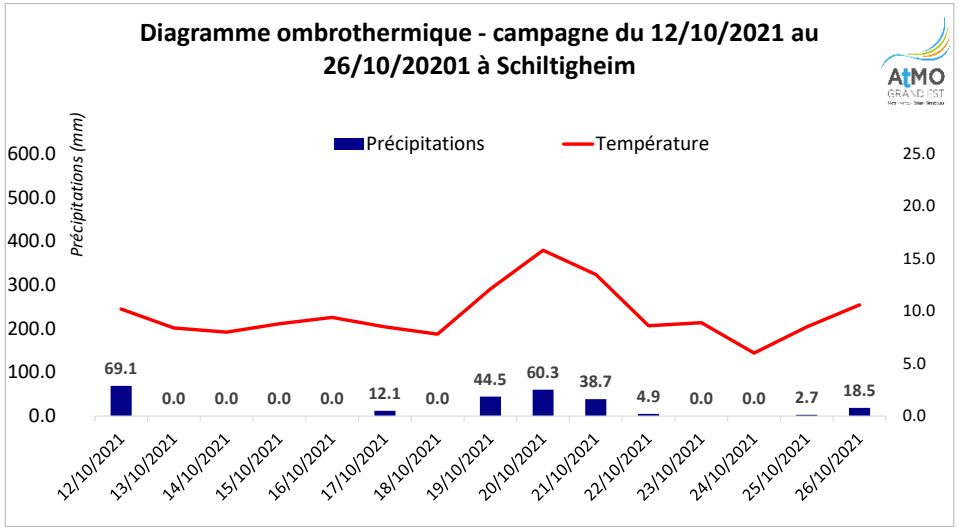


Figure 5 : Diagrammes ombrothermiques issus de la station fixe d'ATMO GE localisée à Schiltigheim lors des campagnes de mesures

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Strasbourg





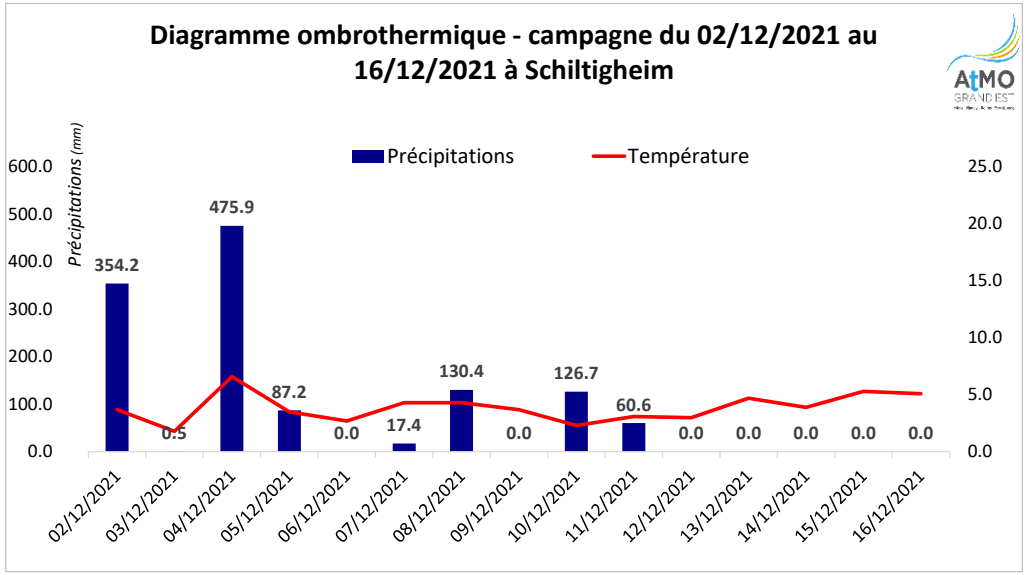


Figure 5 (suite) : Diagrammes ombrothermiques issus de la station fixe d'ATMO GE localisée à Schiltigheim lors des campagnes de mesures

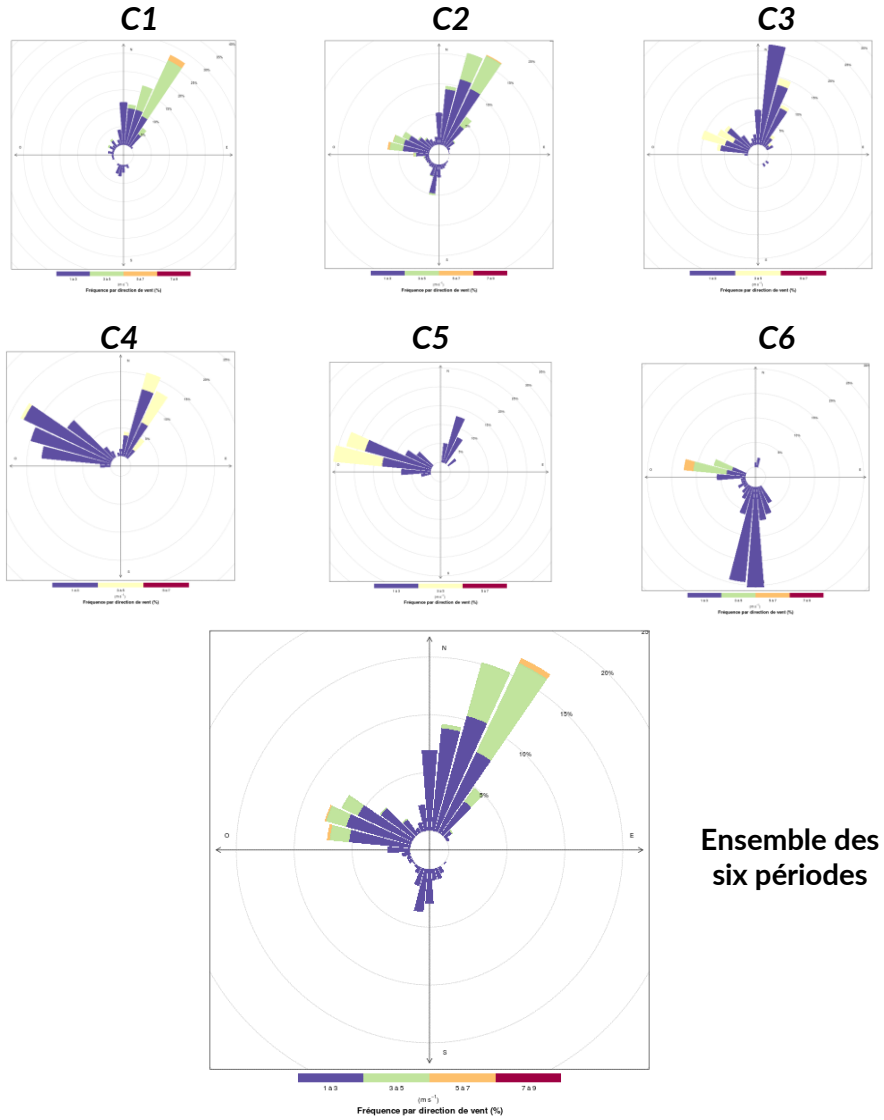
Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Strasbourg

Tableau 5 : Principales tendances relatives à la température et aux précipitations lors des mesures (source Météo France)

Périodes de campagnes	Principales tendances météorologiques
C1 (24 février au 10 mars)	Grande douceur jusque début mars. Précipitations nettement déficitaires.
C2 (20 avril au 4 mai)	Températures plutôt froides, et de fréquentes pluies entre le 28 avril et le 1er mai.
C3 (02 au 16 juin)	Temps instable, orageux et doux. Précipitations orageuses plus ou moins intenses entre le 5 et le 9 juin, avec du vent.
C4 (17 au 31 août)	Temps globalement doux les dix premiers jours de la campagne. Présence de précipitations parfois soutenues avec du vent, notamment les 22 et 30 août
C5 (12 au 26 octobre)	Températures globalement douces avec peu de précipitations hormis du 19 au 21 en lien avec le passage de la tempête « Aurore ».
C6 (02 au 16 décembre)	Températures proches des normales, avec un temps perturbé qui domine. Précipitations déficitaires

