

2022



Evaluation des niveaux de dioxyde d'azote sur le territoire de REIMS

Résultats intermédiaires (provisoires sous réserve de validations finales à l'issue de l'ensemble des campagnes)

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	Christelle SCHNEIDER, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Vérification	Morgane KESSLER, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Approbation	Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires

Référence du projet : MSP-00707 + MSP-00795 + MSP-00762

Référence du rapport : SURV-EN-762 indice 1

Date de publication : 03-05-2022

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



Contexte et objectifs

La Communauté urbaine du Grand Reims a mis officiellement en place une Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFEm) depuis le 1er septembre 2021 avec entre le 1er septembre et le 31 décembre une phase pédagogique et depuis le 1er janvier 2022 une mise en place des contrôles (ZFEm effective).

Dans le cadre de la mise en place de cette (ZFEm) sur Reims, plusieurs campagnes de mesure de la qualité de l'air sont mises en œuvre sur :

- Le centre-ville de Reims, principale aire de la ZFEm, dès la mise en place de ce dispositif, en septembre 2021 et pour un suivi sur la première année de mise en œuvre, 2022. Six sites sont instrumentés avec des tubes passifs pour la mesure du dioxyde d'azote NO₂. Ces 6 sites correspondent aux secteurs ayant fait l'objet de précédentes études en 2016 et 2018 par ATMO GRAND EST. La conservation de ces localisations est primordiale pour déterminer l'évolution temporelle de la qualité de l'air ambiant sur le centre-ville de Reims. Sur la période 2021-2022, ATMO GRAND EST réalise 8 phases de mesures de 14 jours (2 en 2021 et 6 en 2022).

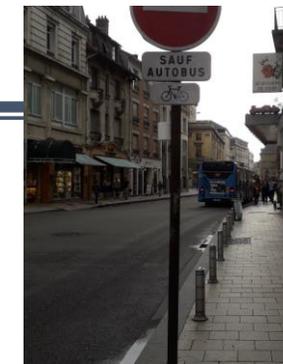
- La commune de Tinquieux : qui souhaite obtenir des mesures plus précises sur la qualité de l'air observée en proximité de trafic. Ces données serviront à alimenter la réflexion de la collectivité sur une extension possible de la ZFEm à la commune de Tinquieux. De plus, les voies de Tinquieux sont des axes de report potentiel des trafics pour contourner la ZFEm. Cette campagne de mesures de la qualité de l'air servira aussi à déterminer si la mise en place de la ZFEm a une influence locale sur la pollution atmosphérique. A cette fin, au cours de 4 phases de mesures de 14 jours réparties sur l'année 2022, 8 sites sont instrumentés avec des tubes passifs pour la mesure du dioxyde d'azote NO₂. Par ailleurs, un moyen mobile est déployé pour le suivi en continu des niveaux en particules PM10 et du dioxyde d'azote NO₂.

- Un secteur spécifique de Reims (REIMS REPORT) : l'évaluation environnementale sur la ZFEm a estimé par modélisation que le report de trafic emprunterait préférentiellement certains axes routiers de la Ville de Reims. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'éventuelle incidence de ce report sur la qualité de l'air. Au cours de 4 phases de mesures de 14 jours réparties sur l'année, 6 sites sont instrumentés avec des tubes passifs pour la mesure du dioxyde d'azote NO₂.

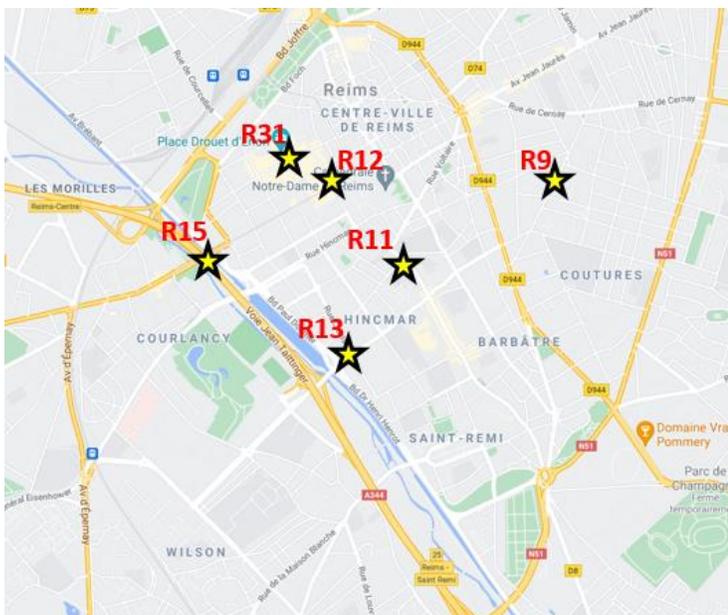
Ces campagnes s'inscrivent dans le cadre des actions 1 et 2 du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) d'ATMO Grand Est pour la période 2017-2023, L'action 1 vise à gérer et optimiser les outils de la surveillance de la qualité de l'air, et l'action 2 à évaluer les inégalités d'exposition par des campagnes de mesures.

Les sites de prélèvements

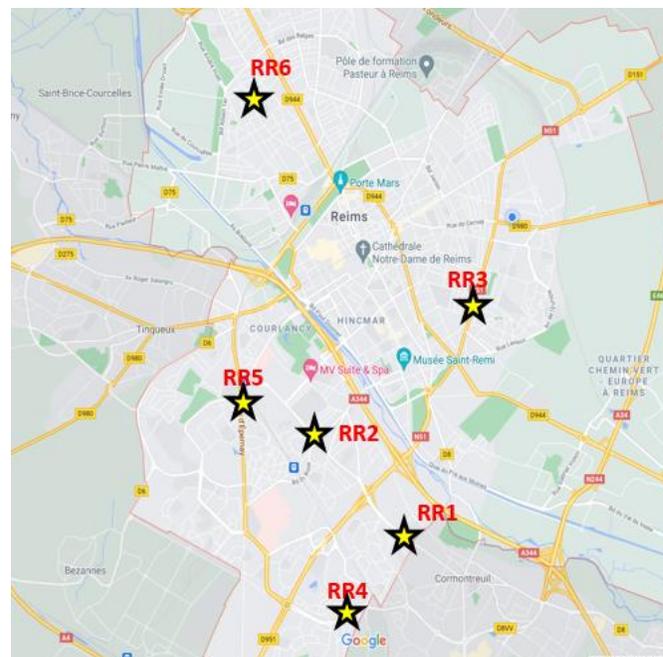
Des tubes passifs pour la mesure du NO_2 ont été mis en place sur l'ensemble des sites et un site sur Tinquieux (mairie point T5) a été équipé en complément d'une unité mobile (UM) pour le suivi en continu (dynamique) du NO_2 et des PM_{10} .



