

2025



Etude de la qualité de l'air ambiant dans le cadre du projet initial d'extension du tramway vers le nord de l'Eurométropole de Strasbourg

Synthèse - Etat initial 2024/2025



CONTEXTE ET OBJECTIFS

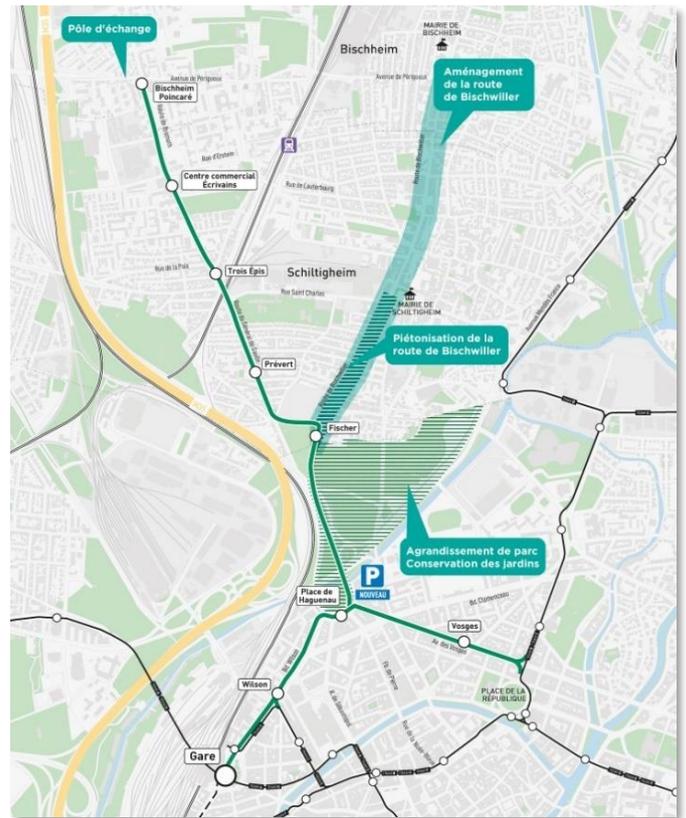
Dans une volonté d'augmenter l'offre en transport en commun, de **diminuer la pollution et d'améliorer la qualité de vie** des résidents, l'Eurométropole de Strasbourg a bâti un projet d'extension du réseau de tramway vers les secteurs de Schiltigheim et de Bischheim.

De nombreuses modifications des axes de circulation étaient envisagées, dans une volonté d'améliorer le cadre et la qualité de vie des habitants.

Ce projet a été présenté en enquête publique à l'automne 2024 et a reçu à l'issue un avis défavorable de la commission ce qui a stoppé le projet. Pour autant, la nécessité d'un tramway pour desservir les communes du Nord a été relevée dans le rapport d'enquête publique. Le projet sera donc très probablement revu selon une autre forme et peut-être un autre tracé mais sur ce même territoire.

Afin d'évaluer l'impact de ce projet d'envergure sur la qualité de l'air, ATMO Grand Est a accompagné l'Eurométropole de Strasbourg **pour réaliser une campagne de mesure sur la zone d'étude, permettant de disposer d'un état initial de la qualité de l'air, précieux pour la construction du projet futur revu.**

Tracé **initial** du projet d'extension du tramway vers le nord (source : Eurométropole de Strasbourg)



Au total, 44 sites ont été instrumentés avec des **tubes passifs NO₂** (indicateur du trafic routier) permettant de déterminer **des concentrations moyennes sur les périodes de mesures et d'évaluer l'exposition moyenne des populations**. 5 de ces sites ont été équipés en plus de **systèmes capteurs pour la mesure en continu du NO₂ et des particules PM₁₀ et PM_{2,5}** (traceurs du trafic mais également d'autres sources telles que les installations de combustion domestique et urbaine). L'Eurométropole de Strasbourg a également pris l'initiative **d'élargir le cadre de l'étude en intégrant les particules ultrafines (PUF)**, polluants émergents encore peu étudiés mais aux impacts sanitaires préoccupants. La mesure des PUF a **été réalisée sur la place de Haguenau**, entrée de ville, croisement de nombreux flux routiers, cœur du projet du tram Nord et secteur sur lequel de précédentes mesures ont été réalisées. Ce plan d'échantillonnage a été élaboré en collaboration avec le service Aménagements Tramway de l'Eurométropole de Strasbourg. Il tient compte des prévisions de trafic considérant des axes situés au niveau des rues qui devaient être réaménagées mais aussi aux alentours. Ainsi il permet un état initial sur