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Strasbourg : les vents

Schiltigheim



Krutenau

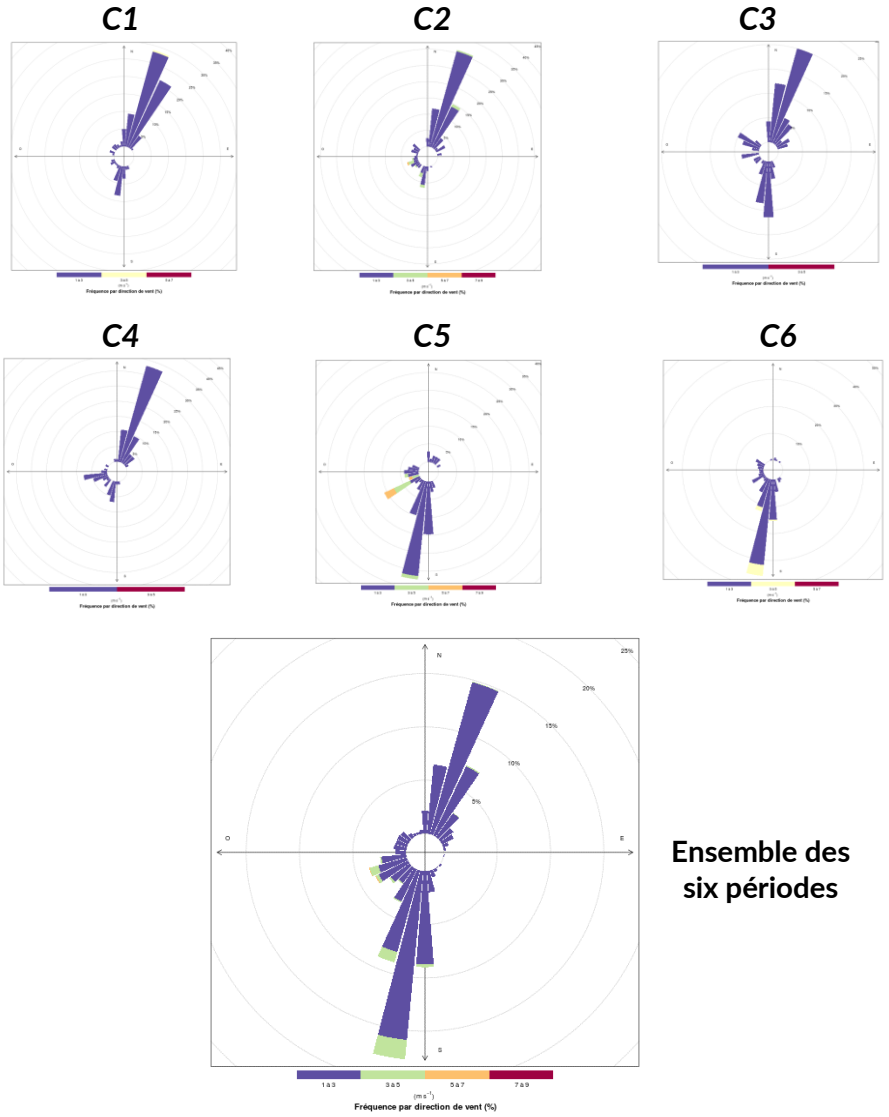


Figure 6 : roses des vents issues des stations météo d'ATMO GE de Schiltigheim et à la Krutenau lors des mesures

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Strasbourg (fin)

Bilan concernant les paramètres météorologiques mesurés lors des campagnes de mesures

Au cours des six campagnes, les conditions météorologiques rencontrées ont globalement permis une dispersion et le lessivage des masses d'air globalement satisfaisants, notamment lors des épisodes pluvieux, plus ou moins intenses, observés 45% du temps sur l'ensemble des six périodes de campagnes.

Sur la totalité des six campagnes, les vents proviennent majoritairement des quarts nord-est (44% du temps en moyenne) et sud-ouest (30%). Les vents sont issus du quart nord-ouest environ 20% du temps.

Contrôles qualité

En termes de contrôle qualité, **les sites n°1** (placé au 6, rue Aristide Briand) et **n°23** (au 2 Boulevard Clémenceau) ont été équipé d'un **triplicat** (plusieurs tubes placés au même endroit), lors de la campagne de mesures, afin d'évaluer la reproductibilité de ces dernières. L'exploitation des résultats obtenus indique une bonne reproductibilité des résultats (voir l'**annexe n°4**).

Par ailleurs, ces deux mêmes sites ont été équipés de **blancs terrain** pour vérifier qu'il n'y a pas eu de contamination des tubes lors de leur pose : il s'agit d'un échantillon qui suit le même cycle qu'un échantillon pour le prélèvement (transport, conservation, analyses), excepté le prélèvement en lui-même. Les résultats des blancs sont satisfaisants (pas de contamination ou d'altération).

Préalablement à leur exploitation et leur interprétation, les résultats suivent un **protocole de validations** (source:https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf).

Les processus de validations et d'expertise des données, réalisés par des personnes habilitées, se basent sur des procédures normalisées et un jugement d'experts.

Résultats des mesures avec les tubes passifs

Les moyennes annuelles sont calculées à partir des six campagnes de mesures.

