



Mesures du dioxyde d'azote (NO₂) par tubes à diffusion sur l'agglomération orléanaise dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)

Année 2024

Août 2025

AVERTISSEMENT

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant caractérisé par des conditions climatiques propres.

Ce rapport d'études est la propriété de Lig'Air. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Lig'Air.

Lig'Air ne saurait être tenue pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIÈRES.....	3
I. Introduction.....	4
II. Le dioxyde d'azote (NO ₂)	4
A. Définition	4
B. Réglementation dans l'air ambiant	4
C. Les émissions du territoire	5
III. Dispositif d'évaluation.....	6
A. Méthode de mesure	6
B. Stratégie de surveillance	6
a) Sites de mesures	6
b) Dates de campagne	7
IV. Résultats	8
A. Qualité des mesures	8
a) Blancs de lots et de terrains	8
b) Répétabilité des tubes passifs	8
c) Comparaison aux stations fixes	9
B. Conditions météorologiques	10
C. Résultats	12
V. Conclusion.....	16
VI. Annexes	17
A. Fiche action OBS ₃	17
B. Sites de prélèvements	19
C. Données météorologiques par semaine	24

I. Introduction

Dans un contexte national et européen de renforcement des politiques de lutte contre la pollution de l'air, les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) constituent un outil réglementaire essentiel pour améliorer la qualité de l'air dans les zones les plus exposées. Le PPA d'Orléans Métropole s'inscrit dans cette dynamique, avec pour objectif principal de réduire l'exposition des populations aux polluants atmosphériques, notamment le dioxyde d'azote (NO₂), reconnu pour ses effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement.

Le PPA de l'agglomération orléanaise 2019-2030, vise à améliorer la qualité de l'air via la mise en place d'actions sur les principaux secteurs contributeurs. Ainsi la fiche action OBS3 (annexe A) du PPA III¹ vise à renforcer le suivi et l'analyse des concentrations de NO₂ sur le territoire de la métropole orléanaise. Cette action a pour objectif d'évaluer par des campagnes de mesures, les niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) à proximité du trafic routier en début de PPA, au milieu et à la fin du PPA (2027).

Le présent rapport rend compte de l'étude menée en 2024 dans le cadre de cette action et qui correspond à la première campagne de mesure réalisée pour cette fiche action du PPA III.

II. Le dioxyde d'azote (NO₂)

A. Définition

Le dioxyde d'azote (NO₂) est émis lors des phénomènes de combustion, principalement par combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un polluant atmosphérique réglementé présentant des effets néfastes sur la santé et l'environnement s'il est présent en concentrations élevées dans l'air ambiant. En effet, les substances résultant des transformations chimiques du dioxyde d'azote sont impliquées à la fois dans l'acidification et l'eutrophisation des milieux et dans la dégradation de la qualité de l'air. Le dioxyde d'azote émis dans l'air peut réagir sous l'effet du rayonnement UV du soleil avec les composés organiques volatils afin de produire une émission secondaire d'ozone, dangereuse pour la santé. Le dioxyde d'azote est principalement émis par le transport routier.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un gaz irritant pour les bronches. Il provoque des troubles respiratoires, des affections chroniques et des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang, en se liant à l'hémoglobine. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

B. Réglementation dans l'air ambiant

La directive européenne 2008/50/CE réglemente les niveaux maximaux pour le dioxyde d'azote en air ambiant. En France, ces directives européennes sont transposées sous forme de décret. Le tableau suivant présente les valeurs réglementaires européennes et françaises ainsi que les recommandations de l'OMS.

A titre indicatif, les valeurs réglementaires de la nouvelle directive européenne (2024/2881 adoptée en octobre 2024), applicables en 2030, sont également indiquées dans le tableau 1.

