



Suivi de la qualité de l'air à Châlons-en-Champagne (mesure du NO₂)

Campagnes réalisées en 2023 et 2024

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

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

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Pauline ROMAIN, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaire*
Relecture : *Morgane KESSLER, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaire*
Approbation : *Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaire*

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

Référence du projet : 900936

Référence du rapport : SURV-EN-1127

Date de publication : 13/08/2024

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

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	5
INTRODUCTION	6
1. PRESENTATION DE L'ÉTUDE	7
1.1. POLLUANT MESURÉ,SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTÉ	7-9
1.2. MÉTHODE DE MESURE	10
1.3. DESCRIPTION DE LA ZONE DE MESURE ET DES EMPLACEMENTS CHOISIS.....	10-12
2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES	13-16
3. CONTRÔLE QUALITE.....	17
3.1. LE LABORATOIRE D'ANALYSE	17
3.2. ABSENCE DE CONTAMINATION	17
3.3. VÉRIFICATION DE LA RÉPÉTABILITÉ DE LA MÉTHODE.....	17
4. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE.....	18-21
4.1. RÉSULTATS DES CONCENTRATIONS EN NO ₂ PAR CAMPAGNE.....	18-21
4.2. CONCENTRATIONS MOYENNES SUR LES SITES DE MESURE.....	21-22
CONCLUSION.....	23-24

RÉSUMÉ

La communauté d'agglomération de Châlons-en-Champagne a sollicité ATMO Grand Est pour réaliser une évaluation de la qualité de l'air sur deux axes routiers très fréquentés, allée Paul Doumer et avenue de Metz, en réponse aux plaintes des riverains. Cette étude visait à comparer ces données à celles d'autres axes routiers urbains, comme l'axe Léon Bourgeois et l'avenue du Président Roosevelt.

Ces campagnes de mesures se sont déroulées au cours de l'année glissante 2023/2024 (soit 4 périodes de 14 jours), débutant du 23 juin 2023 jusqu'au 21 mai 2024 permettant de couvrir uniformément 4 saisons aux conditions climatiques contrastées. La réalisation de ces 4 campagnes de mesure a permis d'évaluer les concentrations moyennes annuelle glissantes sur ces différents axes, de comparer les résultats entre eux et de les interpréter par rapport à la réglementation en vigueur. Pour cette étude, l'évaluation des niveaux de dioxyde d'azote a été effectuée par des tubes passifs.

Pour cela, 7 sites de mesures ont été choisis, correspondant aux 5 axes routiers souhaités :

- 1 site allée Paul Doumer
- 2 sites avenue de Metz
- 1 site Léon Bourgeois
- 1 site allée Voltaire
- 2 sites avenue du Président Roosevelt

Des tubes passifs ont également été placés en parallèle de la station fixe d'ATMO Grand Est, à Reims Doumer d'influence trafic, afin de comparer les résultats obtenus à Châlons avec ceux d'une autre station du département.

La comparaison des résultats obtenus sur Châlons-en-Champagne au niveau des différents points de prélèvement montre que :

- Les concentrations moyennes annuelles glissantes en NO₂ sur les axes suivants allée Paul Doumer, avenue de Metz et avenue du Président Wilson sont globalement équivalentes, oscillant entre 19 et 21 µg/m³.
- Les concentrations en NO₂ au niveau de l'allée Voltaire et de la rue Léon Bourgeois sont plus élevées, indiquant un trafic plus intense, avec une concentration moyenne annuelle de 23 µg/m³ pour la rue Léon Bourgeois et de 27 µg/m³ pour l'allée Voltaire

Ainsi, les niveaux de NO₂ relevés sont similaires à ceux observés en contexte urbain influencé par le trafic dans des agglomérations du département.

Du côté réglementaire, tous les points de prélèvement sélectionnés pour cette étude le long de ces axes routiers se situent en dessous de la limite annuelle réglementaire en vigueur, soit 40 µg/m³ pour le NO₂. A titre informatif, les résultats sont supérieurs à la ligne directrice fixé à 10 µg/m₃ établie par l'OMS (Organisme Mondial de la Santé).

INTRODUCTION

A la suite de plaintes émanant de riverains situés Avenue Paul Doumer et Avenue de Metz, la Communauté d'agglomération de Châlons-en Champagne, a souhaité évaluer la qualité de l'air sur ces deux axes routiers très fréquentés. L'objectif est également de comparer la qualité de l'air à d'autres axes routiers situés dans la ville : l'axe Léon Bourgeois et l'avenue du Président Roosevelt.

Dans ce contexte, ATMO Grand Est a été sollicitée par l'agglomération de Châlons pour un suivi de la qualité de l'air ciblé sur ces quatre axes. Le polluant suivi est le dioxyde d'azote NO₂ polluant traceur du trafic routier.

Le présent rapport résume les résultats obtenus pour cette campagne de mesures réalisée sur l'année glissante 2023-2024 sur ces axes spécifiques au regard des valeurs réglementaires.

Au total, sept sites ont été instrumentés de manière à évaluer l'impact de la qualité de l'air sur ces axes mais également à proximité pour examiner l'exposition des riverains.

Cette étude rentre dans le cadre des actions de l'axe « Affirmer notre rôle de référent technique – Répondre aux besoins d'observations » du projet associatif Cap 2023 d'ATMO Grand Est.

Afin de prendre en compte les conditions météorologiques (pluies, vents...) et les variations saisonnières dans l'estimation des teneurs annuelles en dioxyde d'azote, les mesures se sont déroulées sur quatre périodes de deux semaines réparties tout au long de l'année afin de couvrir les 4 saisons et de pouvoir comparer les données aux normes en vigueur (directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008) :

- Phase 1 : du 23 juin au 7 juillet 2023
- Phase 1 : du 5 octobre au 19 octobre 2023
- Phase 3 : du 12 janvier au 26 janvier 2024
- Phase 4 : du 7 mai au 21 mai 2024

Ces 4 phases de mesures permettront de calculer une moyenne annuelle glissante comparable aux valeurs réglementaires. Ces mesures n'ont cependant pas été réalisées sur une année civile comme cela est préconisée dans la Directive 2008/50/CE. Par ailleurs, les données du réseau d'ATMO Grand Est acquises à la station de fond urbaine de Châlons-en-Champagne et celle la plus proche d'influence trafic station Reims Doumer et d'Epernay serviront de comparatif.

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

1.1. POLLUANT MESURÉ, SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

LES ÉMISSIONS DE NO_x

Durant la combustion à température élevée, comme au sein des moteurs automobiles, le diazote naturellement présent dans l'air (N₂) réagit avec le dioxygène (O₂) pour former du monoxyde d'azote (NO). Le dioxyde d'azote (NO₂) est ensuite formé par réaction du monoxyde d'azote avec différents oxydants présents dans l'air.

Pour information, à l'échelle de la région Grand Est le transport routier est le 1^{er} émetteur de NO_x qui représente 36 % des émissions. L'agriculture est le second émetteur avec 28 % des émissions totales de NO_x (Bilan annuel Qualité de l'air Grand-Est édition 2022). A titre informatif, la région participe à hauteur de 12 % aux émissions nationales de NO_x.