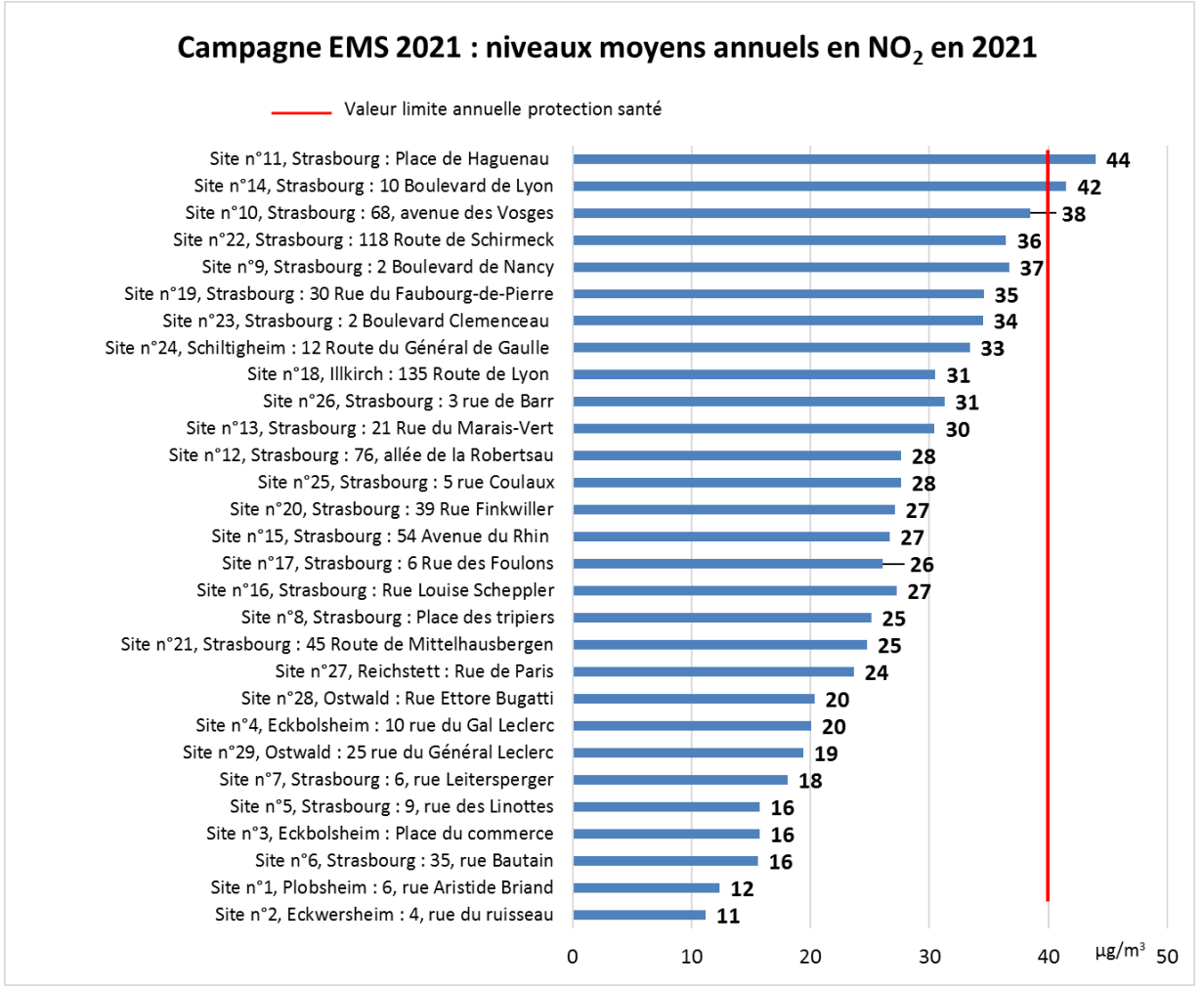


Figure 7 : Valeurs moyennes annuelles 2021 en dioxyde d'azote (µg/m³) sur l'ensemble des sites instrumentés.

Résultats des mesures avec les tubes passifs

Les niveaux moyens annuels s'échelonnent **de 11 µg/m³** (*site de fond* n°2 à Eckwersheim au 4 rue du ruisseau) à **44 µg/m³** (*site d'influence trafic* n°11 à Strasbourg à la place de Haguenau).

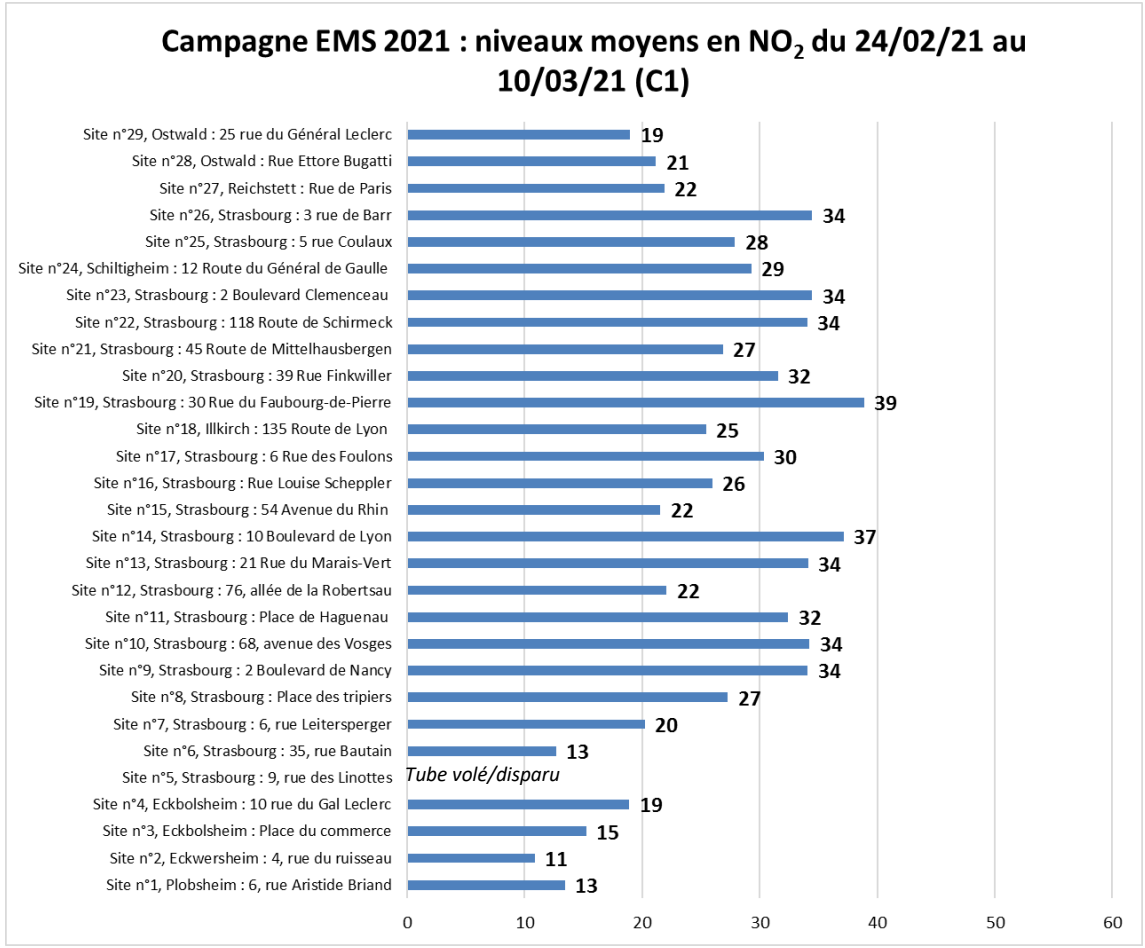
Tous sites *d'influence trafic* confondus, on obtient une valeur moyenne annuelle de **31 µg/m³** en NO_2 contre **17 µg/m³** avec *l'ensemble des sites de fond urbain*, soit un rapport de 1,8.

Site n°2

Site n°11

Résultats des mesures avec les tubes passifs

Les graphiques suivants présentent les résultats obtenus par période de campagne.