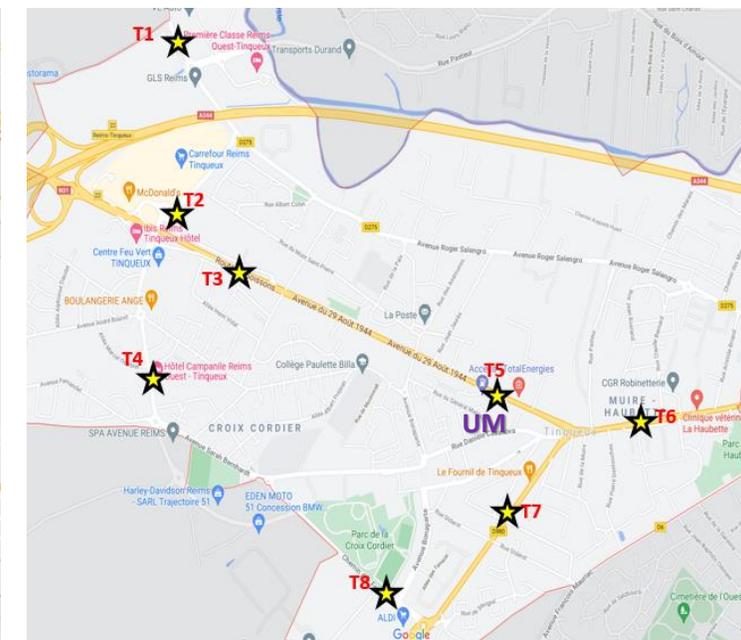
REIMS ZFE



REIMS REPORT



TINQUEUX



Les sites de prélèvement

Tableau 1 : Sites de mesures de la campagne réalisée sur Reims et Tinquieux (2021-2022)

TINQUEUX	SITES
T1	Rte de Champigny (poteau plaque n°53)
T2	Av. Sarah Bernhard (près IBIS, poteau n°55)
T3	10 route de Soissons
T4	42 Av. Sarah Bernhard
T5 (unité mobile)	55 Avenue du 29 Août 1944 MAIRIE DE TINQUEUX
T6	40 Av. Paul Vaillant-Couturier (poteau numéro 22)
T7	Avenue Gabriel Péri (poteau numéro 34)
T8	Point n°8 : Chemin des femmes (poteau numéro 21)
REIMS ZFE	SITES
R31	Rue de l'étape panneaux interdiction de stationner
R9	Boulevard St Marceaux
R11	Rue Gambetta
R12	Rue de Talleyrand
R13	Intersection rue de Venise et Abbé de l'Épée
R15	Voie Verte le long de la TUR
R16	Station fixe ATMO GE Reims Doumer
REIMS REPORT	SITES
RR1	Rue de Louvois
RR2	Boulevard Louis Barthou
RR3	Intersection Avenue Georges Clémenceau et Boulevard Pommery
RR4	Avenue Georges Pompidou
RR5	Avenue d'Épernay
RR6	Rue Saint-Thierry



Méthode de mesures utilisées dans le cadre de l'étude



Tableau 2 : Mesures par tubes passifs et unité mobile

Moyen de mesure	Descriptif									
<p>Tube passif NO₂</p>  	<p>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.</p> <table border="1" data-bbox="1082 578 2305 721"> <thead> <tr> <th>Polluants</th> <th>Méthode analytique</th> <th>Norme</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxyde d'azote (NO₂)</td> <td>Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann</td> <td>NF EN 16 339</td> </tr> </tbody> </table>	Polluants	Méthode analytique	Norme	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann	NF EN 16 339			
Polluants	Méthode analytique	Norme								
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann	NF EN 16 339								
<p>Moyen mobile (mesures automatiques)</p> 	<p>Des contrôles qualité sont effectués tout au long de l'étude avec la réalisation de blancs et triplicat (un site équipé de trois tubes passifs) permettant de s'assurer de la répétabilité des mesures.</p> <p>Les analyseurs présents dans le moyen mobile permettent de réaliser un suivi en continu, 24h/24 et 7j/7, de différents polluants réglementés avec une qualité de données identiques à celles exigées pour les mesures fixes dans la Directive 2008/50/CE, en termes d'incertitudes sur les mesures (15% pour le NO₂, 25% pour les PM₁₀ ...). Les données des mesures sont acquises sur un pas de temps de quinze minutes et sont ensuite validées et expertisées d'un point de vue technique et environnemental. Les appareils sont étalonnés et contrôlés périodiquement par l'intermédiaire d'étalons de référence raccordés au dispositif national d'étalonnage.</p> <table border="1" data-bbox="802 1156 2458 1392"> <thead> <tr> <th>Polluants</th> <th>Méthode analytique</th> <th>Norme</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxyde d'azote (NO₂)</td> <td>Chimiluminescence</td> <td>NF EN 14 211</td> </tr> <tr> <td>Particules fines (PM10)</td> <td>Microbalance oscillante avec module FDMS</td> <td>Air ambiant : Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10; PM2,5) - NF EN 16 450 29 Avril 2017</td> </tr> </tbody> </table>	Polluants	Méthode analytique	Norme	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Chimiluminescence	NF EN 14 211	Particules fines (PM10)	Microbalance oscillante avec module FDMS	Air ambiant : Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10; PM2,5) - NF EN 16 450 29 Avril 2017
Polluants	Méthode analytique	Norme								
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Chimiluminescence	NF EN 14 211								
Particules fines (PM10)	Microbalance oscillante avec module FDMS	Air ambiant : Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10; PM2,5) - NF EN 16 450 29 Avril 2017								

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	<p>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.</p>
Précipitations	<p>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.</p>
Direction et vitesse du vent	<p>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.</p>

Dans le cadre de cette étude, les mesures des paramètres météorologiques proviennent de la station Météo France de Prunay et de la station fixe d'ATMO Grand Est Jean d'Aulan.

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, les périodes de mesures ci-contre ont été planifiées au cours de l'année 2021 et 2022.

Pour Reims ZFE, le suivi est plus conséquent puisque deux campagnes ont eu lieu au cours de la période pédagogique avant la mise en place des contrôles du 1^{er} janvier 2022 : en 2021 (au mois de septembre et au mois de novembre) et 6 se déroulent en 2022 (4 pour Reims Report et Tinguieux).

Tableau 4 : Périodes de mesures en 2021 et 2022

Campagne	Périodes de prélèvements	Nombre de jours
C1-Reims ZFE	15/9 au 29/9/2021	14
C2-Reims ZFE	18/11 au 2/12/2021	14
C3- Reims ZFE-Report-Tinguieux	18/2-4/3/2022	14
C4-Reims ZFE	23/3-6/4/2022	14
C5- Reims ZFE-Report-Tinguieux	11-25/5/2022	14
C6- Reims ZFE-Report-Tinguieux	18/8-1/9/2022	14
C7-Reims ZFE	28/09-12/10/2022	14
C8- Reims ZFE-Report-Tinguieux	9-23/11/2022	14

Les résultats présentés dans ce rapport sont les résultats intermédiaires des campagnes C1-C2-C3. Les comparaisons aux normes seront donc données à titre indicatif. Par ailleurs, ces résultats sont provisoires, dans l'attente d'une validation finale après la réalisation de l'ensemble des campagnes.

L'**annexe 2** présente les seuils réglementaires en NO₂ 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.