¹ Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération orléanaise Horizon 2030 – Version approuvée : https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/annexe_1_rapport_ppa_orleans_version_approuvee.pdf

Dioxyde d'azote NO ₂		
Valeurs limites	<u>En moyenne annuelle</u> 40 µg/m ³ <u>En moyenne horaire</u> 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 h/an	Nouvelle directive (pour 2030) : <u>En moyenne annuelle</u> 20 µg/m ³ <u>En moyenne journalière</u> 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an <u>En moyenne horaire</u> 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 h/an
Seuil d'information et de recommandations	<u>En moyenne horaire :</u> 200 µg/m ³	Nouvelle directive (pour 2030) : <u>En moyenne horaire :</u> 150 µg/m ³
Seuil d'alerte	<u>En moyenne horaire :</u> 400 µg/m ³ dépassé pendant 3 h consécutives 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	Nouvelle directive (pour 2030) : <u>En moyenne horaire :</u> 200 µg/m ³ dépassé pendant 3 h consécutives
Valeur guide OMS	<u>En moyenne annuelle</u> 10 µg/m ³ <u>En moyenne journalière</u> 25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 j/an	

Tableau 1 : Valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote en France

C. Les émissions du territoire

En 2022, sur Orléans Métropole, les émissions d'oxydes d'azote NO_x dans l'air ambiant sont de 1 688 tonnes/an.

Le secteur du transport routier est responsable à 51% de ces émissions (figure 1).

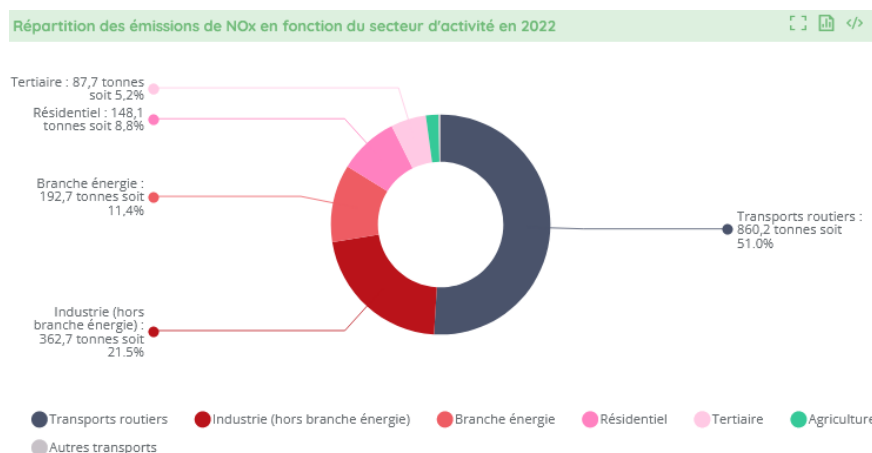


Figure 1 : répartition des émissions de NO_x par secteur d'activités en 2022 sur Orléans Métropole (Source : <https://odace.ligair.fr/entree-territoriale/polluants-effet-sanitaire>)

Les émissions d'oxydes d'azote sont en baisse continue depuis plus de 10 ans notamment grâce aux évolutions technologiques apportées aux véhicules thermiques (ex : pots catalytiques). Ainsi les émissions de NO_x sur Orléans Métropole ont diminué de 53% en 2022 par rapport à celles de 2008 (figure 2).

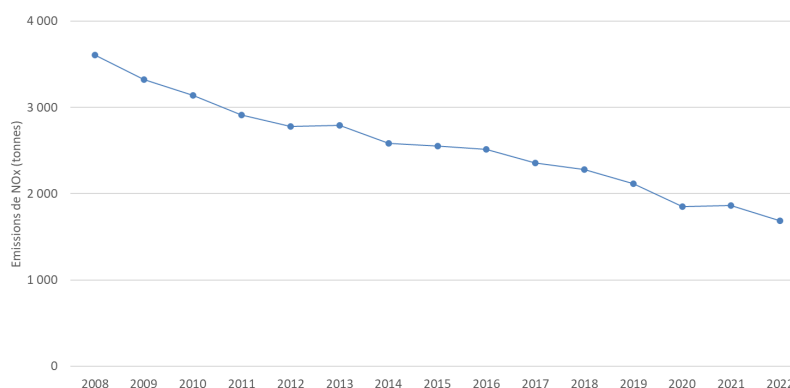


Figure 2 : évolution temporelle des émissions de NO_x sur Orléans Métropole.