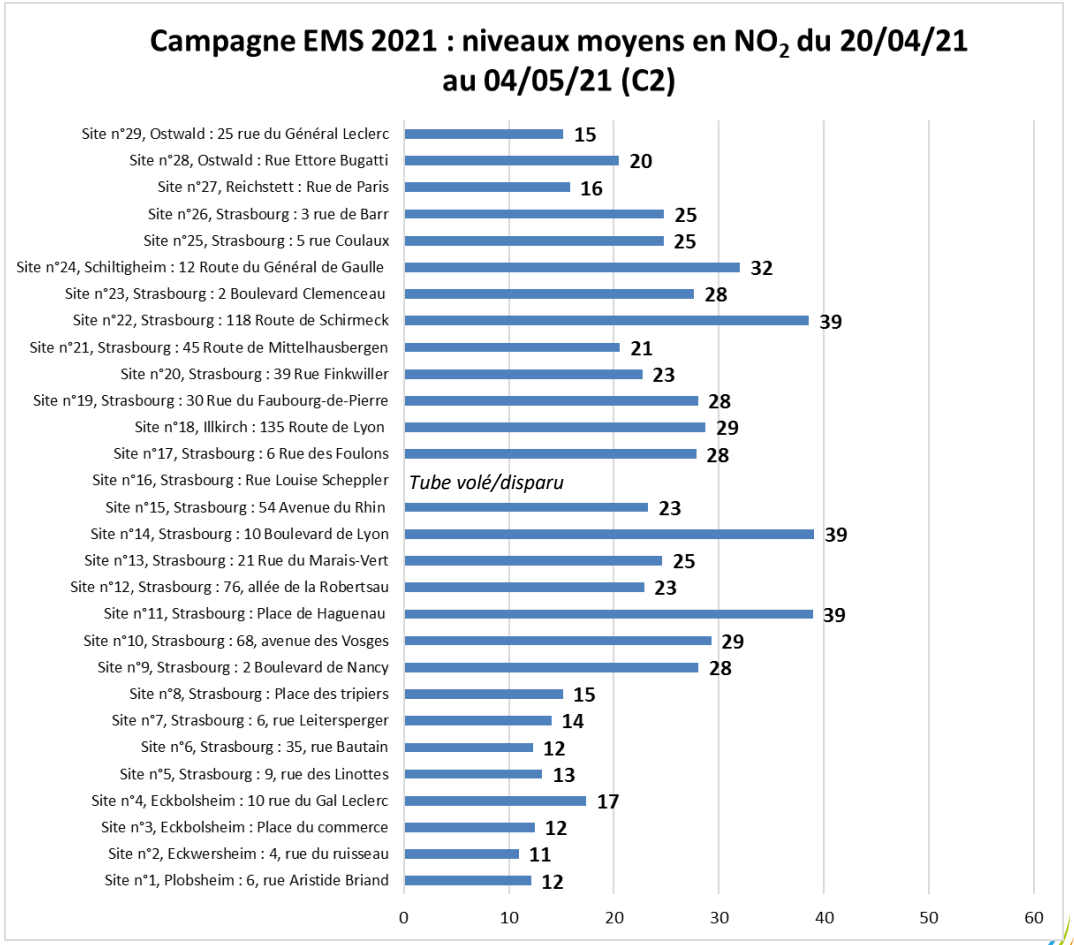
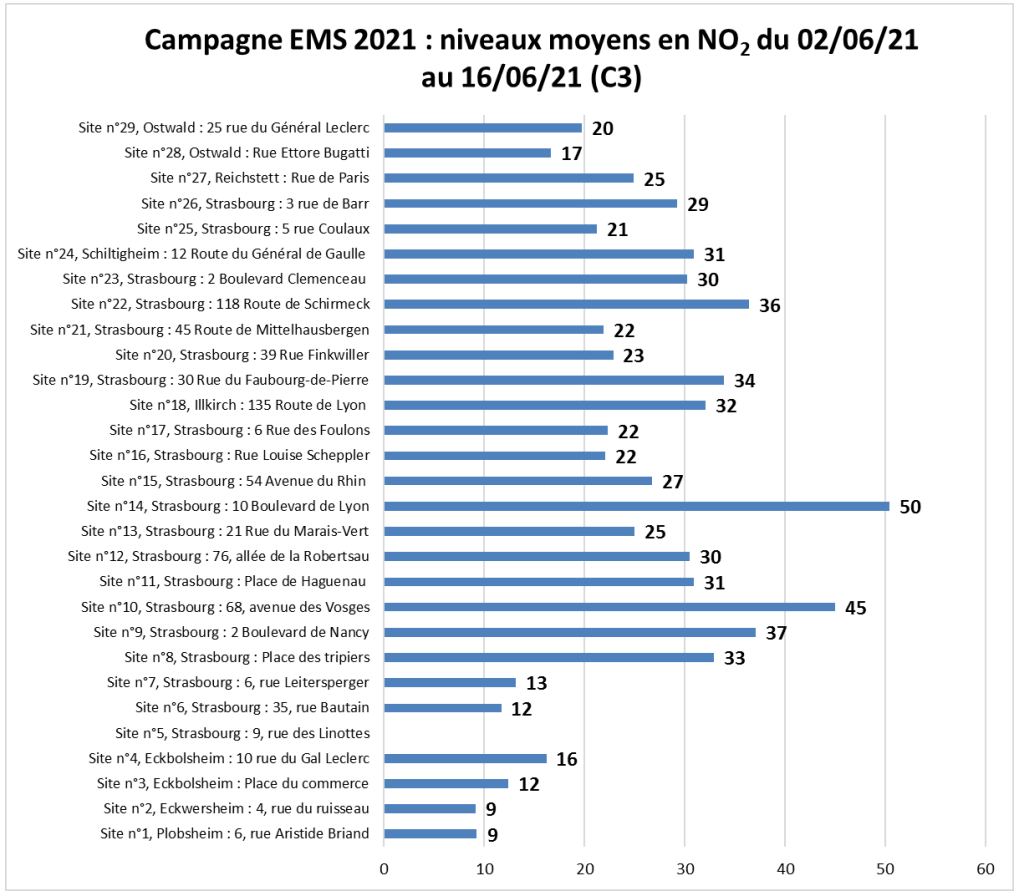


Figure 8 : Valeurs moyennes en dioxyde d'azote (µg/m³) obtenues par campagne de mesures.

Résultats des mesures avec les tubes passifs



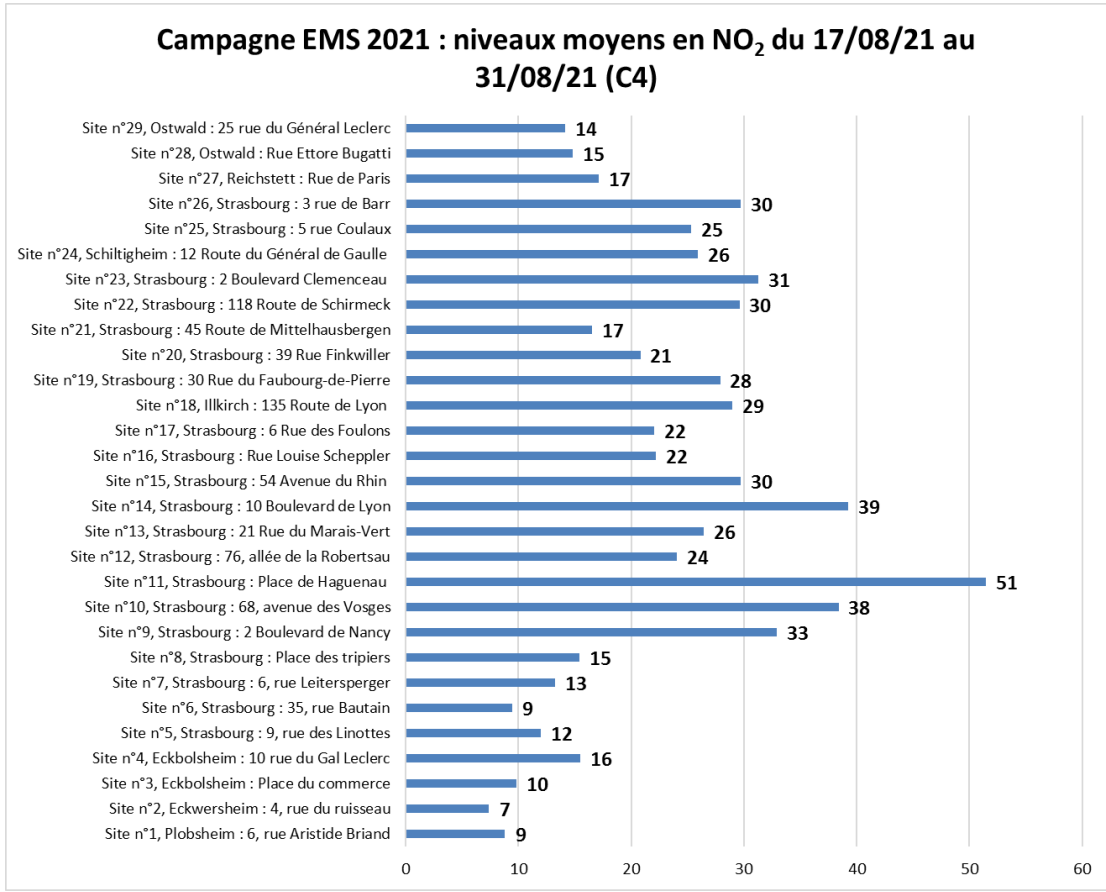
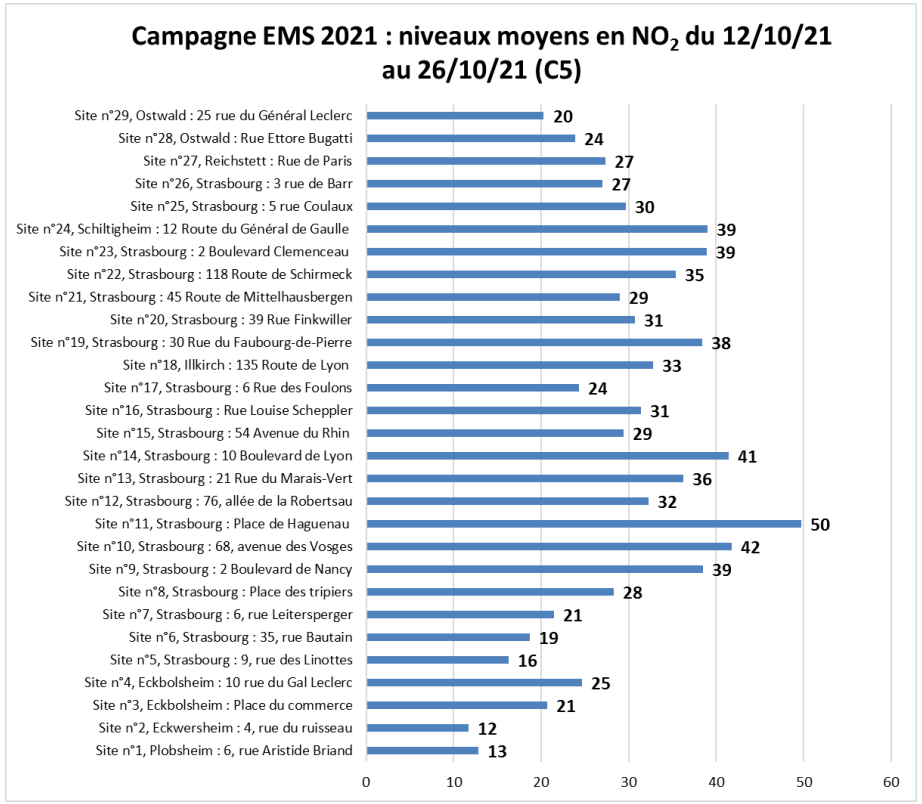