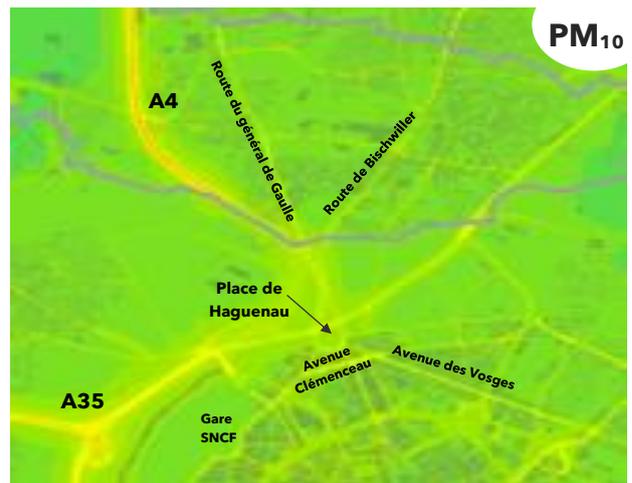
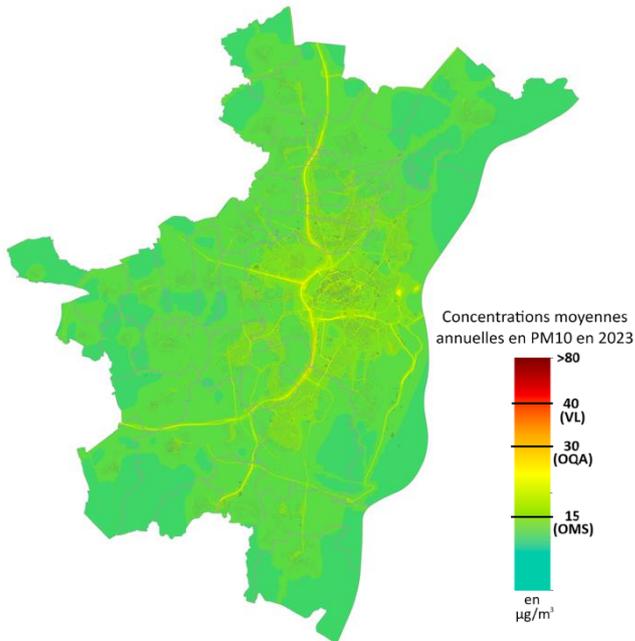
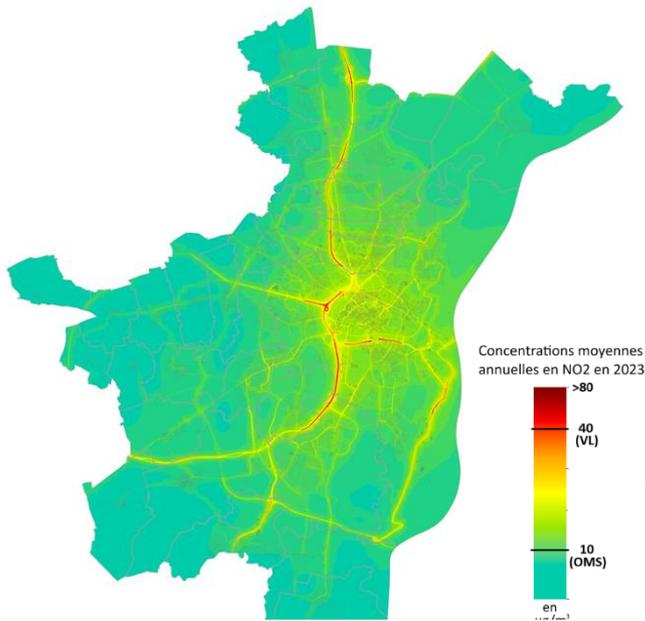
Il est important de souligner que les mesures se sont déroulées entre juin 2024 et mi-janvier 2025 avec une **couverture plus importante des périodes automnales et hivernales**. De ce fait, les niveaux peuvent être surestimés. Ainsi, les **comparaisons aux valeurs de référence sont données à titre indicatif**.

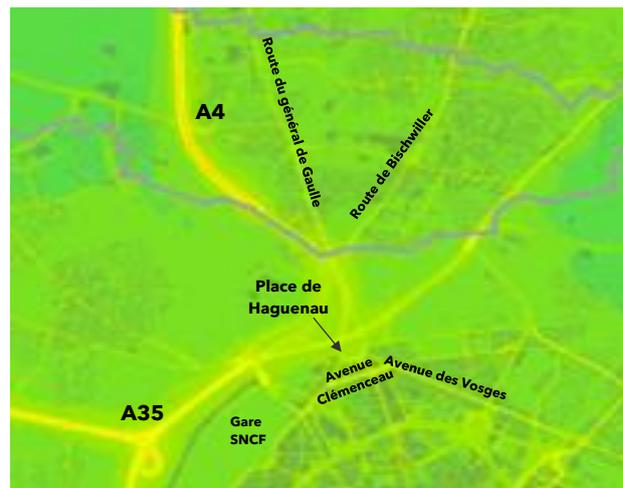
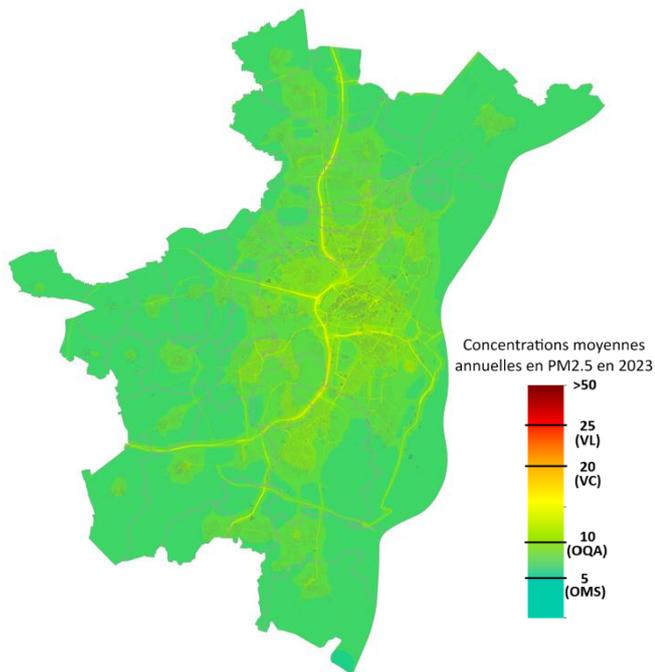
POLLUANTS ET METHODE DE MESURE