Cycle de la pollution de l'air

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Reims

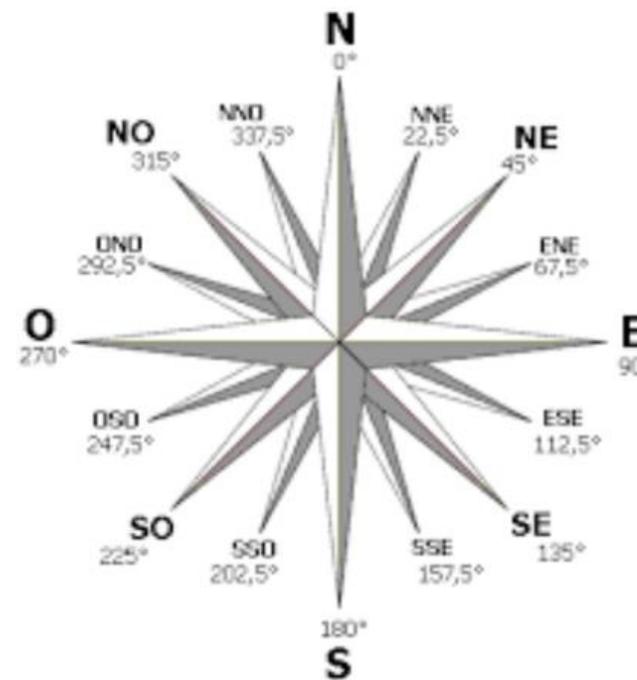
Les graphiques ombrométriques sont élaborés à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières mesurées à la station Météo France de Prunay. Ils permettent de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres lors des campagnes.

Les roses des vents prennent en compte les vitesses de vents par direction et leur fréquence. Les données proviennent de la station du réseau d'ATMO Grand Est Jean D'aulan.

Les périodes de prélèvements ayant déjà eu lieu et surtout celles à venir ont été réparties à raison d'une (ou plusieurs pour REIMS ZFE) par saison pour prendre en compte, notamment, les changements des conditions météorologiques sur une année.



Station de mesure Jean d'Aulan à Reims



Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Reims

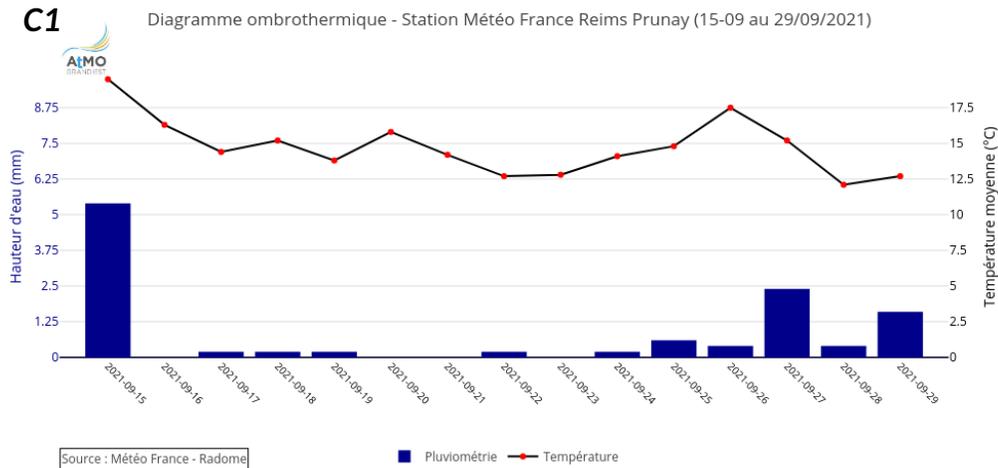
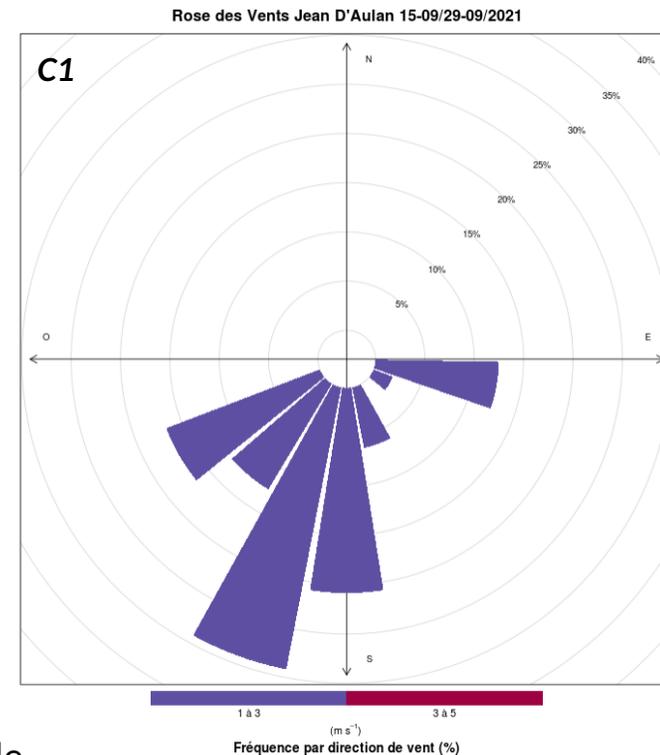


Figure 1 : Diagramme ombrothermique issu de la station Météo France localisée à Prunay et rose des vents (données station Jean d'Aulan) lors de la campagne de mesures C1

La 1^{ère} période de mesures a été réalisée en période estivale (septembre). La température moyenne observée au cours de cette période a été de 14,7°C. Les températures varient entre un maximum de 19,4°C (le 15/09/2021) et un minimum de 12,7°C (le 29/09/2021).

En termes de précipitations, la période de mesures présente un cumul de 11,8 mm avec un temps peu humide la plupart du temps (seulement 2 jours ont des précipitations supérieures à 1 mm). Le maximum est de 5,4 mm le 15/09/2021.



Les vents dominants proviennent en très grande majorité du Sud-Sud-Ouest. Ils sont faibles puisque 100% des vents ont des vitesses situées entre 0 et 3 ms/s.