Figure 8 (suite) : Valeurs moyennes en dioxyde d'azote (µg/m³) obtenues par campagne de mesures.

Résultats des mesures avec les tubes passifs



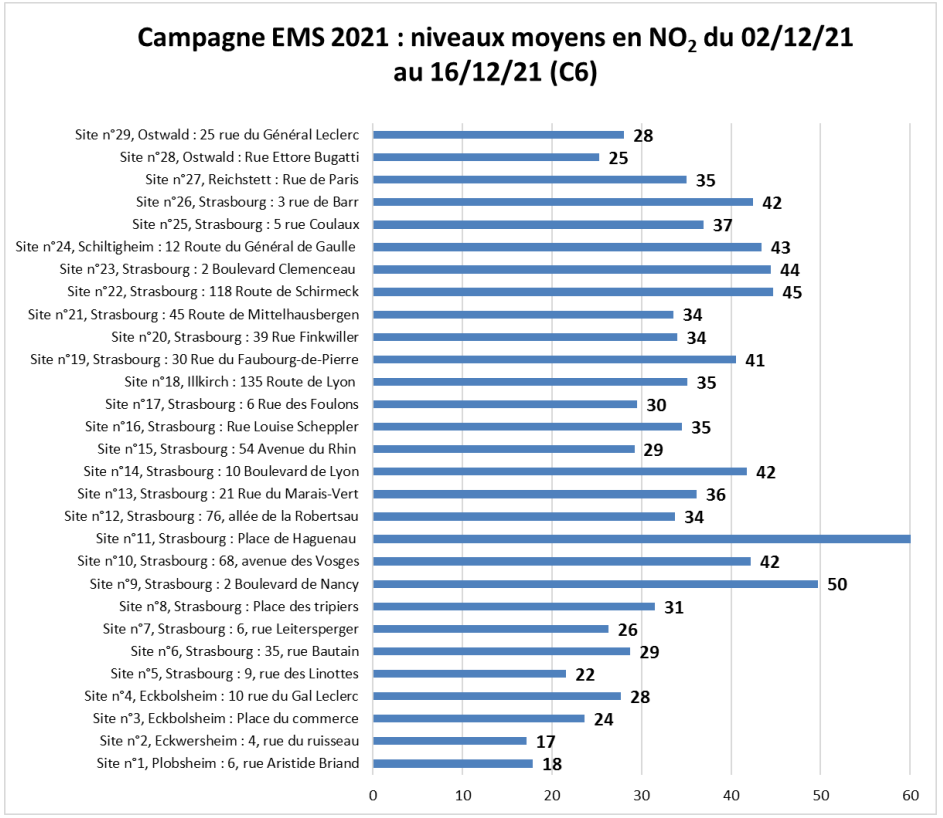


Figure 8 (suite) : Valeurs moyennes en dioxyde d'azote (µg/m³) obtenues par campagne de mesures.

En prenant en compte chacune des six campagnes de mesures, les teneurs moyennes sont plus élevées en période hivernale qu'en été, en lien avec une hausse de la production d'énergie (chauffage résidentiel…) et des conditions météorologiques plus souvent défavorables à une bonne dispersion des polluants en cette saison.

Comparaison à la réglementation : 2 sites dépassent la valeur limite

Deux sites d'influence trafic dépassent la valeur limite pour la protection de la santé en NO_2 (40 µg/m^3 sur un an). Il s'agit des points de mesures n°11 et n°14 localisés à Strasbourg, respectivement place de Haguenau et au 10 boulevard de Lyon.

Point de mesures n°11 (place de Haguenau)

Point de mesures n°14 (10 bd de Lyon)

Figure 9 : Localisation des sites de mesures strasbourgeois qui dépassent la valeur limite en NO_2

A la place de Haguenau, la présence d'un trafic automobile dense - supérieur à 22100 véhicules en trafic moyen journalier annuel (TMJA) en 2018 - génère des émissions importantes en dioxyde d'azote. En effet, cet axe assure le contournement du centre-ville, et menant notamment à la gare.

Comparaison à la réglementation (suite)

Le boulevard de Lyon génère également un trafic automobile élevé (supérieur à 21500 véhicules en TMJA en 2018), conduisant à des émissions importantes de ce composé. Ce boulevard assure le contournement du centre-ville.

D'autres éléments peuvent également concourir à l'observation de niveaux élevés en dioxyde d'azote :

- l'emplacement du site à proximité d'une place de stationnement et de livraison (arrêt et redémarrage du véhicule). En effet, pour des raisons techniques il ne nous a pas été possible de placer le point sur un meilleur emplacement.
- le tissu urbain local à proximité directe du point de mesures, et les caractéristiques locales de dispersion qui jouent un rôle dans les niveaux obtenus (présence de bâtiments ne permettant pas une dispersion optimale…)

* A noter que le point n°10 implanté au 68 avenue des Vosges à Strasbourg **s'approche de la valeur limite** pour la protection de la santé en NO_2 (40 µg/m^3 sur un an) avec **38 µg/m^3**. La circulation automobile y est soutenue, avec un trafic moyen journalier annuel supérieur à 26000 véhicules en 2018.

Site d'influence trafic

Figure 10 : Site de mesures n°10 proche de la valeur limite en NO_2

* **A titre indicatif, tous les sites dépassent la valeur** (non réglementaire) correspondant à **la ligne directrice de l'OMS** (10 µg/m^3 sur un an).