Les polluants faisant l'objet de mesures sont :

- **Le dioxyde d'azote NO₂,**
- **Les particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns et 2,5 microns (PM₁₀ et PM_{2,5}),**
- **Les particules ultrafines.**

Les cartes modélisées de ces 3 polluants sur l'Eurométropole de Strasbourg présentées ci-dessous ont été établies à partir des concentrations moyennes annuelles obtenues en 2023. Les zooms associés à la zone d'étude permettent d'identifier les axes les plus affectés par la pollution.





Le système de prélèvements utilisé pour **l'évaluation des teneurs en NO₂** sur les 44 sites est **l'échantillonnage passif**. Ce mode de prélèvement fournit une **moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition**.

Les microcapteurs ou systèmes capteurs Cairnet sont utilisés pour **la mesure en continu du NO₂, des PM₁₀ et des PM_{2,5}** sur 5 sites. Des contrôles métrologiques sont réalisés en amont et en aval de chaque période de mesure afin d'évaluer la justesse de chaque système capteur ainsi que leur répétabilité.

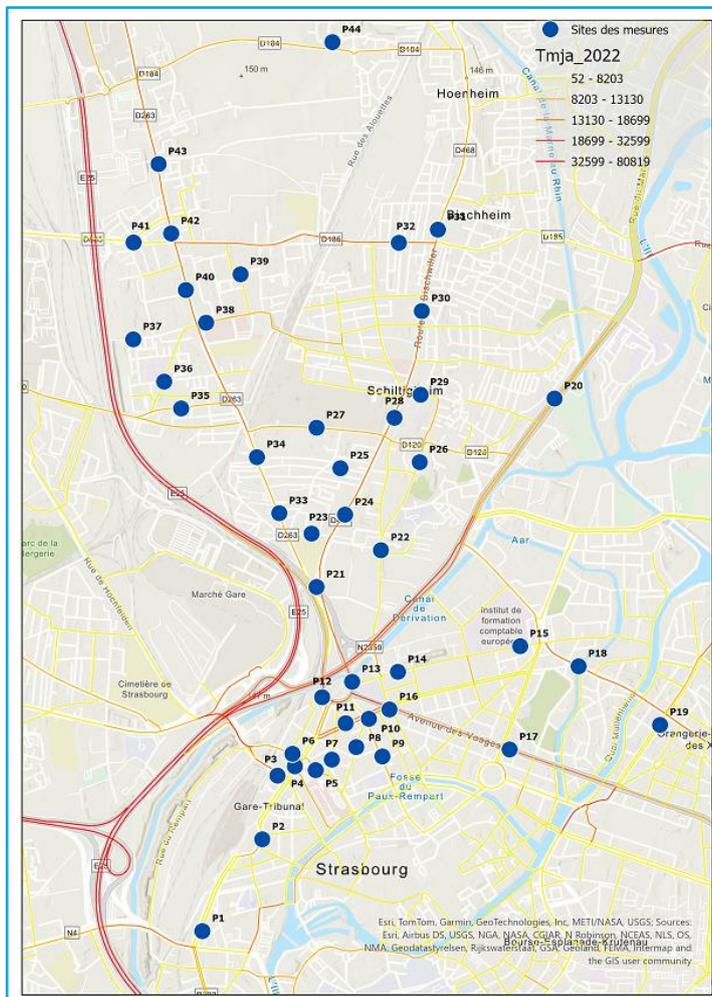
L'appareil utilisé pour mesurer le nombre de **particules ultrafines en continu (Partector 2)** permet de mesurer la concentration en nombre total (en nombre de particules/cm³) et le diamètre moyen des particules (en nm) sur 1 des sites de mesures.



Système capteurs pour mesure du NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} (à gauche). Tube passif pour le prélèvement du NO₂ (à droite).