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Reims

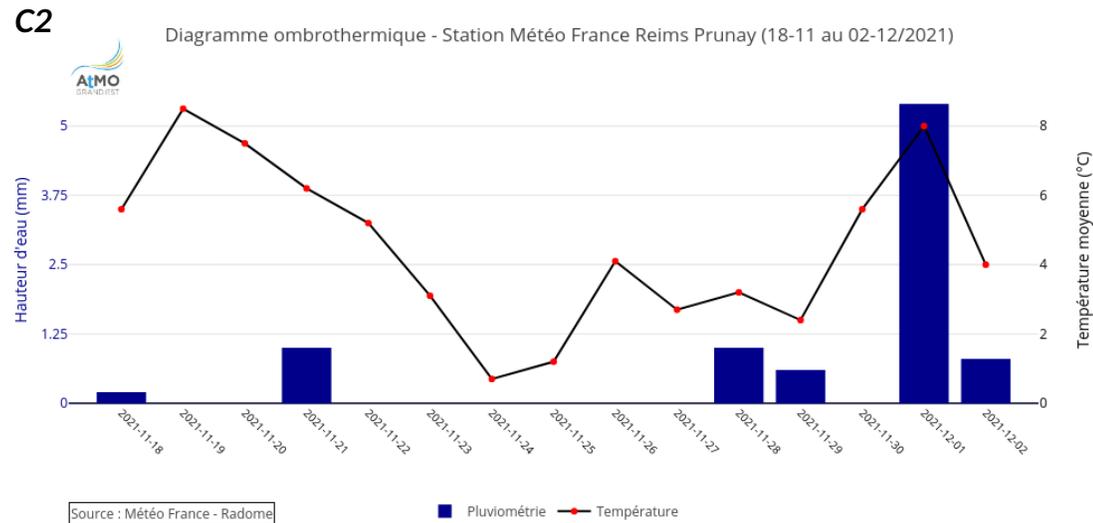
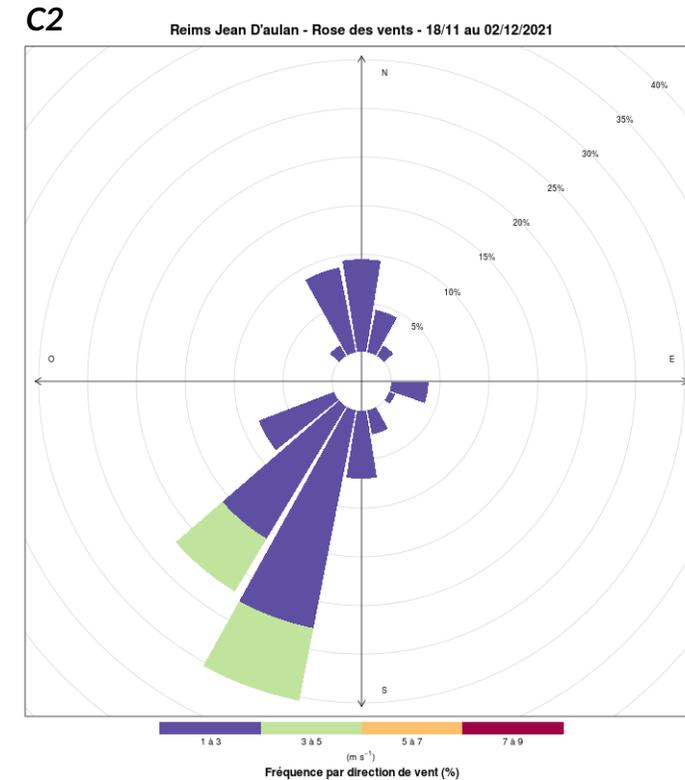


Figure 2 : Diagramme ombrothermique issu de la station Météo France localisée à Prunay et rose des vents (données station Jean d'Aulan) lors de la campagne de mesures C2

La 2^{ème} période de mesures a été réalisée en période automnale (novembre) et présente une moyenne de 4,5°C. Le maximum est de 8,5°C le 19/11/2021 et le minimum de 0,7°C le 24/11/2021. En termes de précipitations, la période de mesures présente un cumul de 9 mm avec 3 jours pour lesquels les précipitations étaient supérieures à 1 mm en cumul. Le 1^{er} décembre, le cumul journalier en précipitation atteignait 5,4 mm.



Les vents dominants (78%) proviennent en très grande majorité du secteur Sud-Ouest. 14% des vents ont des vitesses comprises dans l'intervalle [3-5] m/s. Il s'agit des vents de direction [190-230°] Sud-Sud-Ouest. Le restant, majoritaire, se caractérise par des vitesses inférieures à 3 m/s.

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Reims

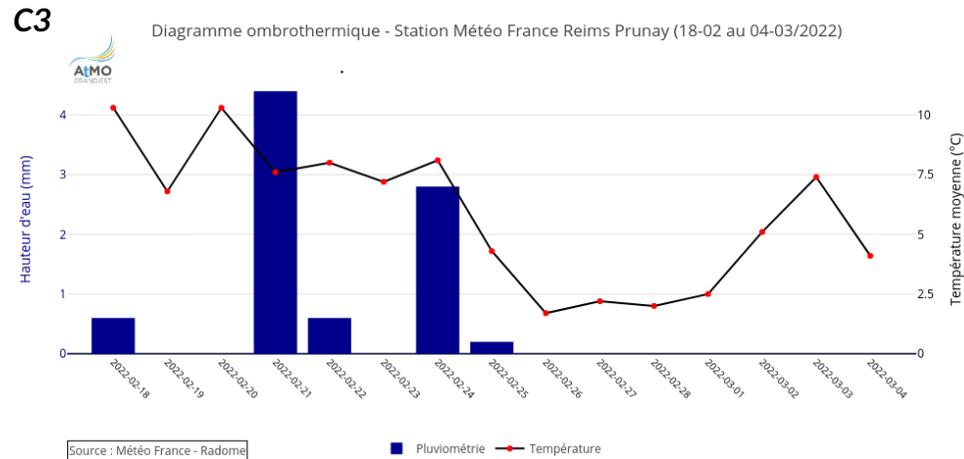
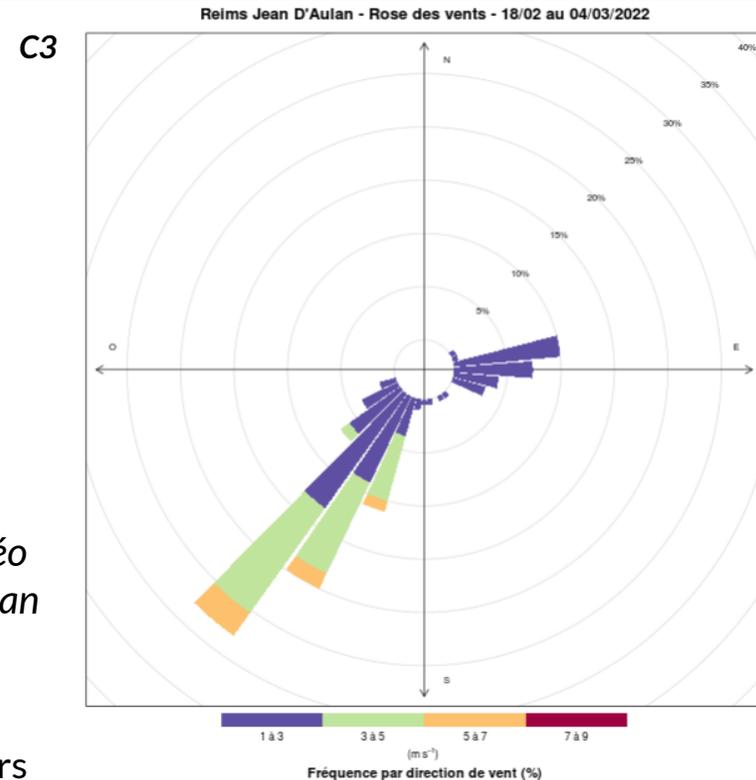


Figure 3 : Diagramme ombrothermique issu de la station Météo France localisée à Prunay et rose des vents (données station Jean d'Aulan) lors de la campagne de mesures C3

La 3^{ème} période de mesures, hivernale, entre février et mars 2022 présente une moyenne de 5,8°C avec un maximum de 10,3°C le 18/02/2022 et un minimum de 1,7°C le 26/02/2022. Le cumul des précipitations s'élève à 8,6 mm avec plus de périodes sèches comparativement aux autres périodes. Il y a eu 2 jours de pluies supérieures à 1 mm (maximum 4,4 mm le 21/02/2022) et 10 jours sans la moindre goutte.



Les vents dominants (72%) proviennent en très grande majorité du secteur Sud-Ouest. 28% des vents de direction [190-230°], Sud-Sud-Ouest, ont des vitesses comprises dans l'intervalle [3-5] m/s. Par rapport à C1 et C2, sur C3 5% des vents de [190-230°] (Sud-Sud-Ouest) présentent des vitesses de 5-7 m/s. 66% des vents ont des vitesses inférieures à 3 m/s.