Répartition sectorielle des émissions NO_x - CA Châlons-en-Champagne - Année 2022

(ATMO Grand Est Invent'Air V2024)

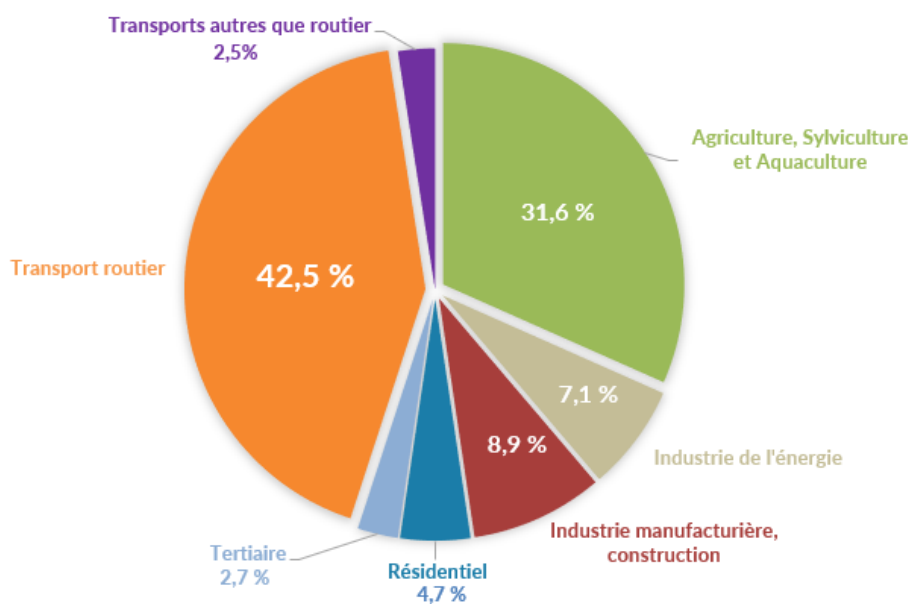


Figure 1 : Répartition des secteurs d'émission des NO_x en 2022 sur Communauté d'Agglomération Châlons-en-Champagne (Source ATMO Grand Est - Invent'Air V2024)

Sur l'agglomération de Châlons-en-Champagne, la source principale d'émission des oxydes d'azote NO₂ est le transport routier représentant 42,5 % des émissions. Le second secteur émetteur de NO₂ est l'agriculture avec 31,6 % d'émissions, suivi par le secteur de l'industrie avec 8,9 % d'émissions.

CARTE MODELISEE POUR LE NO₂

La carte modélisée pour l'agglomération de Châlons-en-Champagne présentée ci-dessous a été établie pour le dioxyde d'azote à partir des concentrations moyennes annuelles obtenues en 2023. Elle permet d'identifier les zones les plus affectées par des concentrations élevées en dioxyde d'azote.

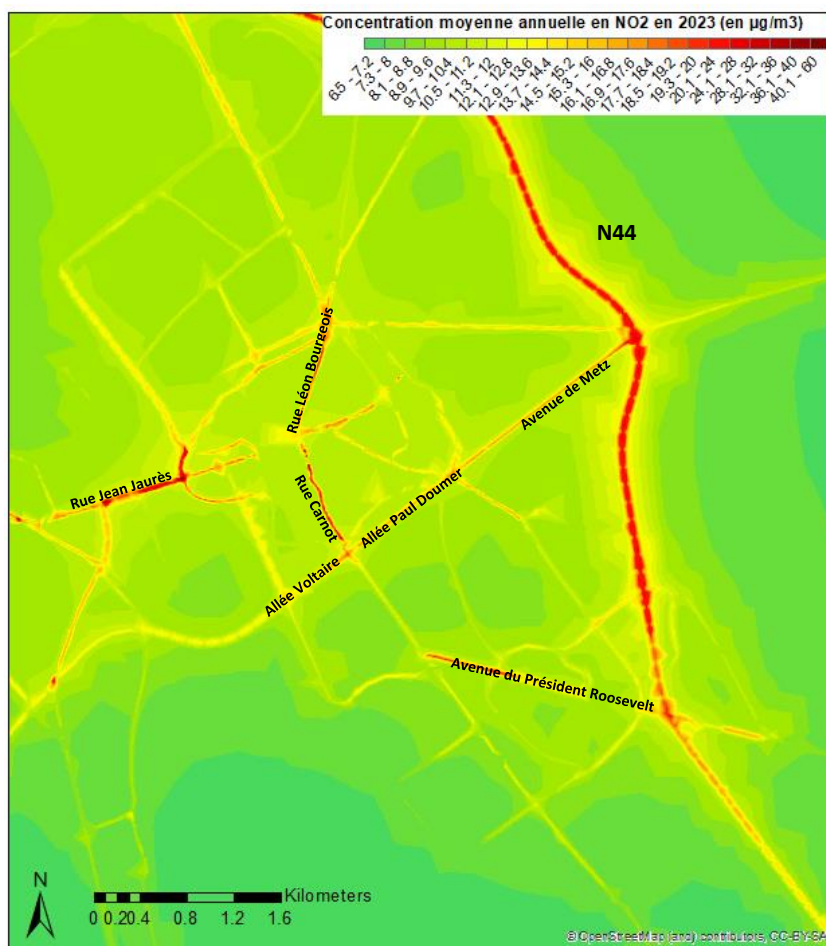


Figure 2 : Carte de modélisation avec zoom sur Châlons en Champagne - moyenne annuelle NO₂ en 2023
(Source ATMO Grand Est)

Comme on peut le voir sur cette carte de modélisation zoomée sur le secteur de Châlons en Champagne, la pollution en NO₂ est concentrée majoritairement au niveau des grands axes de circulation tel que la nationale N44 placée à l'Est de l'agglomération. D'autres secteurs sont touchés comme l'avenue du Président Roosevelt, l'axe allant de l'allée Voltaire à l'avenue de Metz, la rue Carnot remontant jusqu'à la rue Léon Bourgeois, et enfin plus dans le cœur du centre-ville, la rue Jean Jaurès remontant jusqu'à la Cathédrale Saint Etienne.

SANTÉ ET VALEURS RÉGLEMENTAIRES

Les NO_x proviennent surtout des véhicules et des installations de combustion. Ces émissions ont lieu principalement sous la forme de NO (90 %) et dans une moindre mesure sous la forme de NO₂.

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, il se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés. Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.

Aux concentrations observées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperactivité bronchique chez les personnes souffrant d'asthme.

Des études épidémiologiques ont montré qu'une hausse des concentrations en dioxyde d'azote s'accompagnait notamment d'une augmentation du nombre de décès pour cause cardiovasculaire.

La réglementation en vigueur en 2023, pour le NO₂ qui sera mesuré en moyenne durant 14 jours plusieurs fois dans l'année est issue du **décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010** qui fixe une valeur limite réglementaire annuelle de 40 µg/m³ et un objectif de qualité également de 40 µg/m³.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a récemment mis à jour ses lignes directrices (en 2021); celle concernant le NO₂ est désormais évaluée à 10 µg/m³ en moyenne sur un an (anciennement 40 µg/m³). En effet, les données accumulées par cet organisme montrent que la pollution atmosphérique a des effets néfastes sur la santé à des concentrations encore plus faibles que ce qui était admis jusqu'alors. Pour s'adapter à ce constat, l'OMS a ainsi abaissé la quasi-totalité de ses seuils de référence.

Le Tableau 1 présenté ci-dessous résume les valeurs réglementaires de référence pour le NO₂.

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Ligne directrice OMS
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³

Tableau 1 : Valeurs réglementaires pour le NO₂ (Directive 2008) et ligne directrice OMS 2021

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

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

1.2. METHODE DE MESURE

Le système de prélèvements utilisé est l'échantillonnage passif avec tubes passifs pour le suivi du NO₂. Le principe de fonctionnement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur un adsorbant (support solide imprégné de réactif chimique) 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 différé au laboratoire LASAIR.



Tube passif pour le prélèvement du NO₂

L'étude est réalisée sur plusieurs périodes de l'année 2023-2024, à des saisons distinctes, dépendantes de conditions météorologiques qui exercent une influence sur les teneurs en polluants (précipitations, vents...). Les données seront donc croisées avec les paramètres météorologiques.

Le Tableau 2 suivant résume la méthode de mesures employée ainsi que la norme suivie.

Moyen de mesures	Polluants	Méthode analytique	Normes suivie	Laboratoire d'analyse
Tube passif NO ₂ type Gradko	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann	NF EN 16339	LASAIR (AirParif)

Tableau 2 : Récapitulatif méthode et norme tubes passifs

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.