III. Dispositif d'évaluation

A. Méthode de mesure

Le dioxyde d'azote a été mesuré, dans le cadre de cette étude, au moyen de tubes à diffusion passive respectant la norme NF EN 16339 (Méthode de détermination de la concentration en dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion) (figure 3). L'échantillonnage passif est une technique de mesure courante dans la surveillance de la qualité de l'air afin d'obtenir une estimation objective de ce polluant, en des points temporaires (non équipés de matériels automatiques permanents).



Figure 3 : tube passif Passam

La mesure de NO_2 par échantillonnage passif est basée sur le piégeage de ce polluant sur un adsorbant chimique (réactif). Les échantillonneurs utilisés sont constitués d'un cylindre en plastique contenant le réactif et dans lequel l'air ambiant circule par diffusion moléculaire passive (sans l'utilisation de pompe). Le tube est équipé d'une membrane en verre fritté pour limiter les turbulences d'air et améliorer la qualité de la mesure.

Les échantillonneurs passifs sont bien adaptés à la réalisation de ces campagnes de mesures, puisqu'ils ne nécessitent pas de source d'énergie et peuvent donc être déployés sur une large zone d'étude (figure 4).



Figure 4 : dispositif de mesure par tube passif sur site

La quantité de dioxyde d'azote absorbée est proportionnelle à sa concentration moyenne dans l'air ambiant durant la période d'exposition. Cette quantité est déterminée en laboratoire par un dosage colorimétrique.

Les échantillonneurs passifs ont été exposés dans l'air ambiant pendant une durée de sept jours, puis analysés par un laboratoire sous-traitant, le LASAIR d'Airparif. Pour l'ensemble des analyses réalisées, le LASAIR précise que les résultats sont fournis avec une incertitude analytique de 12%.

La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage a été calculée à partir de la masse piégée, à un débit d'échantillonnage et une durée d'exposition connus.

B. Stratégie de surveillance

a) Sites de mesures

Conformément à la fiche OBS3 du PPA d'Orléans, le plan d'échantillonnage a été établi sur les axes routiers présentant une circulation automobile importante et pouvant engendrer des concentrations en NO_2 élevées localement. Afin de déterminer ces zones maximales de concentration au NO_2 , Lig'Air a utilisé les cartes issues de sa modélisation fine échelle urbaine de l'année 2022 (figure 5). Ainsi 13 points de prélèvements ont été installés sur Orléans Métropole (cf. figure 5).

Parmi ces points de prélèvements, 2 d'entre eux ont été installés sur les stations du réseau de surveillance de Lig'Air, à savoir : Gambetta (point O7) et La Source-CNRS (point O13). L'objectif est d'évaluer la concordance entre les concentrations mesurées par tubes passifs et celles enregistrées par un analyseur de référence.

A noter, également, que 2 points supplémentaires ont été ajoutés à ce plan d'échantillonnage à partir d'octobre 2024 (les points O14 et O15) afin d'affiner par un transect la dispersion de la pollution au NO₂ autour d'un axe chargé en dioxyde d'azote (O6).