Paramètres météorologiques mesurés dans le secteur de Reims

Au cours de ces 3 premières campagnes, les conditions météorologiques rencontrées ont globalement permis un léger lessivage des masses d'air. Les épisodes pluvieux ont été peu intenses et faiblement observés.

Les vents dominants proviennent en très grande majorité du secteur Sud-Ouest. Les vents sont faibles lors de la période C1. Ils augmentent légèrement en vitesse en période C2 et sont encore un peu plus forts en période C3. Les conditions de dispersion sont plus favorables en période C3.

Résultats des mesures avec les tubes passifs : zone REIMS ZFE C1-C2-C3

Le graphique suivant présente les résultats obtenus par période C1-C2 (2021)-C3 (2023) pour REIMS ZFE ainsi que les données des campagnes antérieures (si moyennes annuelles exploitables) et les données des stations rémoises du réseau d'ATMO Grand Est.

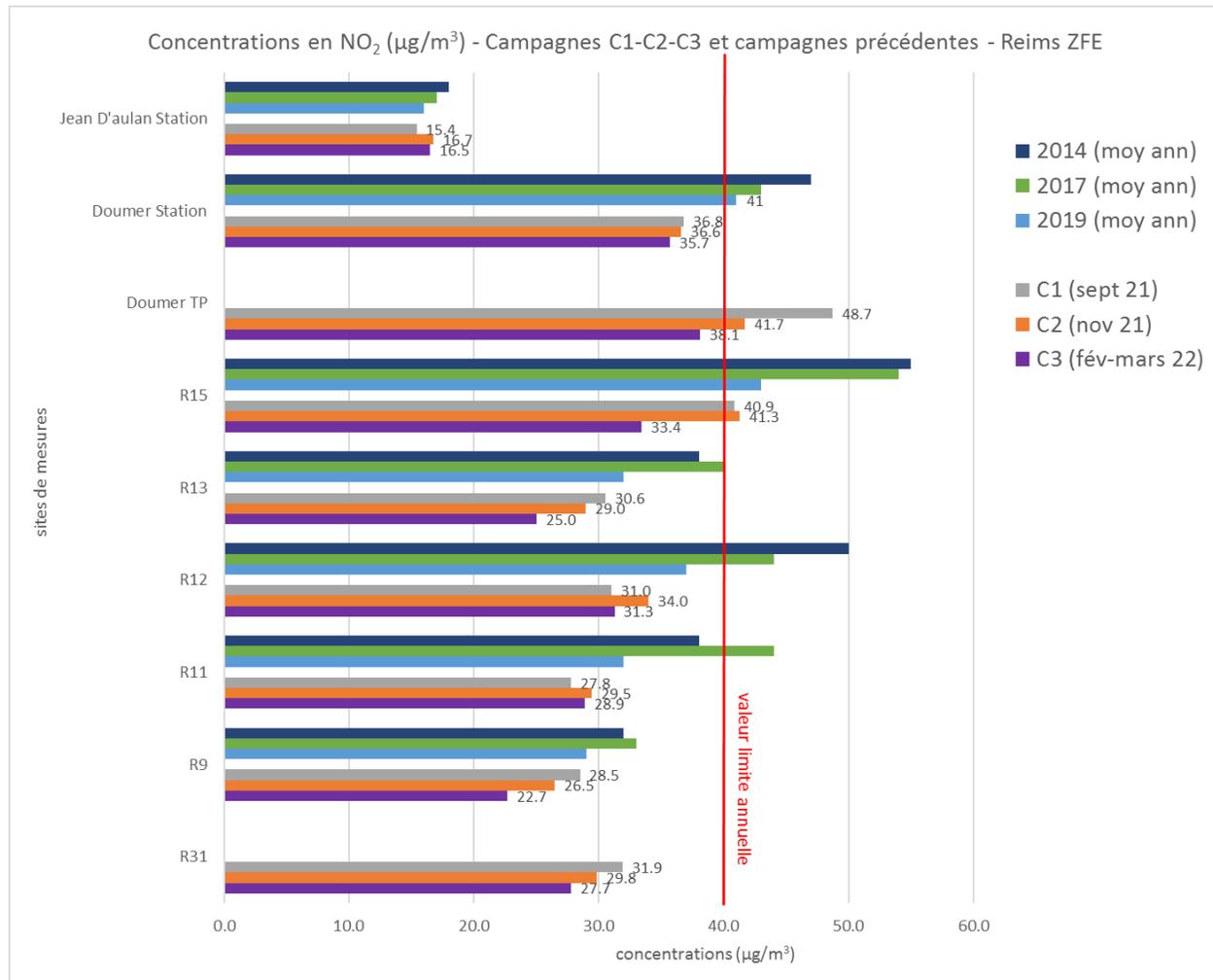


Figure 3 : Valeurs moyennes en dioxyde d'azote (µg/m³) obtenues par campagne de mesures secteur REIMS ZFE.

Pour rappel, C1 et C2 ont eu lieu en phase de ZFE pédagogique. C3 s'est déroulée après démarrage des contrôles de la ZFE au 1^{er} janvier 2022.

De prime abord, on observe des niveaux en baisse sur ces premières campagnes 2021-2022 par rapport aux niveaux moyens annuels antérieurs.

L'ensemble des points de mesures dépassent sur les 3 campagnes les teneurs observées à la station urbaine (influence de fond) Jean d'Aulan. Elles sont en revanche, en dessous des niveaux de la station urbaine d'influence trafic Doumer → Les niveaux se situent entre les deux stations.

Hormis le point R15 pour C1 et C2, l'ensemble des niveaux en NO₂ est inférieur (à titre indicatif car hors moyenne annuelle) au seuil de 40 µg/m³. Les tubes passifs exposés à la station Doumer en C1 et C2 dépassent le seuil de 40 µg/m³.

La campagne C3 (hivernale) présente des teneurs moins élevées (ou parfois très proches) par rapport aux 2 premières campagnes. Les précipitations ont été assez similaires d'une phase à l'autre mais la campagne C3 présentait plus de jours secs. Les conditions de lessivage étaient donc moindres par rapport aux deux autres campagnes. En revanche, les vents étaient un peu plus forts ce qui a pu permettre une meilleure dispersion de la pollution.

La mise en place de la ZFE semble avoir un impact positif en terme de qualité de l'air (teneurs en NO₂).