1.3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DES EMPLACEMENTS CHOISIS

La zone d'étude couvre un secteur comprenant les avenues Paul Doumer, Metz, Président Roosevelt et la rue Léon Bourgeois. Pour cela, 7 points de mesures ont été instrumentés, ainsi que la station d'influence trafic ATMO GE la plus proche basée à Reims pour comparatif. Les emplacements ainsi que les données TMJA (trafic moyen journalier annuel) sont présentées dans le Tableau 3.

Site	Nom de la rue	Données Cerema (TMJA) 2021 en nb véhicules/jour
TP1	25 allée Paul Doumer / Châlons	10 922
TP2	44 avenue de Metz / Châlons	
TP3	135 avenue de Metz / Châlons	
TP4	13 allée Voltaire / Châlons	11 061
TP5	59 rue Léon Bourgeois / Châlons	8954
TP6	8 avenue du Président Roosevelt / Châlons	13 587
TP7	81 avenue du Président Roosevelt / Châlons	
TP8	5 rue Irénée Lelièvre à proximité du boulevard Paul Doumer (station Reims Doumer d'influence trafic) / Reims	22 790

Tableau 3 : Sites de mesures et TMJA

De plus, les données de fond collectées 24H/24 à la station urbaine du réseau ATMO Grand Est, située au 5 rue du Général Jansen à Châlons-en-Champagne, seront utilisées pour comparer au niveau de fond urbain enregistré dans la ville.

Les 7 points de mesure sont représentés sur la Figure 2 ci-dessous :

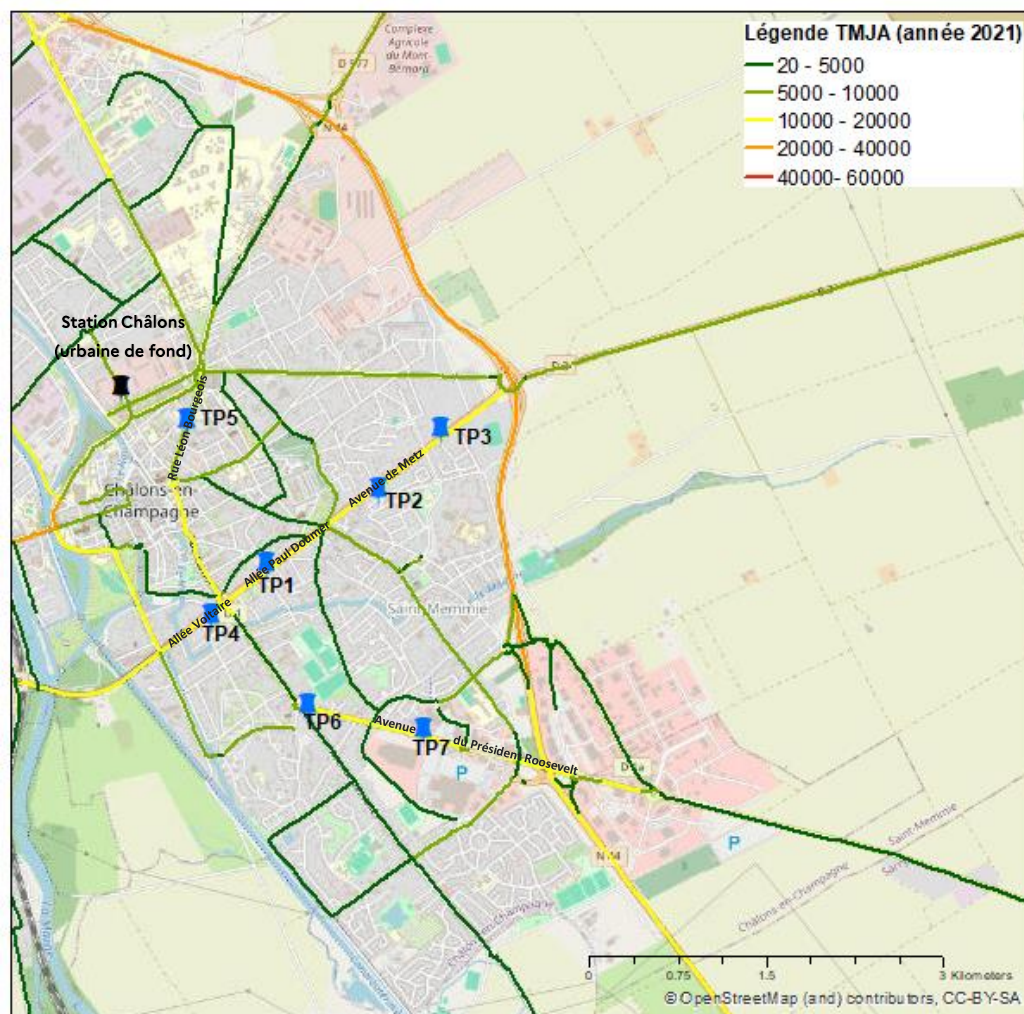


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude avec les 7 points de mesures (TP1 à TP7 et station urbaine de fond ATMO Grand Est Châlons) avec données TMJA 2021.

Dans la zone d'étude, l'axe routier présentant le plus important trafic moyen journalier annuel (TMJA) est la nationale N44 située à l'Est de l'agglomération avec 27 412 véhicules/jour et la rue Jean Jaurès au centre-ville avec 22 325 véhicules/jour. Les points de prélèvements ont été placés au niveau des axes routiers suivants présentant des trafics significatifs : avenue président Roosevelt (TMJA : 13 587), allée Voltaire (TMJA : 11 061), avenue de Metz, allée Paul Doumer (TMJA : 10 922) et rue Léon Bourgois (TMJA : 8 954).

La Figure 3 présente les emplacements qui ont été instrumentés avec les tubes passifs :