SITES ET PERIODES DE MESURES

La zone d'étude a été sélectionnée en tenant compte du tracé de l'extension du tramway, qui traverse plusieurs communes (Strasbourg, Schiltigheim, Bischheim et Hœnheim) :



Cartographie des sites de mesures et photos

Les points de mesure ont été majoritairement positionnés sur les routes en proximité trafic le long de grands axes de circulation, voire d'axes secondaires. Quelques sites sont positionnés dans des quartiers résidentiels plus en situation de fond. Les systèmes capteurs ont été positionnés sur les points P16_Stg_Vosges, P4_Stg_Wilson, P13_Stg_Haguenau2, P24_Schil_Bischwiller et P34_Schil_CDG et répartis uniformément de manière à couvrir les différentes zones stratégiques. Le Parctector est situé au niveau du point P13_Stg_Haguenau2.

Le tableau suivant présente les différentes phases de mesures sur l'année glissante 2024/2025 :

Phases de mesures	Début mesures	Fin mesures
Tubes passifs NO₂ (sur 14 jours)		
C1	26/06/24	10/07/24
C2	17/09/24	01/10/24
C3	04/11/24	18/11/24
C4	02/12/24	16/12/24
C5	03/01/25	17/01/25
Microcapteurs Cairnet (en continu)		
En continu	16/09/24	20/01/25
	Interruption des données du 04 au 30/10/24 pour mise en parallèle avec les stations de mesures du réseau	
Partector 2 (en continu)		
PA1	16/09/24	03/10/24
PA2	30/10/24	19/11/24
PA3	02/12/24	20/12/24
PA4	02/01/25	20/01/25

Phases et périodes de mesure 2024-2025

En considérant l'année glissante 2024/2025, la couverture temporelle est de 19 % pour les tubes passifs NO₂, 27 % pour les microcapteurs Cairnet et 20 % pour les Partectors 2. Les 14 % imposés par la directive 2008/50/CE sur une année civile sont ainsi respectés pour une comparaison aux valeurs réglementaires. Toutefois les 4 saisons n'ayant pas été couvertes (automne et hiver prépondérants), et les périodes se chevauchant sur 2024/2025 (année glissante), les comparaisons sont données à titre indicatif.

PRINCIPAUX RESULTATS A RETENIR

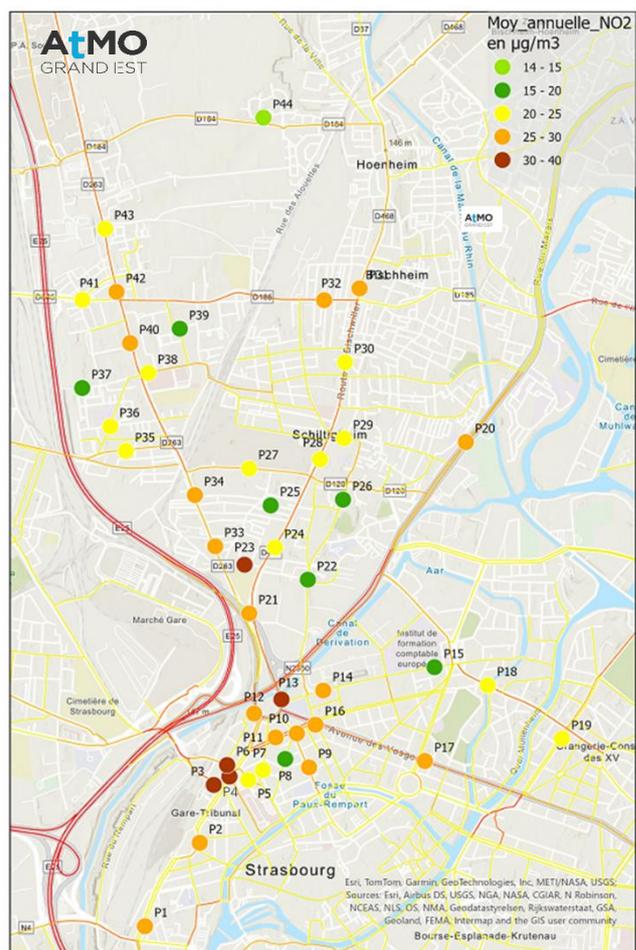
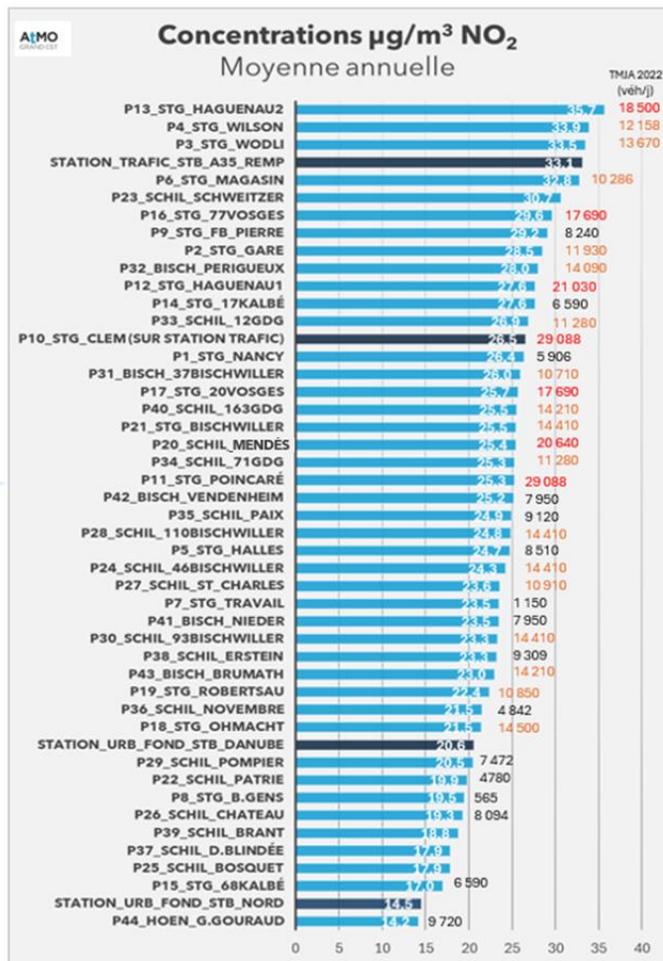
NO₂ PAR TUBES PASSIFS