Résultats des mesures NO₂ avec les tubes passifs – CAMPAGNE C3 commune aux 3 secteurs

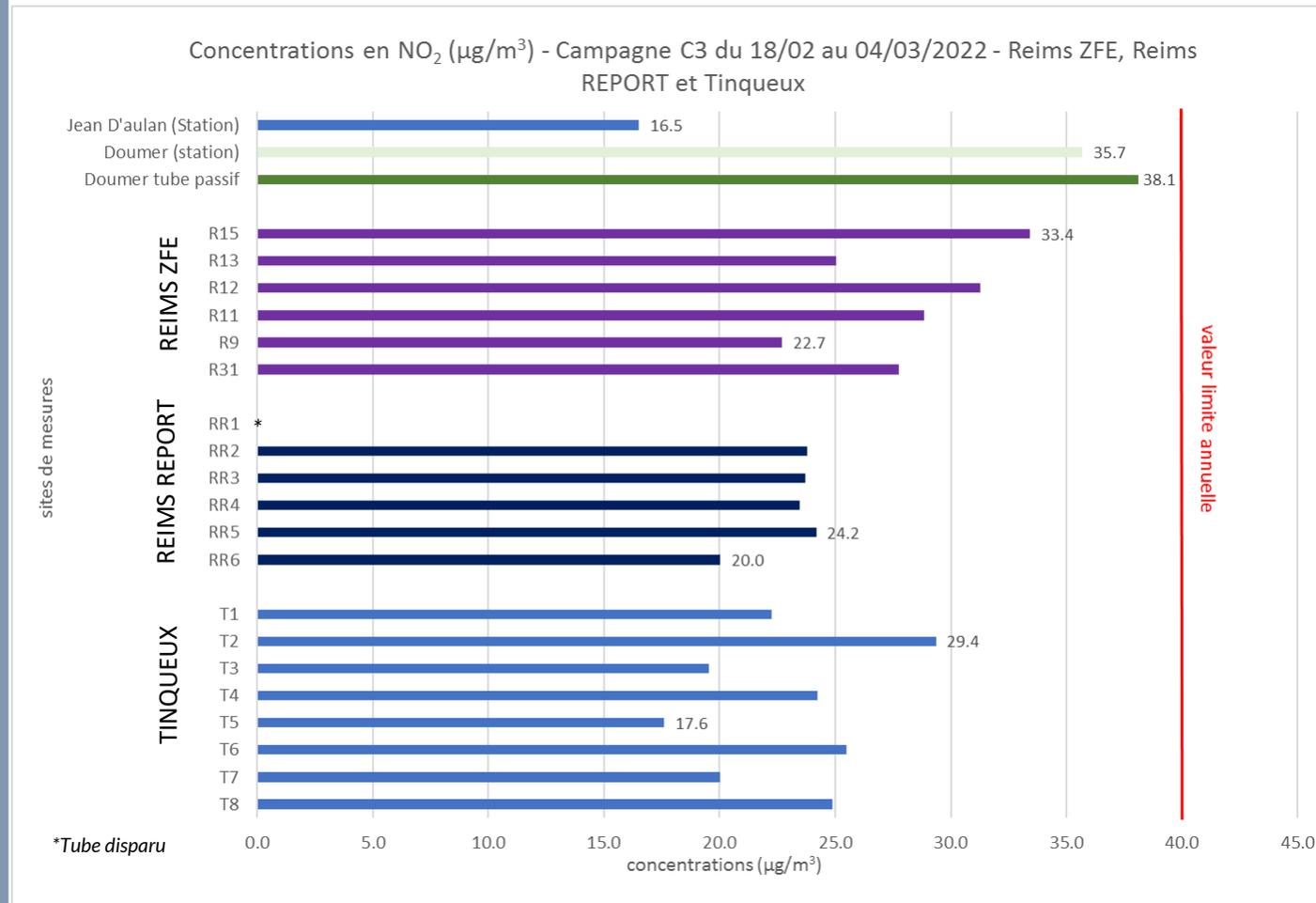


Figure 4 : Valeurs en dioxyde d'azote (µg/m³) sur l'ensemble des sites instrumentés.

Le graphique ci-contre présente les teneurs observées sur les 3 zones au cours de la campagne C3 (campagne commune réalisée simultanément après mise en place des contrôles dans la ZFE de Reims.).

L'ensemble des teneurs respectent sur cette phase de mesures C3 le seuil de 40 µg/m³.

Le maximum observé sur les 3 zones de mesures est de 33,4 µg/m³ sur le point R15 (REIMS ZFE - Voie Verte le long de la TUR). Le minimum est de 17,6 µg/m³ sur le point T5 (Tinqueux). Les teneurs se situent globalement entre les niveaux des stations Jean d'Aulan et Doumer.

Les teneurs sont assez similaires sur la zone de Reims Report. Les variations sont faibles : maximum 24,2 µg/m³ (RR5) et minimum 20 µg/m³ (RR6). Les autres zones présentent plus d'amplitude. Les teneurs sur Reims ZFE varient entre 33,4 µg/m³ (R15) et 22,7 µg/m³ (R9). Sur Tinqueux, le maximum est de 29,4 µg/m³ (T2) et le minimum de 17,6 µg/m³ sur T5.

Résultats des mesures sur Tinquieux avec l'unité mobile – CAMPAGNE C3

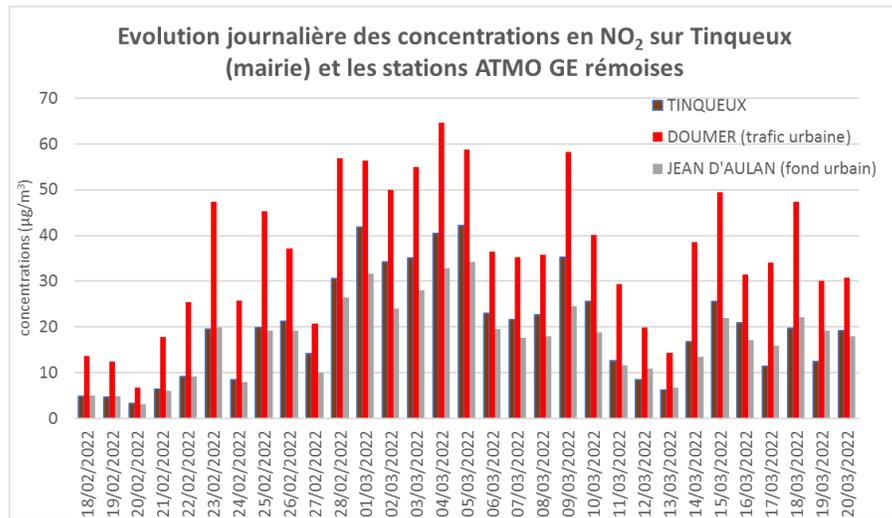
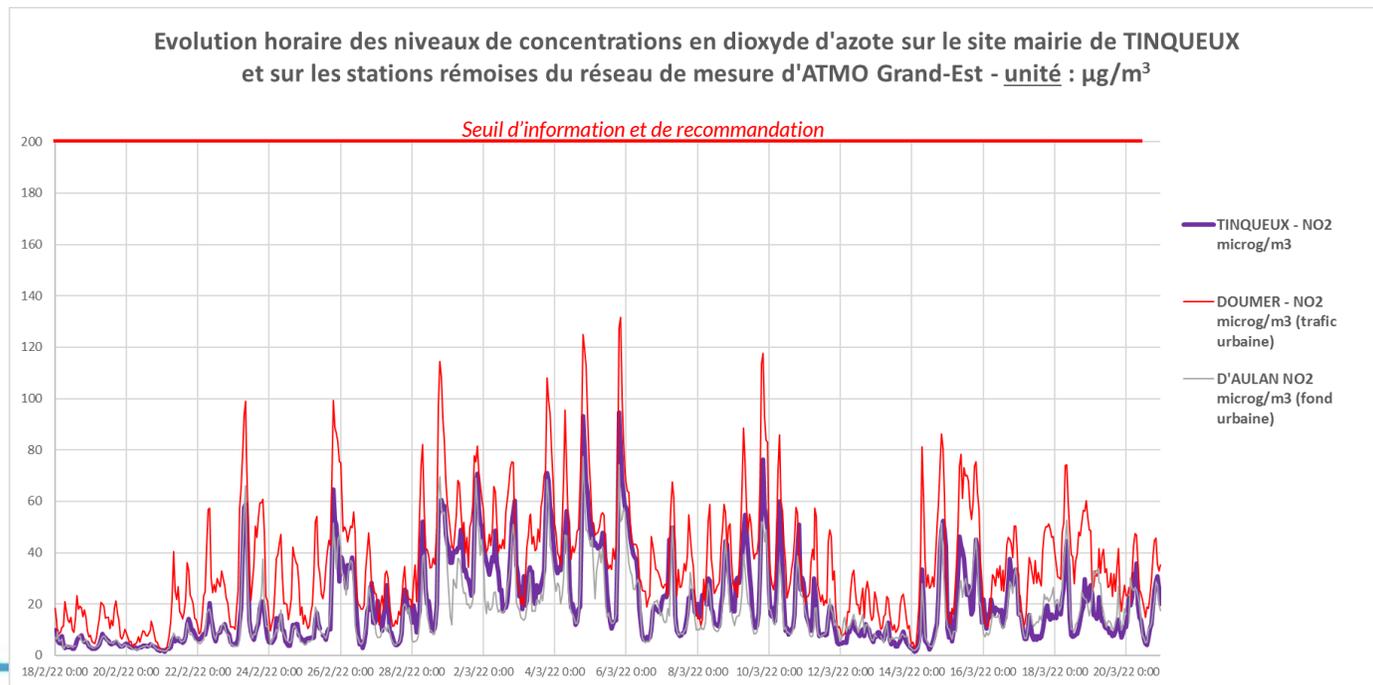