Tendances générales concernant les résultat des mesures en NO_2

De manière générale, les niveaux mesurés sont dépendant de l'environnement immédiat du point de mesures. La proximité d'une voie, le tissu urbain avoisinant (plus ou moins dense, plus ou moins haut…), la présence éventuelle de panneaux de signalisation (feux tricolores etc…), la configuration de la voie (étroite, à sens unique, en pente…), la densité du trafic local aux abords immédiat des sites de mesures, la présence de grands axes routiers dans un rayon de 100 mètres autour du site, ainsi que les conditions locales de circulation des vents, influent sur les résultats obtenus.

A l'échelle d'un quartier, les émissions sont complexes puisque chaque rue a son propre trafic qui émet de la pollution et induit une distribution des concentrations particulière. Ainsi, les niveaux en polluants en zones urbaines ne sont pas homogènes.

La pollution de l'air peut également être modifiée localement en fonction des aménagements urbains et de la mobilité. A l'échelle d'un quartier, différents paramètres impactent la qualité de l'air locale :

- Le type de rue (exemple : une rue-canyon, c'est à dire une rue dont les bâtiments, des deux côtés de la rue et sur plus de 100 mètres, se succèdent de manière ininterrompue ou sont très proches les uns des autres, occasionnant un confinement des polluants entre les bâtiments),
- La circulation routière locale,
- Les échanges des polluants au niveau des carrefours,
- Le transport des polluants au-dessus des toits,
- La prise en compte des caractéristiques du vent (vitesse, direction, turbulence…) etc.

Comparaison des résultats avec d'autres sites fixes d'ATMO GE

A titre indicatif, la valeur moyenne annuelle en NO_2 issue de l'ensemble des tubes passifs positionnés sur l'EMS en contexte d'influence trafic en 2021, est comparées à celle de plusieurs sites fixes d'ATMO Grand Est de typologie et d'influence différente.

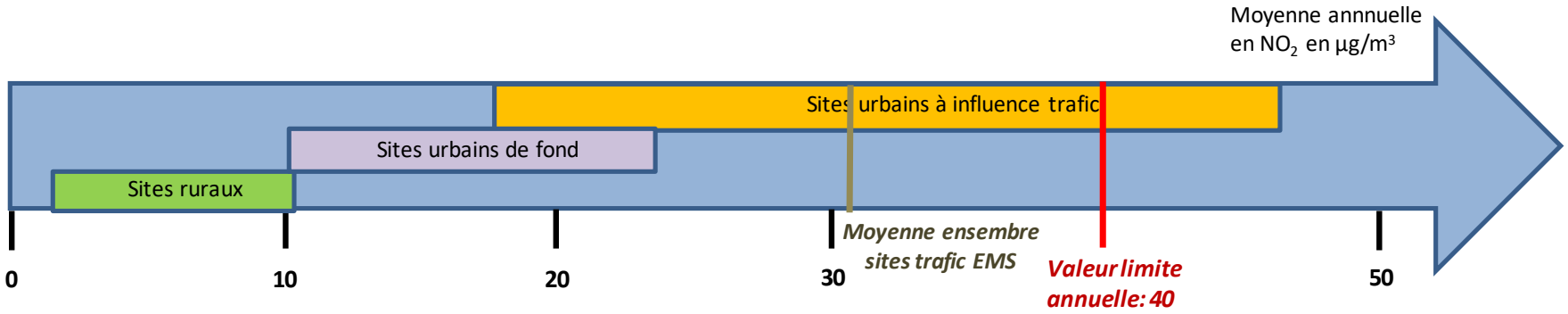


Figure 11 : Valeur moyenne annuelle 2021 en NO_2 issue de l'ensemble des sites d'influence trafic sur l'EMS comparée à d'autres stations fixes d'ATMO Grand Est

Le niveau moyen annuel en NO_2 issu de l'ensemble des sites urbains d'influence trafic sur l'EMS (31 µg/m³) se situe dans la moyenne de la gamme des concentrations des sites d'influence trafic de la région Grand Est.

Représentativité des mesures

Une étude de représentativité temporelle a été réalisée sur les périodes des mesures, en prenant en compte l'ensemble des sites fixes d'ATMO Grand-Est. Le but est de savoir si les mesures réalisées sur les diverses périodes en 2021 sont surestimées ou sous-estimées par rapport aux valeurs moyennes annuelles 2021.

Ainsi, pour chaque site fixe, les moyennes annuelles en dioxyde d'azote ont été calculées en prenant en compte les six périodes de mesures, puis elles ont été comparées aux moyennes annuelles obtenues sur l'année 2021. L'ensemble des résultats est satisfaisant. Par conséquent, aucun ratio n'est appliqué pour redresser les résultats des mesures.

Synthèse

Sur les vingt-neuf points de mesures instrumentés, les moyennes annuelles s'échelonnent **de 11 µg/m³** (*site de fond* n°2 à Eckwersheim au 4 rue du ruisseau) à **44 µg/m³** (*site d'influence trafic* n°11 à Strasbourg, place de Haguenau). Ces résultats mettent ainsi en exergue des disparités importantes des niveaux de pollution en NO_2 dans l'Eurométropole de Strasbourg.

Deux sites strasbourgeois (points n°11 place de Haguenau et n°14 au 10 boulevard de Lyon) **dépassent la valeur limite annuelle de protection de la santé en NO_2** (40 µg/m³ sur un an) : la présence d'un trafic automobile dense sur ces axes (plus de 21500 véhicules en trafic moyen journalier annuel en 2018) génère des émissions importantes en dioxyde d'azote.

Le point de mesures strasbourgeois n°10 implanté au 68 avenue des Vosges s'approche quant à lui de la valeur limite annuelle**.**

Tous les sites dépassent la valeur (non réglementaire) correspondant à **la ligne directrice de l'OMS** (10 µg/m³ sur un an).

Globalement, les plus fortes moyennes annuelles sont mesurées à proximité d'axes de circulation à fort trafic dans Strasbourg comme en périphérie (avenue des Vosges, boulevard de Lyon, route de Schirmeck…). Les niveaux de concentration relevés à distance des axes routiers, sur des sites dits de fond (éloignés des sources de pollution directe) sont plus faibles et inférieurs à 40 µg/m³.

Synthèse

L'observation de teneurs annuelles assez élevées en NO_2 est récurrente sur certains sites (place de Haguenau, avenue des Vosges, boulevard de Lyon…) avec cependant une tendance à l'amélioration sur certains sites (tel avenue des Vosges, la route de Schirmeck…) puisque la valeur limite dépassée lors de précédentes campagnes ne l'est plus actuellement.

En prenant en compte chacune des six campagnes de mesures, les teneurs moyennes sont plus élevées en période hivernale qu'en été, en lien avec une hausse de la production d'énergie (chauffage résidentiel…) et des conditions météorologiques plus souvent défavorables à une bonne dispersion des polluants en cette saison.

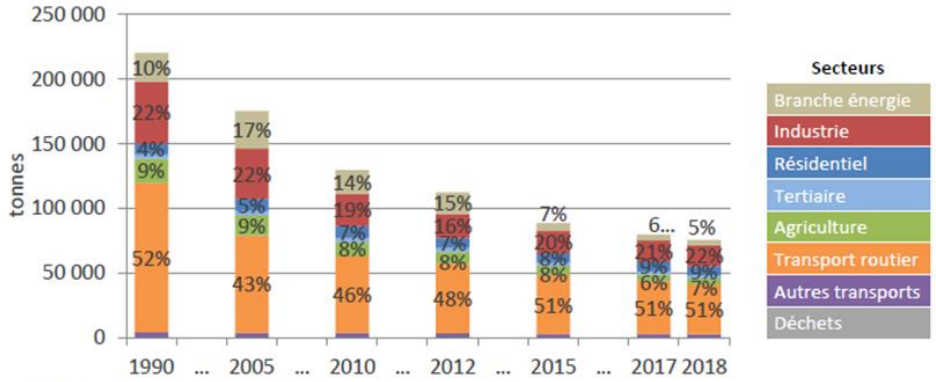
En considérant l'ensemble des points de mesures investigués avec les tubes passifs, les niveaux relevés en NO_2 présentent des ordres de grandeur similaires à ceux habituellement observés en contexte urbain à influence trafic dans des agglomérations de taille équivalente.