Moyennes annuelles glissantes

Les moyennes annuelles glissantes sur la zone d'étude se situent entre 14,2 µg/m³ (P44_Hoenheim) et 35,7 µg/m³ (P13 Stg_Haguenau 2).

La valeur limite de 40 µg/m³ (réglementation en vigueur) n'est pas dépassée sur la zone d'étude. Seuls 9 points présentent une moyenne annuelle inférieure au futur seuil de 20 µg/m³ à compter de 2030¹.

¹ Directive (UE) 2024/2881 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2024 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (refonte).



Graphique et cartographie des moyennes annuelles glissantes en NO₂ par tubes passifs

Les concentrations les plus élevées sont observées au sud de la zone d'étude, au niveau de la place de Haguenau jusqu'au secteur de la gare de Strasbourg sur les points P13 Stg Haguenau 2, P4 Stg Wilson, P3 Stg Wodli et P6 STG Magasin qui hormis pour ce dernier dépassent les concentrations de la station A35 Remparts.

La place de Haguenau (P13) sert de vaste rond-point de distribution vers les boulevards, le Wacken et l'avenue des Vosges. Son trafic moyen journalier (TMJA) élevé et sa situation géographique à proximité de gros axes routiers contribuent fortement à la concentration moyenne relevée. **P3 Stg Wodli, P4 Stg Wilson et P6 STG Magasin** sont situés au cœur de la circulation, près de feux tricolores et donc possiblement impactés par les gaz d'échappement émanant de files de véhicules à l'arrêt. Ils sont de plus entourés de hauts bâtiments ne favorisant pas la dispersion des polluants. En outre, ils peuvent subir l'influence des travaux de réaménagement des Halles aux alentours, avec des déviations ponctuelles de la circulation. En dehors de cette zone, la rue Hélène Schweitzer à Schiltigheim (**P23 Schil Schweitzer**) figure parmi les niveaux les plus élevés en lien potentiel avec l'influence du trafic local.

Parmi les 9 points avec des concentrations comprises entre les stations trafic Clémenceau et Strasbourg A35 Remparts, on retrouve **l'avenue des Vosges (P16 Stg Vosges) attenante à la place de Haguenau et la route du Général De Gaulle (P33 Schil GCD) qui se situent sur des zones stratégiques.** Ces 9 points se situent sur des axes avec un trafic moyen journalier supérieur à 10 000 véhicules/j/an sauf P9 Stb Fb de Pierre et P14 Stg Kablé.

La majorité des points (22 au total), se situent entre les stations de fond Neudorf-Danube et trafic Clémenceau. On retrouve parmi eux des points situés sur les boulevards Poincaré (P11) et Clémenceau (P10) qui, bien qu'ils présentent un TMJA supérieur à 20 000 véh/j ne sont pas ceux présentant les plus hautes concentrations, soulignant les multiples facteurs environnementaux et locaux pouvant influencer les niveaux.

Certains points dans le secteur des Halles (**P5_Stg Halles, P11_Stg Poincaré et P7_Stg Travail**) sont particulièrement élevés au regard de leur TMJA, **possiblement impactés par les travaux de restructuration** du secteur des Halles et parfois leur positionnement (au niveau de places de stationnement).

Les points, plus en recul des axes, ont les valeurs les plus basses de l'étude, en dessous de la station de fond Danube.