Figure 5 : moyennes journalières - dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Tinquieux



Les dynamiques sur Tinquieux sont similaires aux stations du réseaux d'ATMO Grand Est. Les pics sont observés le matin et le soir ce qui correspond au trafic routier pendulaire. Les stations du réseau présentent des pics aux mêmes moments, avec des teneurs toujours plus élevées sur Doumer (trafic) et moindres sur d'Aulan (fond).

Figure 6 : évolutions horaires - dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Tinquieux

L'unité mobile a fonctionné plus longtemps que les suivis par tubes passifs. Les teneurs en NO₂ en moyennes journalières se situent entre les stations de Reims de typologie urbaine d'influence de fond (Jean D'Alan) et d'influence trafic (Doumer).

La période du lundi 28/02 au samedi 05/03 présente des concentrations plus élevées que les autres jours. Les conditions atmosphériques stables et hivernales de ces jours, avec des inversions de températures nocturnes bien marquées et qui perdurent jusqu'en fin de matinée, favorisent l'accumulation progressive de la pollution dans l'atmosphère.

Les niveaux varient entre $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20/02) et $42,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (05/03).

Les variations horaires sont visualisées ci-dessous.

Résultats des mesures sur Tinquex avec l'unité mobile – CAMPAGNE C3

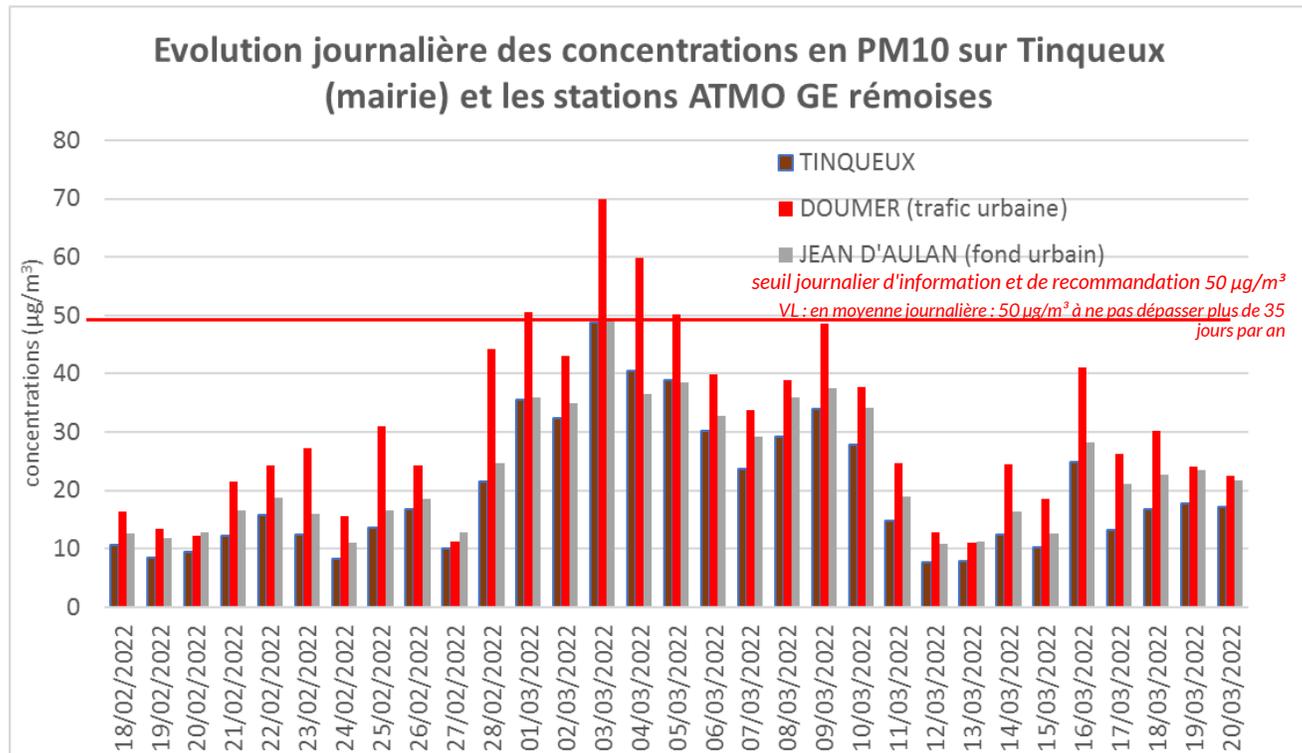


Figure 7 : moyennes journalières – PM10 (µg/m³) Tinquex

En moyennes journalières sur le mois, le site ne présente pas de dépassement du seuil d'information et de recommandation fixé à 50 µg/m³. Seul un jour (le 03/03) en est proche (48,7 µg/m³). Ce même jour, les teneurs en PM10 sont similaires sur le site urbain de fond (Jean d'Aulan – 49,3 µg/m³). Une pollution de fond caractérise ce jour au cours duquel les procédures d'information et de recommandation ont été déclenchées sur le département voisin (Ardennes).

A noter que les particules sont davantage émises par le secteur résidentiel tertiaire (chauffage). *En région Grand Est en 2019 : Deux principaux secteurs se partagent les émissions de PM10 : l'agriculture (45%) et le secteur résidentiel (31%). L'industrie représente 13% des émissions, et le transport routier 8% (source ATMO Grand Est Invent'Air V2021).*

Les teneurs mesurées sur Tinquex se situent globalement en dessous ou très proches des niveaux de fond urbains. Pour le NO₂, les valeurs sont entre des niveaux de fond et trafic.