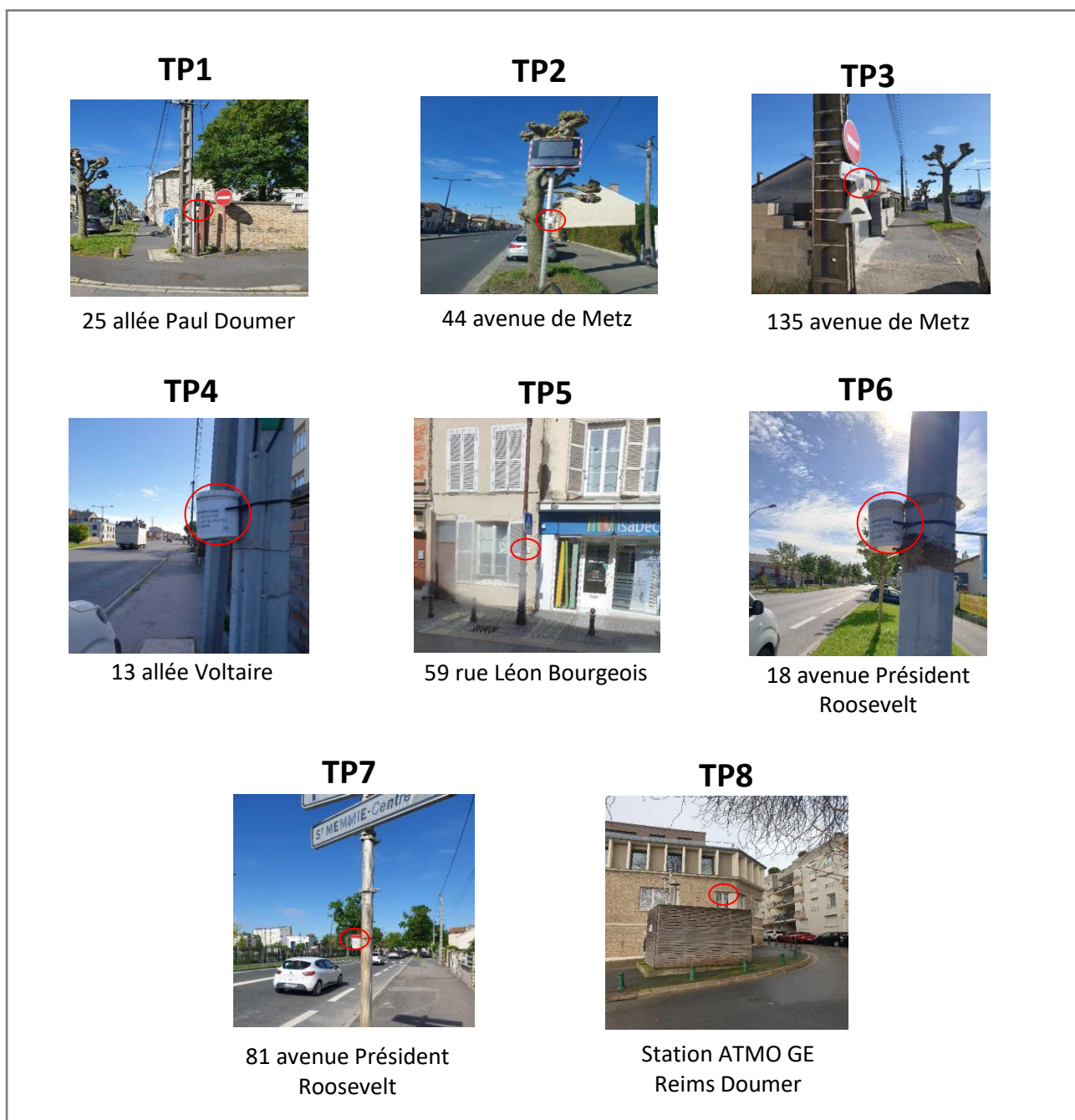


Figure 3 : Photographies des emplacements des tubes passifs

2. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

2.1. ROLE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les rôles que peuvent jouer les paramètres météorologiques sur la qualité de l'air sont regroupés dans le Tableau 4 ci-après.

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

Tableau 4 : Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

2.2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES

Dans le cadre de cette étude les données météorologiques (température, pluviométrie et roses des vents) proviennent de la station **Météo France Vatry-aéroport** située dans la commune de Vassimont-et-Chapelaine.



Figure 4 : Carte de localisation de la station Météo France Vatry-aéroport

Les graphiques ombrothermiques sont élaborés à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières. Ils permettent d'identifier les périodes où la dispersion est limitée, comme pendant les inversions de température en hiver, et de visualiser les périodes de fortes précipitations pouvant réduire la concentration de polluants dans l'air. Les roses des vents prennent en compte les vitesses de vents, leur direction et leur fréquence. Elles permettent notamment d'identifier les directions de vents dominants. En somme, ces données météorologiques permettent décontextualiser les variations de la qualité de l'air.

Les figures ci-après présentent les températures et pluviométries ainsi que les roses des vents relevées au cours de 4 campagnes au niveau de la station Météo-France de Vatry Aéroport.

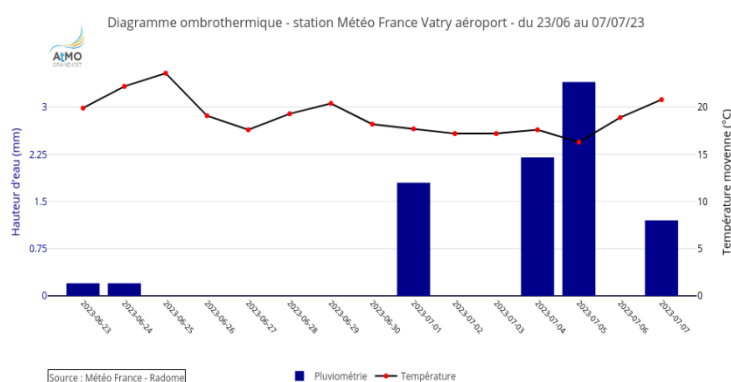


Figure 5 : Diagramme ombrothermique station météo France Vatry – campagne C1 (juin/juillet 2023)

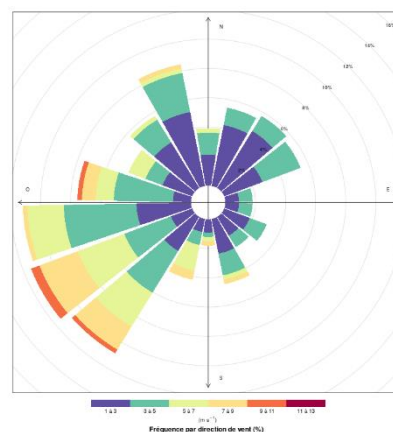


Figure 6 : Rose des vents Météo France Vatry – campagne C1 (juin/juillet 2023)

La première campagne effectuée en période estivale (juin/juillet 2023), enregistre 6 jours de pluie dont un jour le 5 juillet 2023 avec une hauteur d'eau atteignant 3,4 mm. Les températures sont relativement douces pour la saison, comprise entre 16,3 °C et 23,6 °C. Les vents sont multidirectionnels sur cette période. 77 % des vents sont faibles et compris entre 1 et 5 m/s. Les autres vents sont plus forts et proviennent majoritairement de l'Ouest et du Sud-Ouest : 15 % des vents sont compris entre 5 et 7 m/s et 9 % des vents sont compris entre 7 et 11 m/s. La direction des vents suggère plutôt une dispersion de la pollution du Sud-Ouest vers le Nord-Est.

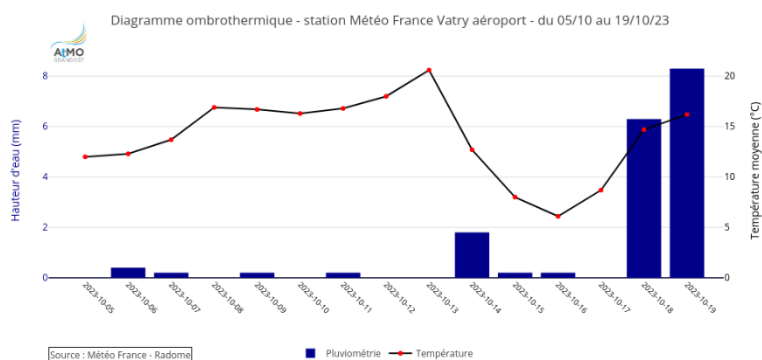


Figure 8 : Diagramme ombrothermique station météo France Vatry – campagne C2 (octobre 2023)

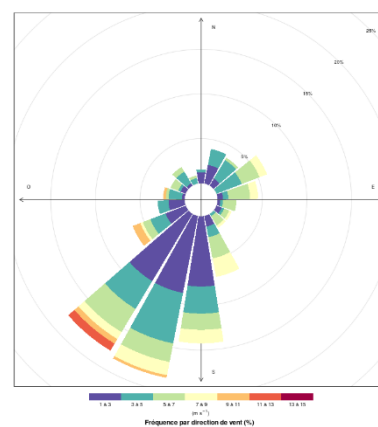


Figure 7 : Rose des vents station météo France Vatry – campagne C2 (octobre 2023)

La deuxième campagne s'est déroulée pendant l'automne (octobre 2023), elle enregistre 9 jours de pluie dont deux jours particulièrement pluvieux les 18 et 19 octobre avec des hauteurs d'eau respectives de 6,1 mm et 8,3 mm. La température moyenne est de 14 °C avec un minimum de 6 °C relevé le 16/10/23 et un maximum de 21 °C relevé le 13/10/23.

Des vents forts sont enregistrés dans le Sud-Sud-Ouest dont 1 % ayant des vitesses comprises entre 11 et 13 m/s, 2 % des vents entre 9 et 11 m/s et 8 % des vents compris entre 7 et 9 m/s. Le restant des vents a une vitesse inférieure à 7 m/s. La dispersion de la pollution est en majorité orientée vers le Nord-Est.