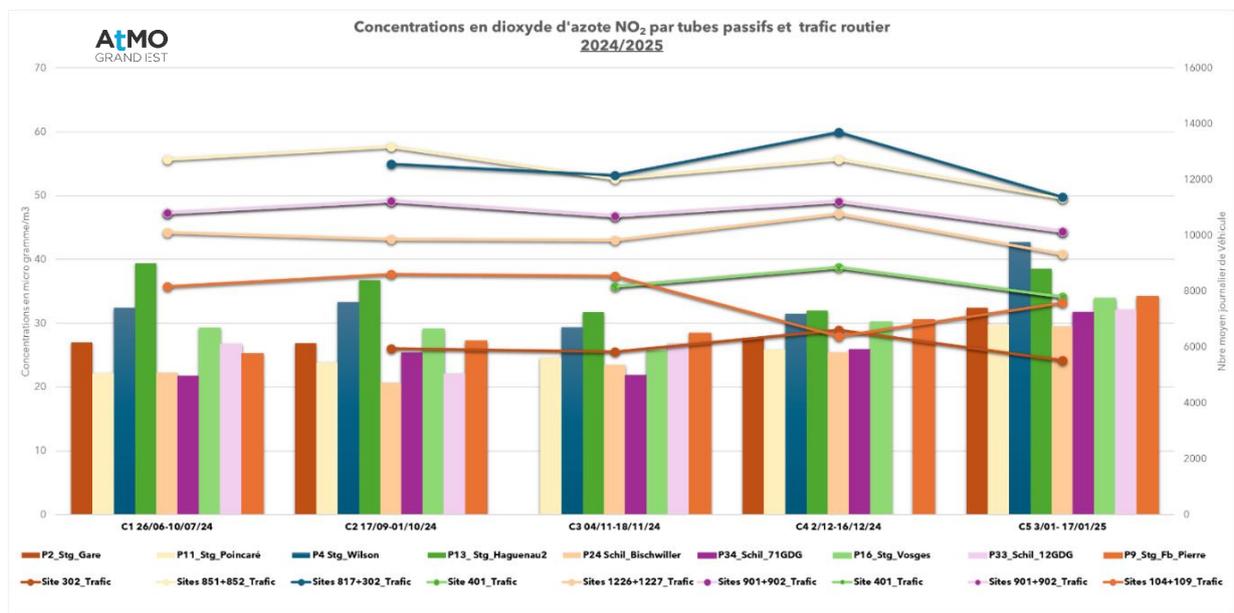
De façon générale, les moyennes annuelles glissantes lors de la campagne 2024/2025 sont inférieures aux moyennes annuelles observées lors des campagnes précédentes sur les points de mesure en commun.

Comparaison aux données trafic



Localisation des postes de comptages du SIRAC (en orange et bleu) et des points de mesures ATMO (en jaune)

8 points de mesures disposent de données trafic du SIRAC. A noter que la localisation du ou des postes de comptage SIRAC pris en compte est parfois éloignée du point de mesure considéré ou parfois située sur un autre axe. Le trafic routier utilisé n'est pas forcément représentatif de la situation réelle mais permet de s'en rapprocher. C'est notamment le cas pour P2, P13 et P16.



Concentrations par période de mesures (C1 à C5) 2024/2025 sur 8 sites (tubes passifs) et trafic moyens journalier

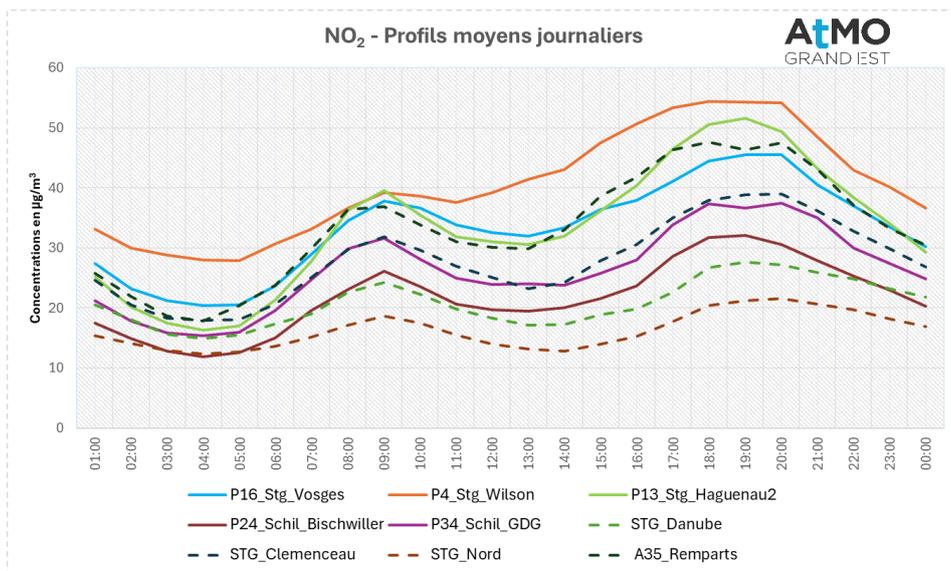
C4 est la seule campagne où comparativement à C3, le trafic et les concentrations augmentent conjointement sur la majorité des points (hormis P9). **Il n'y a donc pas de lien évident entre les deux paramètres (trafic routier et concentration en NO₂)**. L'impact des conditions atmosphériques et l'influence d'autres sources d'émissions que le trafic routier comme le chauffage (chaudières au gaz principalement) plus présent en hiver peuvent expliquer ce manque de corrélation.