Annexe 1 : Caractérisation, origine et effets du monoxyde et dioxyde d'azote

Monoxyde et dioxyde d'azote NO_2

Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO_2 sont émis lors de processus de combustion. Le NO_2 est issu de l'oxydation du NO.

En région Grand Est : Les principales sources d'émission d'oxydes d'azote dans l'air ambiant (source : ATMO Grand Est – chiffres clés CAE – Edition 2020) sont les transports routiers (51%), l'industrie (22%) et le secteur Résidentiel (9%). Les secteurs de l'agriculture et de l'énergie représentent moins de 10% chacun.



Grand Est
Evolution des émissions de NOx - source ATMO Grand Est Invent'Air V2020

Environnement : Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique. Suivant les conditions météorologiques, le NO_2 se transforme en acide nitrique (HNO_3), et peut être neutralisé par l'ammoniac pour former du nitrate d'ammonium, polluant inorganique secondaire semi-volatil, principal contributeur aux épisodes printaniers de pollution particulaire en Europe.

Santé :. NO_2 est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Annexe 2 : Photos des sites de mesures

Site n°1, Plobsheim : 6 rue Aristide Briand

Site de fond

Site n°2, Eckwersheim : 4 rue du ruisseau

Site de fond

Site n°3, Eckbolsheim : Place du commerce

Site de fond

Site n°4, Eckbolsheim : 10 rue du Gal Leclerc

Site fond urbain à périurbain

Site n°5, Strasbourg : 9 rue des Linottes

Site de fond

Site n°6, Strasbourg : 35 rue Bautain

Site de fond

Annexe 2 : Photos des sites de mesures (suite)

Site n°7, Strasbourg : 6 rue Leitersperger

Site de fond

Site n°8, Strasbourg : Place des tripiers

Site de fond

Site n°9, Strasbourg : 2 Boulevard de Nancy

Site d'influence trafic

Site n°10, Strasbourg : 68 avenue des Vosges

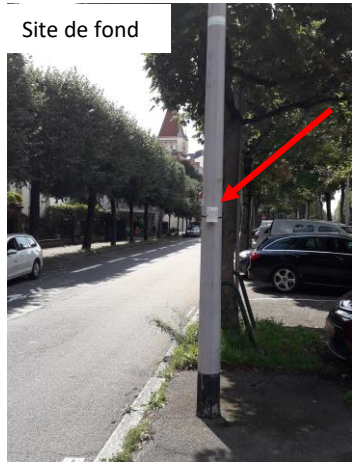
Site d'influence trafic

Site n°11, Strasbourg : Place de Haguenau

Site d'influence trafic

Site n°12, Strasbourg : 76 allée de la Robertsau

Site de fond



Annexe 2 : Photos des sites de mesures (suite)

Site n°13, Strasbourg : 21 Rue du Marais-Vert

Site d'influence trafic

Site n°14, Strasbourg : 10 Boulevard de Lyon

Site d'influence trafic

Site n°15, Strasbourg : 54 Avenue du Rhin

Site d'influence trafic

Site n°16, Strasbourg : Rue Louise Scheppler

Site d'influence trafic

Site n°17, Strasbourg : 6 Rue des Foulons

Site de fond

Site n°18, Illkirch : 135 Route de Lyon

Site d'influence trafic

Annexe 2 : Photos des sites de mesures (suite)

Site n°19, Strasbourg : 30 Rue du Faubourg-de-Pierre

Site d'influence trafic

Site n°20, Strasbourg : 39 Rue Finkwille

Site d'influence trafic

Site n°21, Strasbourg : 45 Route de Mittelhausbergen

Site d'influence trafic

Site n°22, Strasbourg : 118 Route de Schirmeck

Site d'influence trafic

Site n°23, Strasbourg : 2 Boulevard Clemenceau

Site d'influence trafic

Site n°24, Schiltigheim : 12 Route du Général de Gaulle

Site d'influence trafic

Annexe 2 : Photos des sites de mesures (fin)

Site n°25, Strasbourg : 5 rue Coulaux

Site de fond

Site n°26, Strasbourg : 3 rue de Barr

Site d'influence trafic

Site n°27, Reichstett : Rue de Paris

Site d'influence trafic

Site n°28, Ostwald : Rue Ettore Bugatti

Site de fond

Site n°29, Ostwald : 25 rue du Général Leclerc

Site de fond

Des **blancs terrain** (tubes non exposés mais laissés protégés sur le site) ont été mis en place sur les sites n°1 (6 rue Aristide Briand à Plobsheim) et n°23 (2 boulevard Clémenceau à Strasbourg). Ils ont été analysés ensuite, pour déceler d'éventuelles sources de contamination des échantillons : tous les résultats sont satisfaisants.

Réf échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	NO2 (µg/m3 à 20°C)
P1_EMS_1 B	24/02/2021 10:00	10/03/2021 09:50	0.30
P1_EMS_23 B	24/02/2021 11:34	10/03/2021 11:14	0.42
P2_EMS_1 B	20/04/2021 08:45	04/05/2021 09:00	0.69
P2_EMS_23 B	20/04/2021 09:06	04/05/2021 08:43	0.8
P3_EMS_1 B	02/06/2021 09:15	16/06/2021 08:55	0.56
P3_EMS_23 B	02/06/2021 13:01	16/06/2021 09:15	1.79
P4_EMS_1 B	17/08/2021 08:40	31/08/2021 09:25	1.14
P4_EMS_23 B	17/08/2021 11:11	31/08/2021 07:51	1.03
P5_EMS_1 B	12/10/2021 09:25	26/10/2021 09:20	1.25
P5_EMS_23 B	12/10/2021 12:48	26/10/2021 07:35	0.74
P6_EMS_1 B	02/12/2021 10:05	16/12/2021 09:30	1.16
P6_EMS_23 B	02/12/2021 15:20	16/12/2021 00:00	0.02

Annexe n°3 : Assurance qualité (suite)

Des **triplicats** placés sur ces même sites indiquent une bonne reproductibilité des mesures.