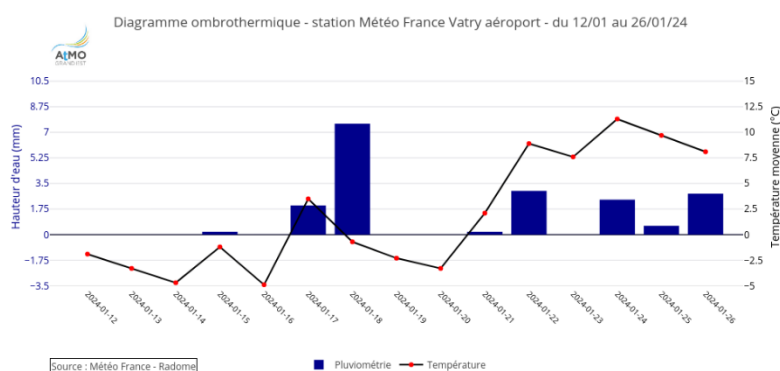


Figure 10 : Diagramme ombrothermique station météo France Vatry – campagne C3 (janvier 2024)

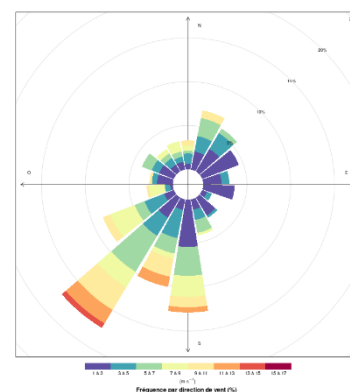


Figure 9 : Rose des vents station météo France Vatry – campagne C3 (janvier 2024)

La troisième campagne s'est déroulée en période hivernale (janvier 2024), elle enregistre 8 jours de précipitations dont un jour particulièrement pluvieux le 18/01/24 avec une hauteur d'eau de 7,6 mm. Les températures fluctuent au cours de la période de mesure : elles sont faibles voir négatives jusqu'au 21/01 puis remontent après au-dessus de 7 °C. Le minimum de -5 °C est relevé le 14 et le 16 janvier, et le maximum de 11 °C est relevé le 24/01/24.

Les vents dominants sont enregistrés en direction du Sud-Sud-Ouest. 25 % des vents ont des vitesses supérieures à 7 m/s dont 4 % compris entre 11 et 13 m/s et 1 % compris entre 13 et 15 m/s. Le restant des vents est inférieur à 7 m/s.

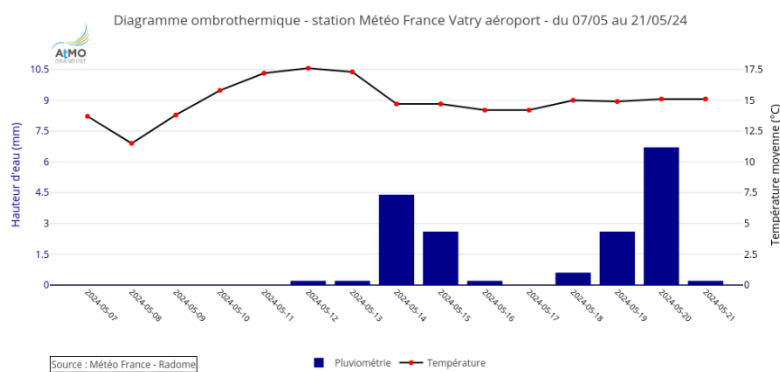


Figure 12 : Diagramme ombrothermique station météo France Vatry – campagne C4 (mai 2024)

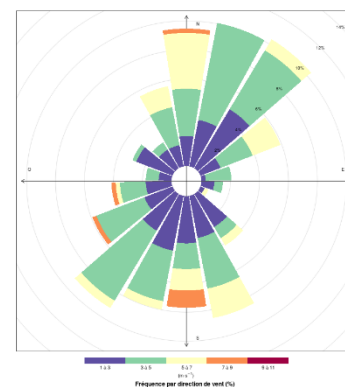


Figure 11: Rose des vents station météo France Vatry – campagne C4 (mai 2024)

La dernière campagne effectuée en période printanière (mai 2024), enregistre 8 jours de pluie dont un jour cumulant une hauteur d'eau de 6,7 mm le 20/05/24. Les températures sont douces et relativement stables avec une moyenne de 15 °C.

Les vents soufflent dans plusieurs directions, avec une prédominance des vents venant du Nord-Nord-Est et du Sud. Les vents les plus forts (entre 7 et 9 m/s) proviennent du Sud, de l'Ouest et du Nord. La dispersion de la pollution est donc multidirectionnelle. 40 % des vents sont faibles (1-3 m/s) , 44 % des vents sont compris entre 3 et 5 m/s.

Résumé des conditions météorologiques :

Date campagne	Cumul pluie (mm)	Nbre jour de pluie > 4 mm	Température moy °C	% vitesse vents forts en m/s	Principale origine
C1 23/06 au 07/07/23	9,0	0	19	8 % entre 7-9 m/s 1 % entre 9-11 m/s	O-SO
C2 05/10 au 19/10/23	17,8	2	14	9 % entre 7-9 m/s 2 % entre 9-11 m/s 1 % entre 11-13 m/s	SO
C3 12/01 au 26/01/24	18,8	1	2	7 % entre 7-9 m/s 10 % entre 9-11 m/s 4 % entre 11-13 m/s 1 % entre 13-15 m/s	SO
C4 07/05 au 21/05/24	17,7	2	15	2% entre 7-9 m/s	Multidirectionnel (axe Nord-sud)

Tableau 5: Résumé conditions météorologiques des campagnes 2023

Les conditions météorologiques sont relativement peu contrastées en fonction des saisons, hormis pour la campagne hivernale C3 la plus favorable à la bonne dispersion des polluants dans l'air qui enregistre une température moyenne faible et des vents nettement plus forts que sur les autres campagnes. Les campagnes C1 et C4 semblent être les plus défavorables au niveau de la dispersion en raison de la faible intensité des vents. Par ailleurs, C1 enregistre le plus faible cumul de pluie (9 mm) par rapport autres périodes de mesure, limitant ainsi le lessivage des masses d'air.

De façon générale, les températures sont restées modérées au cours des 4 campagnes ; en effet, les températures printanières et estivales n'ont pas été très élevées et les températures relevées en automne et hiver sont restées en moyenne plus élevées que la normale.

Globalement, les vents dominants proviennent en majorité du Sud-Ouest, sauf pour la dernière campagne C4 pendant lequel les vents étaient multidirectionnels dans l'axe Nord-Sud.

A noter également que l'utilisation du chauffage (source d'émissions de polluants) lors des périodes hivernales peut également avoir un impact et contribuer à la hausse des niveaux en dioxyde d'azote au cours des périodes de mesures en octobre et janvier.

3. CONTROLE QUALITE

3.1 LE LABORATOIRE D'ANALYSE

Les tubes passifs NO₂ exposés pendant les 4 campagnes ont été analysés par le laboratoire LASAIR d'Airparif qui respecte les exigences du guide LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) « échantillonneurs passifs de dioxyde d'azote » de 2002, et de la norme associée NF EN 16339 de septembre 2013.

3.2 ABSENCE DE CONTAMINATION

Des tubes non exposés appelés « blanc de terrain » ont été placés sur un site pour subir les mêmes manipulations et conditions que les échantillons exposés. Ils permettent de vérifier qu'il n'y a pas eu de contamination lors du transport et de la pose des tubes. Pour cela, le point P8 (station Reims Doumer) a été utilisé pour placer le blanc terrain.

Les résultats obtenus pour ces blancs terrains sont négligeables, confirmant ainsi l'absence de contamination.

3.3 VERIFICATION DE LA REPETABILITE DE LA METHODE

De nombreux facteurs pouvant jouer sur la variabilité des résultats, il est nécessaire de vérifier la qualité des mesures. Pour cela, la répétabilité des mesures est étudiée par le biais de triplets installés sur un site. Elle permet en effet d'estimer la qualité de mesurage et notamment la fidélité de la mesure.

Ce test de répétabilité a été réalisé sur le site de Reims Doumer (point P8).