Synthèse



Les campagnes C1 et C2 ont concerné uniquement Reims (secteur ZFE) et ont eu lieu en phase pédagogique avant la mise en place des contrôles de la ZFE. Les teneurs en NO_2 observées au cours de la campagne C3 (après mise en service de la ZFE) sont moins élevées que C1-C2 ce qui, en dehors de l'impact éventuel des conditions météorologiques, semblent montrer un impact positif en terme d'amélioration de la qualité de l'air.

En C3 (période commune aux 3 zones), les secteurs de Reims report et Tinquieux présentent des teneurs globalement moins élevées comparativement aux points situés dans la zone ZFE (en l'absence d'état initial sur ces deux zones il n'est pas possible de conclure sur une augmentation ou une diminution de la pollution en lien avec la ZFE).

En période C3, les teneurs s'échelonnent de $17,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (point 5 Tinquieux) à $33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (point R15 Reims ZFE).

La valeur limite annuelle de protection de la santé en NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an) est respectée sur l'ensemble des phases à titre indicatif (hors moyenne annuelle).

Tous les sites dépassent à titre indicatif la valeur (non réglementaire) correspondant à la ligne directrice de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an).

Les teneurs en NO_2 se situent, sur l'ensemble des périodes, entre les deux stations rémoises urbaines Jean d'Aulan (influence de fond) et Doumer (influence trafic).

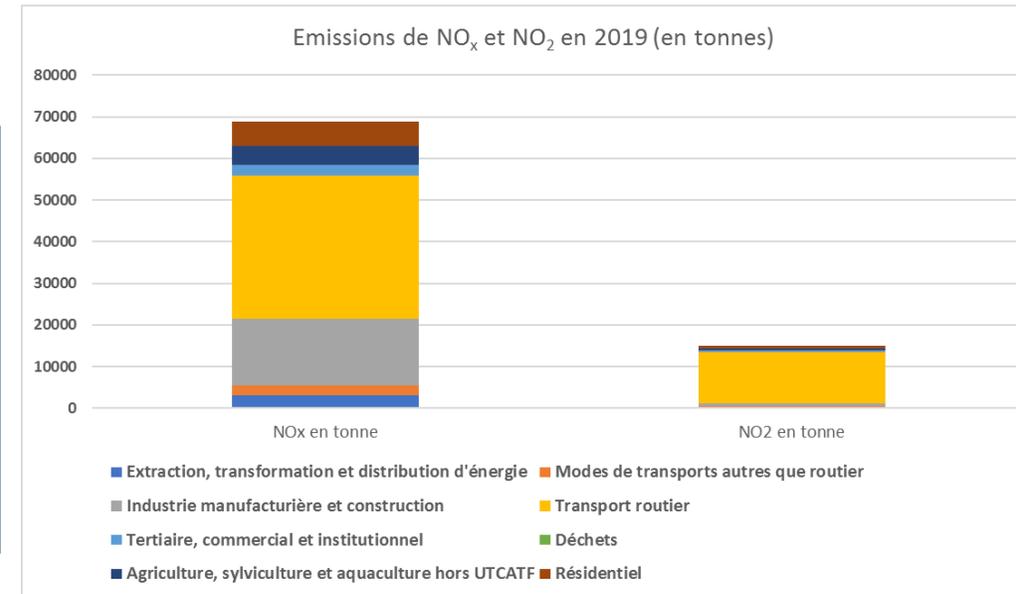
La poursuite des séries de mesures sur les 3 zones permettra d'obtenir des moyennes annuelles comparables aux seuils réglementaires en vigueur et de dresser une évolution des niveaux au cours d'une année.

Annexe 1 : Caractérisation, origine et effets des polluants

Dioxyde d'azote NO₂

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

En région Grand Est : Les principales sources d'émission d'oxydes d'azote en 2019 dans l'air ambiant (source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2021) sont les transports routiers (50% de NO_x, 81,6% de NO₂), l'industrie (23% de NO_x et 5% de NO₂) et le secteur Résidentiel (8,6% de NO_x et 4,7% de NO₂). Les secteurs de l'agriculture et de l'énergie représentent moins de 7% chacun.



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

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

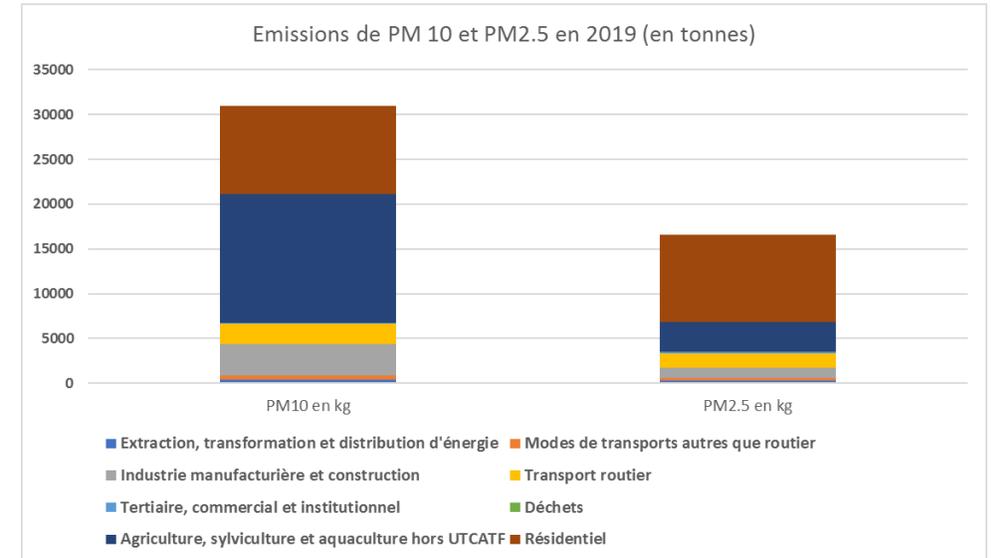
Annexe 1 : Caractérisation, origine et effets des polluants

Particules

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

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

En région Grand Est : Deux principaux secteurs se partagent les émissions de **PM10** et **PM2.5** en 2019 (source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2021) : l'agriculture (46%-20%) et le secteur résidentiel (32%-58.5%). L'industrie représente 11% et 7% des émissions, et le transport routier 7,4% et 9,8%.



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

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

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

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

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

Annexe 2 : 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 NO₂).

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/m ³ En moyenne horaire : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	40 µg/m ³	/	En moyenne horaire : 200 µg/m ³	En moyenne horaire : • 400 µg/m ³ dépassé sur 3 heures consécutives • 200 µg/m ³ 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/m ³ (protection de la végétation)
Particules de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ En moyenne journalière : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	30 µg/m ³	/	En moyenne journalière : 50 µg/m ³	En moyenne journalière : 80 µg/m ³	/

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 NO₂ – Synthèse de l'évaluation des risques – mise à jour 2021 (en µg/m³)

Polluants (µg/m ³)	Durée d'exposition								
	10 mn	15 mn	30 mn	1h	8h	24h	1 semaine	Pic saisonnier	1 an
Dioxyde d'azote (NO ₂)				200		25			10
Particules de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)						45			15
Particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)						15			5



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