NO₂ PAR SYSTEMES CAPTEURS (MICROCAPTEURS CAIRNET)

Comparaison à la réglementation

Les points P16 (Stg Vosges), P13 (Stg Hag), P24 (Stg Bisch) et P34 (Stg Général DG) respectent la valeur limite réglementaire en vigueur pour la protection de la santé présentée à titre indicatif. Seul le point P4 (Stb Wilson) avec 41 µg/m³ dépasse ce seuil fixé à 40 µg/m³. La future valeur effective à compter de 2030 et la ligne directrice OMS sont dépassées sur les 5 sites à titre indicatif. S'agissant des moyennes horaires, les différents seuils horaires ne sont pas dépassés.

Profils moyens journaliers



Profils moyens journaliers sur les 5 sites cairnet et aux stations AGE

Les niveaux moyens en dioxyde d'azote observés sur les 5 points et sur les stations montrent une élévation des concentrations à deux reprises au cours de la journée, le matin ainsi qu'en après-midi/soirée, correspondant au trafic routier pendulaire. **Ces variations sont globalement bien corrélées avec les profils des stations urbaines trafic et de fond.** Les sites sont plus proches des stations trafic sauf P24 (Stg Bisch) qui approche la station de fond Neudorf-Danube. La comparaison avec la campagne AGE de 2023 (où 15 microcapteurs avaient été déployés durant 1 an sur l'Eurométropole de Strasbourg) pour les deux sites communs (Avenue des Vosges et Blvd. Wilson), met en évidence des niveaux plus élevés sur la campagne 2024/2025, possiblement en lien avec la dominance des périodes automnale et hivernale.

Corrélations avec le trafic routier

En ce qui concerne la comparaison avec les données de comptage routier du SIRAC, **si les coefficients de corrélation ne sont pas significatifs sur tous les sites, il apparaît nettement que le trafic routier et les concentrations en NO₂ augmentent conjointement notamment aux heures de pointes (matin et soir). Les baisses de trafic sont également corrélées aux baisses de concentrations.** En milieu de journée, les deux paramètres évoluent toutefois différemment avec un trafic en légère augmentation et des concentrations en baisse. **P4_Stg_Wilson (Boulevard Wilson) présente cependant des différences** sur les deux paramètres avec une hausse continue du matin au soir des concentrations en NO₂ (maximum le soir) et un trafic en augmentation du matin jusqu'à midi (pic journalier), baissant et variant peu l'après-midi alors que le NO₂ continue d'augmenter, avant leur chute commune en soirée et nuit.

LES PARTICULES PM10 et PM2,5 (systèmes capteurs)

Comparaison à la réglementation

Les moyennes annuelles glissantes respectent les différents seuils actuellement en vigueur. La valeur limite pour la santé d'ici 2030 pour les PM10 (à savoir $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est respectée, mais celle pour les PM2,5 (seuil à venir fixé à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée. Les teneurs des 5 sites sont supérieures aux lignes directrices de l'OMS fixées à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5. **Pour les PM10, le seuil d'information et de recommandations a été dépassé sur les 5 points de mesures** (et aux stations urbaines du réseau de mesure), pour la journée du 20 janvier 2025 en lien avec un épisode de pollution déclenché sur l'ensemble du département.

Moyennes journalières

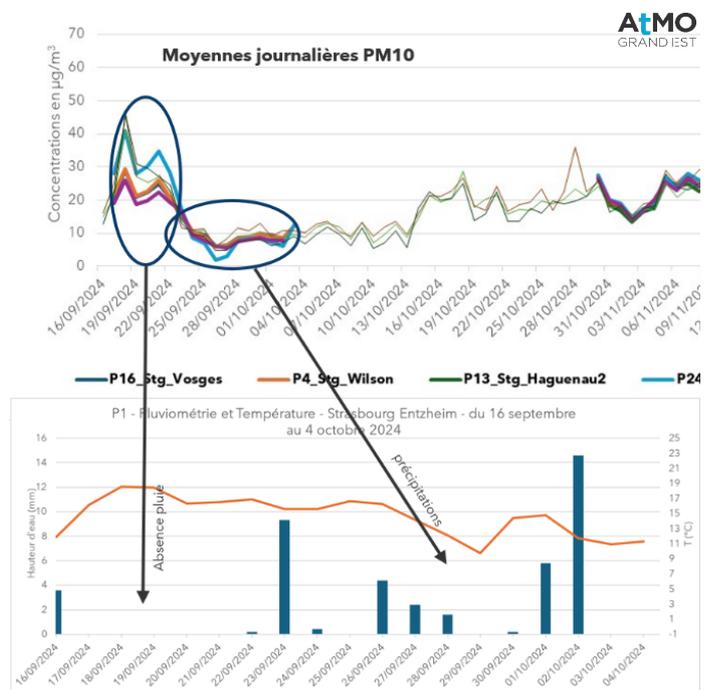
Alors que pour le NO_2 , les points Wilson, place d'Haguenu et Avenue des Vosges étaient similaires aux dynamiques et aux valeurs des stations trafic, **pour les PM10, les points se rapprochent plus des stations urbaines de fond.**

L'évolution des concentrations journalières en PM2,5 est concomitante à celle des PM10.