Pour évaluer l'écart entre les valeurs des triplicats, le coefficient de variation est calculé : sa valeur doit être la plus faible possible. Si l'écart est supérieur à 15 %, il est nécessaire d'invalider les valeurs.

Les résultats des coefficients de variation sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Triplet	Concentration (en µg/m ³)			
	C1	C2	C3	C4
Site Reims Doumer				
P8	45,6	49,6	34,2	27,2
P8 _d	42,6	53,7	33,5	31,2
P8 _t	45,9	51,6	34,9	29,6
Coefficient variation (%)	4 %	4 %	2 %	7 %

Tableau 6 : répétabilité de la méthode

Le critère de coefficient de variation a été respecté pour l'ensemble des périodes de mesures. La répétabilité de la méthode est donc validée.

4. RESULTATS DE L'ÉTUDE

4.1 RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN NO₂ PAR CAMPAGNE

La figure suivante présente les résultats des tubes passifs obtenus par campagne pour chacun des sites, ainsi que les résultats obtenus aux stations urbaines d'influence trafic d'Épernay et Reims et la station fixe d'influence de fond de Châlons.

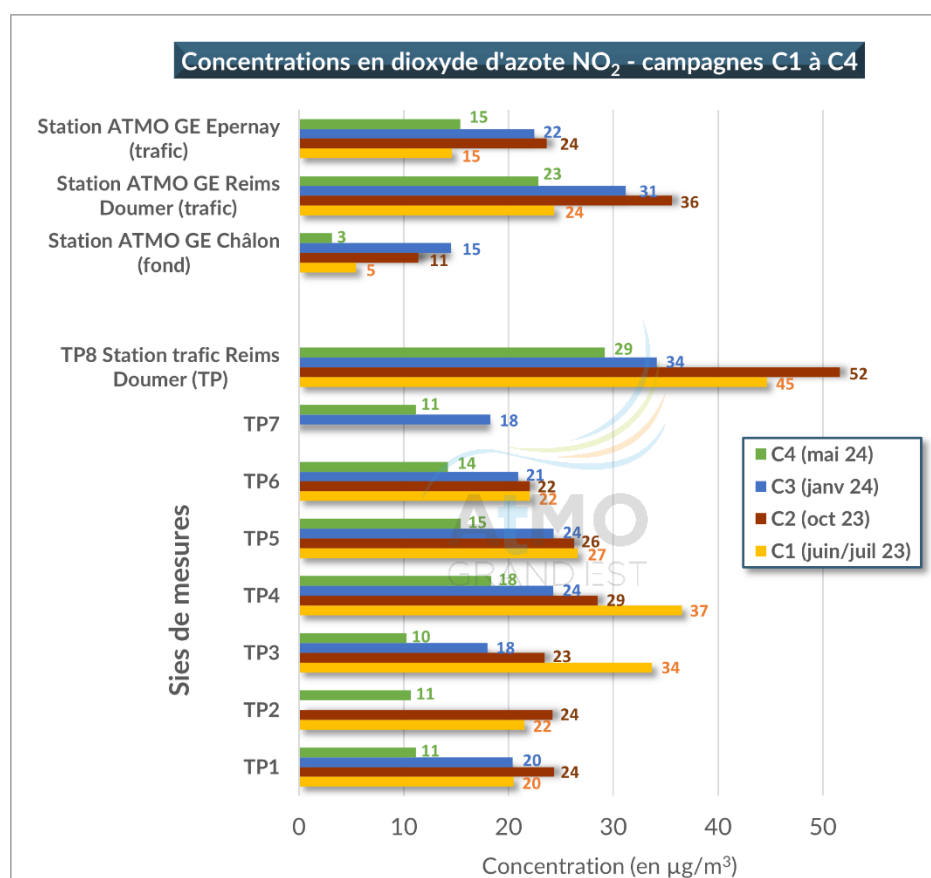


Figure 13 : Résultats concentrations tubes passifs campagnes C1 à C4 et résultats sur stations fixes

Les données sont manquantes pour la campagne C3 en TP2 (44 avenue de Metz) ainsi que pour les campagnes C1 et C2 en TP7 (81 avenue du Président Roosevelt) en raison du vol des tubes passifs. La campagne C1 a été la campagne la plus défavorable pour la qualité de l'air comparativement aux autres périodes en termes de précipitation (faible intensité avec un cumul d'eau pour C1 atteignant 9 mm) et de dispersion (vents plus faibles). De ce fait, cette campagne enregistre globalement les niveaux de NO₂ les plus élevés.

A contrario, la campagne C3 est la plus favorable pour le lessivage et la dispersion du polluant NO₂ avec huit jours de pluie dont 1 jour supérieur à 7 mm d'eau, par conséquent les concentrations sont plus faibles que sur les campagnes C1 et C2. De surcroit, la campagne C4 réalisée en est la campagne qui enregistre les concentrations en dioxyde d'azote les plus faibles sur tous les sites .

La figure suivante représente ces concentrations en NO₂ sur une carte géographique. Ces dernières sont représentées selon une échelle de couleur graduée en fonction de la concentration en NO₂. Les valeurs exactes sont indiquées au sein des pastilles de couleurs.

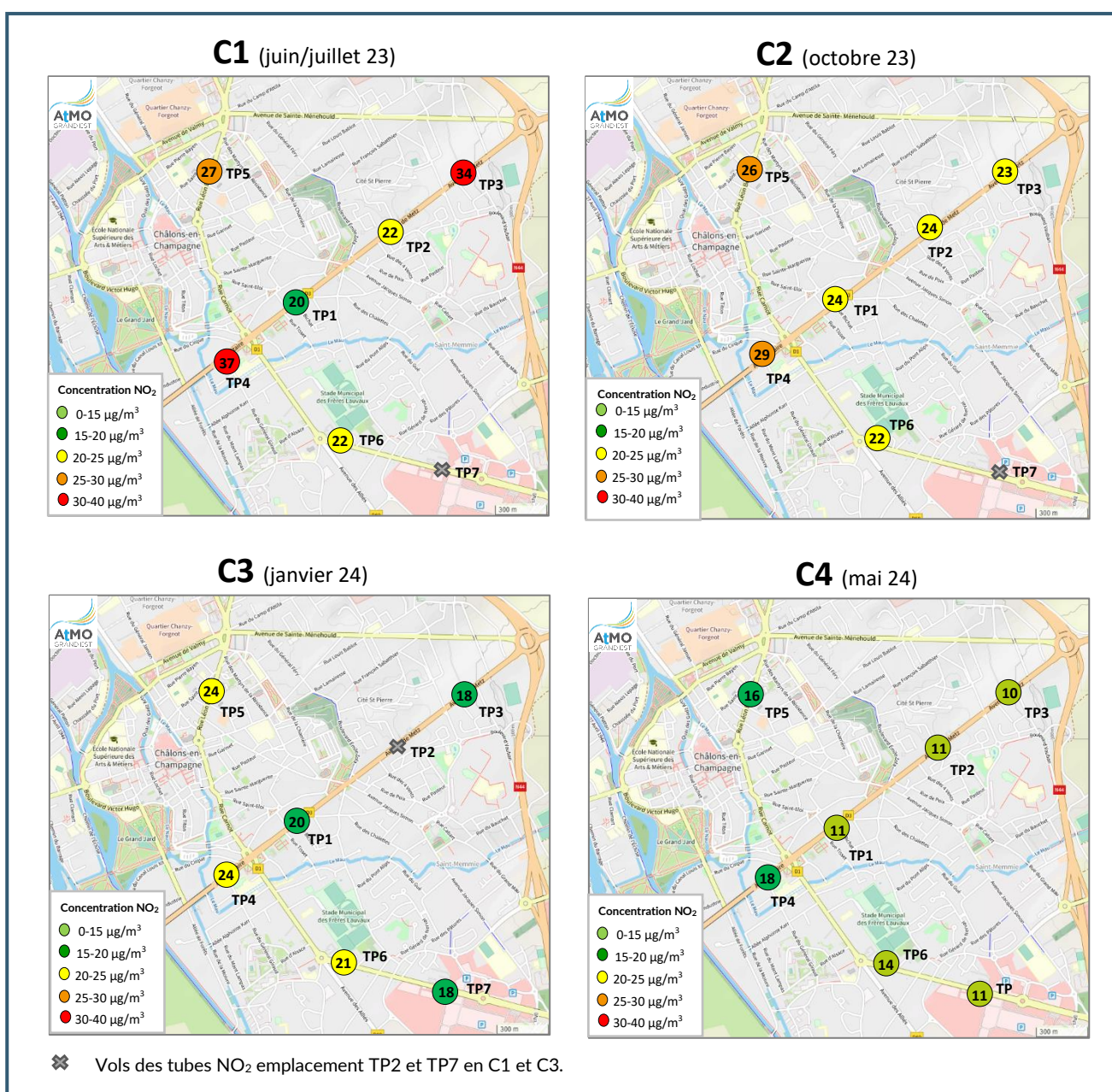


Figure 14 : Carte des concentrations en dioxyde d'azote (en µg/m³) campagnes C1 à C4