Réf échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	NO2 (µg/m3 à 20°C)	Ecart type	Moyenne	Coeff de variation	Coeff de variation en %
Texte + nombre	*Date (jj/mm/aaaa 00:00)*	*Date (jj/mm/aaaa 00:00)*	*nombre*	*nombre*		*nombre*	
P1_EMS_1	24/02/2021 10:00	10/03/2021 09:50	12.58	0.80	13.43	0.059373177	5.94%
P1_EMS_1 D	24/02/2021 10:00	10/03/2021 09:50	13.56				
P1_EMS_1 T	24/02/2021 10:00	10/03/2021 09:50	14.16				
P1_EMS_23	24/02/2021 11:34	10/03/2021 11:14	35.96	1.37	34.46	0.039746666	3.97%
P1_EMS_23 D	24/02/2021 11:34	10/03/2021 11:14	33.28				
P1_EMS_23 T	24/02/2021 11:34	10/03/2021 11:14	34.13				
P2_EMS_1	20/04/2021 08:45	04/05/2021 09:00	12.12	/	12.12	/	/
P2_EMS_1 D	20/04/2021 08:45	04/05/2021 09:00					
P2_EMS_1 T	20/04/2021 08:45	04/05/2021 09:00					
P2_EMS_23	20/04/2021 09:06	04/05/2021 08:43	30.0	2.02	27.66	0.072874895	7.29%
P2_EMS_23 D	20/04/2021 09:06	04/05/2021 08:43	26.4				
P2_EMS_23 T	20/04/2021 09:06	04/05/2021 08:43	26.6				
P3_EMS_1	02/06/2021 09:15	16/06/2021 08:55	8.43	0.93	9.24	0.100252908	10.03%
P3_EMS_1 D	02/06/2021 09:15	16/06/2021 08:55	10.25				
P3_EMS_1 T	02/06/2021 09:15	16/06/2021 08:55	9.04				
P3_EMS_23	02/06/2021 13:01	16/06/2021 09:15	29.44	1.63	30.26	0.053766207	5.38%
P3_EMS_23 D	02/06/2021 13:01	16/06/2021 09:15	32.13				
P3_EMS_23 T	02/06/2021 13:01	16/06/2021 09:15	29.20				
P4_EMS_1	17/08/2021 08:40	31/08/2021 09:25	9.10	0.37	8.78	0.042392666	4.24%
P4_EMS_1 D	17/08/2021 08:40	31/08/2021 09:25	8.37				
P4_EMS_1 T	17/08/2021 08:40	31/08/2021 09:25	8.86				
P4_EMS_23	17/08/2021 11:11	31/08/2021 07:51	32.28	1.27	31.26	0.04061679	4.06%
P4_EMS_23 D	17/08/2021 11:11	31/08/2021 07:51	31.67				
P4_EMS_23 T	17/08/2021 11:11	31/08/2021 07:51	29.84				
P5_EMS_1	12/10/2021 09:25	26/10/2021 09:20	11.82	0.99	12.86	0.076661338	7.67%
P5_EMS_1 D	12/10/2021 09:25	26/10/2021 09:20	12.99				
P5_EMS_1 T	12/10/2021 09:25	26/10/2021 09:20	13.78				
P5_EMS_23	12/10/2021 12:48	26/10/2021 07:35	40.35	2.22	38.94	0.057032182	5.70%
P5_EMS_23 D	12/10/2021 12:48	26/10/2021 07:35	40.09				
P5_EMS_23 T	12/10/2021 12:48	26/10/2021 07:35	36.38				
P6_EMS_1	02/12/2021 10:05	16/12/2021 09:30	18.68	0.74	17.84	0.041541833	4.15%
P6_EMS_1 D	02/12/2021 10:05	16/12/2021 09:30	17.54				
P6_EMS_1 T	02/12/2021 10:05	16/12/2021 09:30	17.29				
P6_EMS_23	02/12/2021 15:20	16/12/2021 00:00	44.85	0.88	44.41	0.01975	1.97%
P6_EMS_23 D	02/12/2021 15:20	16/12/2021 00:00	44.98				
P6_EMS_23 T	02/12/2021 15:20	16/12/2021 00:00	43.40				

Annexe 4 : La réglementation indique les seuils à ne pas dépasser

Les seuils, établis pour la protection de la santé, sont à comparer avec les concentrations moyennes (horaires, journalières ou annuelles selon les cas) mesurées pour le polluant considéré (ici le NO_2).

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité (moyennes annuelles)	Valeurs cibles (moyennes annuelles)	Seuil information / recommandations	Seuils d'alerte	Niveaux critiques
Dioxyde d'azote (NO_2)	En moyenne annuelle : 40 µg/m³ En moyenne horaire : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	40 µg/m³	/	En moyenne horaire : 200 µg/m³	En moyenne horaire : • 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives • 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	/
Oxydes d'azote (NO_X)	/	/	/	/	/	En moyenne annuelle (équivalent NO_2) : 30 µg/m³ (protection de la végétation)

Lien vers une vidéo d'ATMO Grand Est expliquant le fonctionnement des alertes et de l'astreinte mise en place dans la région Grand Est : https://www.youtube.com/watch?v=f_45GF2n9ME

Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et au NO_2 – Synthèse de l'évaluation des risques – mise à jour 2021 (en µg/m³)

POLLUANTS	Durée d'exposition							
	10 mn	15 mn	30 mn	1h	8h	24h	1 semaine	1 an
Dioxyde d'azote (NO_2)				200		25		10
Oxydes d'azote (NOx)								30

Annexe 5 : Résultats NO_2 avec les tubes passifs (en µg/m^3)

N° site 2021	Adresse sites	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy C5	Moy C6	Moy global
1	Site n°1, Plobsheim : 6, rue Aristide Briand	13	12	9	9	13	18	12
2	Site n°2, Eckwersheim : 4, rue du ruisseau	11	11	9	7	12	17	11
3	Site n°3, Eckwersheim: Place du commerce	15	12	12	10	21	24	16
4	Site n°4, Eckwersheim : 10 rue du G^{al} Leclerc	19	17	16	16	25	28	20
5	Site n°5, Strasbourg : 9, rue des Linottes		13	-	12	16	22	16
6	Site n°6, Strasbourg : 35, rue Bautain	13	12	12	9	19	29	16
7	Site n°7, Strasbourg : 6, rue Leitersperger	20	14	13	13	21	26	18
8	Site n°8, Strasbourg : Place des tripiers	27	15	33	15	28	31	25
9	Site n°9, Strasbourg : 2 Boulevard de Nancy	34	28	37	33	39	50	37
10	Site n°10, Strasbourg : 68, avenue des Vosges	34	29	45	38	42	42	38
11	Site n°11, Strasbourg : Place de Haguenau	32	39	31	51	50	61	44
12	Site n°12, Strasbourg : 76, allée de la Robertsau	22	23	30	24	32	34	28
13	Site n°13, Strasbourg : 21 Rue du Marais-Vert	34	25	25	26	36	36	30
14	Site n°14, Strasbourg : 10 Boulevard de Lyon	37	39	50	39	41	42	42
15	Site n°15, Strasbourg : 54 Avenue du Rhin	22	23	27	30	29	29	27
16	Site n°16, Strasbourg : Rue Louise Scheppler	26	-	22	22	31	35	27
17	Site n°17, Strasbourg : 6 Rue des Foulons	30	28	22	22	24	30	26
18	Site n°18, Illkirch : 135 Route de Lyon	25	29	32	29	33	35	31
19	Site n°19, Strasbourg : 30 Rue du Faubourg-de-Pierre	39	28	34	28	38	41	35
20	Site n°20, Strasbourg : 39 Rue Finkwiller	32	23	23	21	31	34	27
21	Site n°21, Strasbourg : 45 Route de Mittelhausbergen	27	21	22	17	29	34	25
22	Site n°22, Strasbourg : 118 Route de Schirmeck	34	39	36	30	35	45	36
23	Site n°23, Strasbourg : 2 Boulevard Clemenceau	34	28	30	31	39	44	34
24	Site n°24, Schiltigheim : 12 Route du Général de Gaulle	29	32	31	26	39	43	33
25	Site n°25, Strasbourg : 5 rue Coulaux	28	25	21	25	30	37	28
26	Site n°26, Strasbourg : 3 rue de Barr	34	25	29	30	27	42	31
27	Site n°27, Reichstett : Rue de Paris	22	16	25	17	27	35	24
28	Site n°28, Ostwald : Rue Ettore Bugatti	21	20	17	15	24	25	20
29	Site n°29, Ostwald : 25 rue du Général Leclerc	19	15	20	14	20	28	19

C1 :Du 24/02/21 au 10/03/21	C3 : Du 02/06/21 au 16/06/21	C5 : Du 12/10/21 au 26/10/21
C2 : Du 20/04/21 au 04/05/21	C4 : Du 17/08/21 au 31/08/21	C6 : Du 02/12/21 au 16/12/21

AtMO GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim
Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air