Les pics observés le sont principalement en période hivernale plus propice aux émissions de particules qui proviennent de nombreuses sources (majoritairement combustion de biomasse et de combustibles fossiles et du transport routier dans une moindre mesure).

Les conditions atmosphériques jouent un rôle majeur sur les niveaux. Ceux-ci sont parfois plus élevés en l'absence de précipitations durant quelques jours.

L'augmentation généralisée en fin de campagne (points et station) correspond à un épisode de pollution aux PM10 ayant touché le Bas-Rhin les 20/01 (information/recommandations) et le 21/01/2025 (alerte sur persistance). Les PM2,5 suivent la même évolution.



Profils moyens journaliers et comparaison avec la campagne 2023

Les **profils journaliers mettent en avant les contributions du trafic routier mais aussi et surtout du chauffage** dans les concentrations et les dynamiques journalières observées (les 5 sites Cairnet d'influence trafic varient avec moins d'amplitude que pour le NO_2). Les concentrations en particules PM10 et PM2,5 demeurent élevées en soirée et durant une partie de la nuit en lien avec le chauffage des habitations (contrairement à ce qui est observé pour le NO_2).

Ce constat se reflète dans la comparaison avec la campagne 2023 où les variations pendulaires des trajets domicile-travail/travail-domiciles, sont prépondérantes. **Sur la campagne 2024/2025, les aspects pendulaires des profils journaliers sont moins marqués, en lien avec des émissions plus importantes issues du chauffage pendant les périodes de mesures automnales et hivernales.**

PARTICULES ULTRAFINES

La moyenne des 4 campagnes est égale à 15 800 particules/cm³ pour le point P13 (STG_Haguenau_2). En moyenne, 84% des moyennes journalières **dépassent la valeur limite journalière haute de l'OMS**, notamment pendant les 2 campagnes hivernales. **Les niveaux place de Haguenau sont supérieurs en restant dans le même ordre de grandeur que les sites français qui présentent des maxima à 14 000 particules/cm³**. Ils sont cependant nettement inférieurs aux valeurs maximales influencées par le trafic routier à l'échelle européenne (70 000 particules/cm³)² ou aux niveaux moyens (30 000-70 000 particules/cm³) à l'international pour les sites influencés par le trafic routier³. La présence de périodes froides a pu maximiser les niveaux.

Les niveaux sont au moins 2 fois plus élevés que le site de Strasbourg Danube en lien avec une plus grande influence du trafic routier. Ces niveaux sont également supérieurs à ceux du site trafic de Nancy qui présente des trafics moyens similaires (18 500 véh./jour place de Haguenau contre et 20 709 véh./jour à Nancy). Le site de mesure place de Haguenau a été installé plus proche de l'axe routier ce qui peut expliquer cette observation. L'étude des profils journaliers met en évidence l'impact du trafic routier sur les concentrations et potentiellement celui du chauffage bois en hiver (les concentrations étant plus élevées la nuit comparativement à l'été).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'état initial met en évidence des points dont les niveaux en NO₂ sont certes inférieurs au seuil actuel de 40 µg/m³, mais tout de même élevés et pour la plupart supérieurs au futur seuil applicable en 2030. Bien que les études de corrélation entre les niveaux de NO₂ et le trafic routier n'aient pas toujours permis d'identifier de lien direct entre les deux paramètres, les profils journaliers de NO₂ mettent en évidence l'impact de la mobilité pendulaire et une évolution du NO₂ en adéquation avec le trafic routier.

Pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}, les concentrations sont plus modérées. Les profils journaliers mettent en avant les contributions du trafic routier mais aussi et surtout du chauffage. Pour les PUF, les niveaux sont élevés avec l'observation d'un impact important du trafic routier.

Les futurs aménagements devront avoir une attention particulière sur ces zones à enjeu pour la qualité de l'air à savoir :

- La Place de Haguenau et ses alentours jusqu'à l'avenue des Vosges ;
- Le Boulevard Wilson et l'accès à la gare, aux Halles et au centre-ville ;
- Et dans une moindre mesure les routes du Général De Gaulle et de Bischwiller à Schiltigheim.

² LCSQA, Bilan des niveaux de concentrations particulières en nombre au sein du dispositif national en comparaison à l'échelle européenne, 2021

³ Morawska et al., Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions : Characteristics, ambient processing and implications on human exposure, *Atmospheric Environment*, vol/ 42, p. 8113-8138, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.07.050>



AIR • CLIMAT • ÉNERGIE • SANTÉ

NOTRE SIÈGE

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

NOS AGENCES

à Metz
20 rue Pierre-Simon de Laplace
57070 Metz

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

à Reims
9 rue Marie-Marvingt
51100 Reims