De manière générale pour la plupart des périodes de mesure, les points TP4 (13 allée Voltaire) et TP5 (59 rue Léon Bourgeois) sont les emplacements qui enregistrent les valeurs les plus élevées avec une concentration maximale de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement en C1. Pour rappel, l'allée Voltaire présente un important trafic selon les données TMJA de 2021 soit 11 061 véhicules/jour. La rue Léon Bourgeois dispose d'un trafic plus faible (TMJA : 8954 véhicules/jour en 2021) en comparaison aux autres axes investigués, toutefois cette rue correspond au second site le plus impacté par la pollution en NO_2 . Cette observation peut s'expliquer en grande partie par la configuration de la rue, qui est plus étroite ("rue canyon"), contrairement aux autres axes routiers plus dégagés maximisant la circulation d'air. De ce fait, les bâtiments disposés de chaque côté réduisent la dispersion entraînant une accumulation de dioxyde d'azote sur cet axe.

Les données trafic (TMJA 2021) ainsi que la modélisation moyenne annuelle NO_2 de 2023 (cf. carte stratégie air) au niveau de l'avenue du Président Roosevelt suggèrent initialement des niveaux en dioxyde d'azote assez significatif. Pourtant, les résultats de cette étude ont montré que malgré un trafic plus important sur cet axe (TMJA en 2021: 13 587 véhicules/jour), les concentrations sont similaires à celles mesurées sur les autres axes Paul Doumer et Avenue de Metz. L'urbanisme mis en place avec une configuration élargies des voies de circulation est plutôt favorable à la qualité de l'air ambiant malgré le passage de nombreux véhicules notamment des camions routiers.

L'emplacement TP3 (135 avenue de Metz) a enregistré ponctuellement une concentration élevée de NO_2 de 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la période de mesure estivale C1, un taux significatif qui n'a pas été observé lors des campagnes suivantes.

Les axes routiers Paul Doumer et Avenue de Metz, endroits ayant suscitant des inquiétudes chez les riverains, présentent des concentrations similaires à l'axe Président Roosevelt. Malgré, un trafic également important (TMJA 2021 : 10 922 véhicules/jour), la configuration de la rue suffisamment large permet de disperser la pollution ce qui semble limiter l'impact de la pollution.

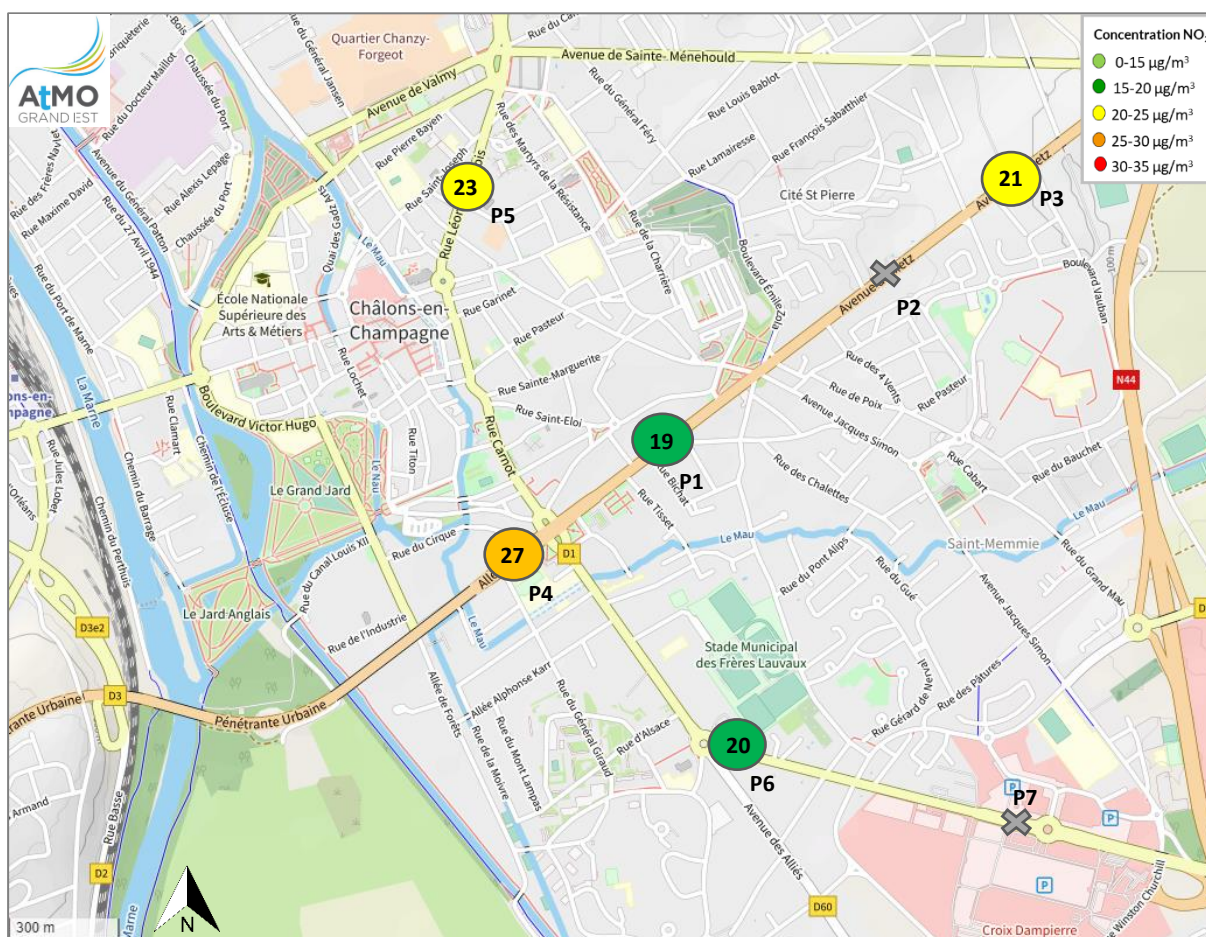
A noter que des travaux ont été identifiés à proximité du point TP4 (allée Voltaire) pendant les campagnes C1 et C2, pouvant influencer les concentrations en NO_2 . Les travaux peuvent modifier le flux de la circulation, augmentant potentiellement les embouteillages et donc les émissions de NO_2 des véhicules. Par ailleurs, les engins de construction, souvent équipés de moteurs diesel, peuvent générer des émissions supplémentaires de NO_2 .

D'autre part, d'importants travaux ont eu lieu sur l'îlot Notre-Dame entraînant des restrictions de circulation au giratoire Tissier d'octobre 2022 à avril 2024 dont une période de fermeture au niveau du quai Barbat et rue de Vaux, occasionnant de ce fait un seul sens de circulation rue Léon Bourgeois de l'été à octobre 2023. Ces aménagements réalisés dans le secteur proche de la rue Léon Bourgeois peuvent également expliquer les taux plus importants mesurés en période estivale C1 et automnale C2.

En considérant l'ensemble des points de mesures investigués avec les tubes passifs, les niveaux relevés en NO₂ présentent des ordres de grandeur similaires à ceux habituellement observés en contexte urbain à influence trafic dans des agglomérations de taille équivalente, soit globalement entre les niveaux de station de Reims Doumer et d'Épernay et au-dessus des niveaux de fond relevés sur la station fixe de Châlons.

4.2 CONCENTRATIONS MOYENNES SUR LES SITES DE MESURE

Pour pouvoir comparer les résultats obtenus à la valeur limite annuelle, la concentration moyenne annuelle est calculée sur chaque site de mesure à partir des 4 campagnes réalisées au cours de l'année glissante 2023/2024. La figure ci-dessous représente les concentrations en moyenne annuelle en NO₂ calculées à partir des 4 campagnes de mesures. Ces dernières sont représentées selon une échelle de couleur graduée en fonction de la concentration en NO₂. Les valeurs exactes sont indiquées au sein des pastilles de couleurs.



✕ Moyenne annuelle non calculée pour P2 et P7 (absence de résultats en P2 pour la campagne C3 et en P7 pour les campagnes C1 et C2 tubes volés).

Figure 15 : Concentration moyenne des 4 campagnes (moyenne annuelle glissante)

Les concentrations moyennes annuelles glissantes en dioxyde d'azote ont varié sur la zone d'étude entre 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25 allée Paul Doumer) et 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (13 allée Voltaire).

Les moyennes en dioxyde d'azote les plus élevées sont mesurées au niveau des points TP4 (13 allée Voltaire) et TP5 (59 rue Léon Bourgeois).

L'ensemble des sites respecte la valeur limite réglementaire en vigueur de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche la ligne directrice de l'OMS fixé à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée.

Afin d'effectuer une comparaison par rapport aux niveaux mesurés sur les stations fixes, les moyennes annuelles glissantes ont été calculées à partir des résultats obtenus sur les mêmes périodes que celles des campagnes de mesures.

Station fixe ATMO GE	Châlons en Champagne	Epernay	Reims Doumer
Typologie	Urbaine	Urbaine	Urbaine
Influence	Fond	Trafic	Trafic
Concentration moyenne annuelle glissante calculée à partir des campagnes de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	19	28
Sites de mesure	Données validées sur 4 campagnes	Concentration moyenne année glissante (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
P1 : 25 allée Paul Doumer	4/4	19	
P2 : 44 avenue de Metz	3/4	19*	
P3 : 135 avenue de Metz	4/4	21	
P4 : 13 allée Voltaire	4/4	27	
P5 : 59 rue Léon Bourgeois	4/4	23	
P6 : 18 avenue du Président Roosevelt	4/4	20	
P7 : 81 avenue du Président Roosevelt	2/4	15*	
<i>Valeur limite réglementaire définie par la Directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle)</i>			
<i>Recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relative à la qualité de l'air - Mise à jour 2021 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle)</i>			

* Moyenne calculée uniquement à titre informatif car non représentatif de la concentration annuelle en raison de l'absence de données pour certaines campagnes (tubes volés).

Les concentrations moyennes annuelles glissantes calculées pour les sites TP1, TP3, TP5 et TP6 sont proches de la concentration moyenne annuelle glissante calculée lors des campagnes à la station urbaine de trafic d'Epernay. Tandis que la concentration moyenne annuelle glissante mesurée sur le site TP4 (13 allée Voltaire) est similaire au niveau retrouvé sur la station fixe Reims Doumer.

En raison du vol de tubes sur les points de prélèvements TP2 (44 avenue de Metz) et P7 (81 avenue du Président Roosevelt), une partie des données a été perdue. Cette perte ne permet pas de couvrir au minimum 14 % de l'année glissante nécessaire pour pouvoir comparer les données aux normes en vigueur. Par conséquent, sur ces sites nous ne sommes pas en mesure de comparer les données aux normes en vigueur de manière fiable. Les moyennes sont donc indiquées uniquement à titre informatif.

CONCLUSION

La communauté d'agglomération de Châlons-en Champagne, a souhaité évaluer la qualité de l'air sur deux axes routiers très fréquentés à la suite de plaintes émanant de riverains : allée Paul Doumer et Avenue de Metz. L'objectif étant de comparer la qualité de l'air à d'autres axes routiers situés dans la ville : l'axe Léon Bourgeois et l'avenue du Président Roosevelt.

Pour cela, la concentration en dioxyde d'azote NO₂, indicateur du trafic routier, a été mesurée sur 7 sites de prélèvement positionnés le long de ces axes routiers. L'évaluation des niveaux en dioxyde d'azote a été réalisée par tubes passifs. Ces derniers ont été posés pendant 4 campagnes de 14 jours réparties uniformément sur l'année glissante 2023-2024 afin de couvrir les 4 saisons.

Les résultats de cette étude révèlent que :

- En fonction des données disponibles, l'ensemble des points de prélèvements sélectionnés présentent des concentrations en moyenne annuelle glissante en NO₂ inférieures à la valeur limite annuelle de 40 µg/m³. En revanche, elles dépassent toutes la ligne directrice de l'OMS fixée à 10 µg/m³.
- Les concentrations en NO₂ mesurées sur les axes routiers avenue de Metz et allée Paul Doumer se rapprochent des teneurs relevées pendant ces mêmes périodes au niveau d'une station d'influence trafic (station fixe d'Eprenay). Les niveaux moyens annuels en NO₂ sur ces axes oscillent entre 19 µg/m³ (25 allée Paul Doumer) et 21 µg/m³ (135 avenue de Metz).
- Les concentrations en NO₂ mesurées au niveau de l'avenue du Président Roosevelt (pour P6 : 20 µg/m³) sont également du même ordre de grandeur que celles mesurées allée Paul Doumer et Avenue de Metz.
- Pour le secteur ouest sur l'allée Voltaire et la rue Léon Bourgeois, les concentrations moyennes sont plus importantes que celles des autres axes routiers, traduisant un trafic plus intense. Le point P5 (rue Léon Bourgeois) présente une concentration moyenne annuelle glissante de 23 µg/m³ soit un peu plus importante que les autres axes préalablement cités.
- Le point P4, allée Voltaire, présente la concentration moyenne annuelle la plus élevée, soit 27 µg/m³, mais reste néanmoins inférieure à la limite annuelle (40 µg/m³). Ce niveau se rapproche de la concentration moyenne annuelle glissante calculée pendant les campagnes sur la station fixe d'influence trafic rémoise Doumer.

Ainsi, en considérant l'ensemble des points de mesures investigués avec les tubes passifs, les niveaux relevés en NO₂ présentent des ordres de grandeur similaires à ceux habituellement observés en contexte urbain influencé par le trafic dans des agglomérations du département.

Les résultats concernant les axes Paul Doumer et Avenue de Metz, qui avaient suscité les plaintes des riverains, révèlent des concentrations de dioxyde d'azote plus faibles que celles observées sur les axes Léon Bourgeois et Allée Voltaire.

Ces observations révèlent que, malgré l'important trafic sur ces axes occasionnant des inquiétudes chez les riverains, les niveaux de dioxyde de dioxyde d'azote sont bien en dessous de la valeur limite annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Outre le trafic, l'urbanisme avec la configuration des axes routiers peut également avoir un impact sur la qualité de l'air. Cet impact est notamment marqué au niveau de la rue Léon Bourgeois, rue plus étroite bordée de bâtiments ce qui entrave la circulation de l'air. Il est essentiel de considérer ces effets lors de la conception de nouvelles rues et de la rénovation des anciennes. Des solutions comme l'élargissement des axes de circulation permettant la création de couloir de ventilation, la réduction de la hauteur des bâtiments, la promotion des transports publics ou bien l'instauration de zone à vitesse réduite (zone piétonne, rue à sens unique, limitation à 30 km/h), peuvent aider à réduire les niveaux de pollution au dioxyde d'azote.



AtMO

GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

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