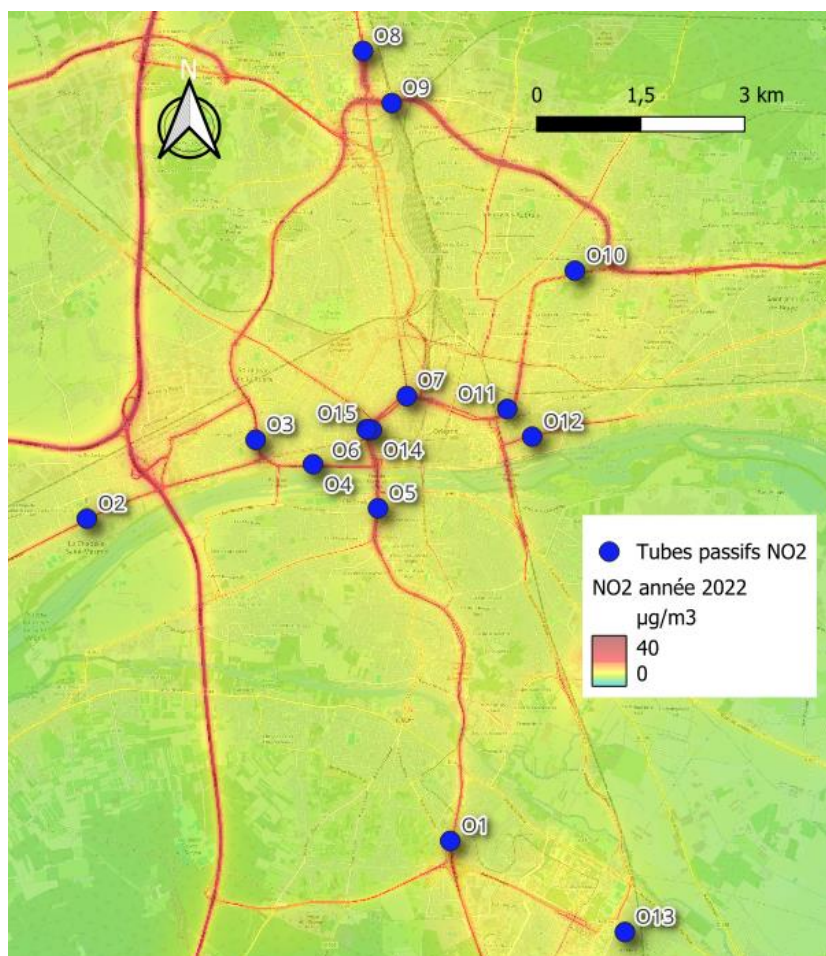


Figure 5 : implantation des points de prélèvement et carte des concentrations en NO₂ modélisée pour l'année 2022.

Le détail de l'emplacement des sites est disponible en annexe B (adresse, photo).

En parallèle de ces mesures par tubes passifs, les résultats des mesures des analyseurs automatiques du réseau de stations fixes de Lig'Air ont également été utilisés.

b) Dates de campagne

Afin d'évaluer au mieux les niveaux moyens en NO₂, en s'affranchissant des conditions météorologiques, tout en limitant le nombre de campagnes, douze séries de prélèvements ont été organisées à raison d'une semaine par mois tout au long de l'année 2024, représentant 23% de l'année.

Ainsi la période minimale d'échantillonnage pour la détermination d'une moyenne annuelle selon la Directive 2008/50/CE, à savoir 14% de l'année civile, est respectée.

Les dates de chacune de ces campagnes sont les suivantes :

Référence	Périodes de mesures
Janv. 24	10 au 17 janvier 2024
Fév. 24	08 au 15 février 2024
Mars 24	14 au 21 mars 2024
Avr. 24	11 au 18 avril 2024
Mai 24	16 au 23 mai 2024
Juin 24	13 au 20 juin 2024
Juil. 24	04 au 11 juillet 2024

Août 24	22 au 29 août 2024
Sept. 24	12 au 19 septembre 2024
Oct. 24	17 au 24 octobre 2024
Nov. 24	14 au 21 novembre 2024
Déc. 24	12 au 19 décembre 2024

IV. Résultats

A. Qualité des mesures

La qualité de la mesure a été contrôlée par l'analyse de blancs de laboratoire, de blancs de terrains, la pose de doublon et la comparaison avec des analyseurs de référence.

a) Blancs de lots et de terrains

Un blanc de lots est un tube prélevé dans le même lot que les tubes utilisés pour cette campagne. Le blanc de lot n'est pas exposé, il est analysé selon la même procédure analytique que les échantillons réels. Il permet de s'assurer de la qualité des matériels utilisés.

Un blanc de terrain est un tube qui a été soumis au même mode opératoire qu'un échantillon réel sans, pour autant, être exposé. Il permet de mettre en évidence d'éventuelle contamination liée au transport, à la préparation ou au stockage.

Lig'Air a réalisé 2 blancs de lots qui se sont avérés inférieurs à la limite de quantification du laboratoire (<27 ng/tube), ainsi qu'un blanc de terrain par semaine de prélèvement, soit 12 blancs de terrain. L'étude des blancs de terrain indique qu'ils sont tous inférieurs à la limite de quantification du laboratoire (<27 ng/tube), ce qui permet de conclure à l'absence de contamination des tubes.

b) Répétabilité des tubes passifs

Au cours de chaque semaine de prélèvement, Lig'Air a installé sur le site O7, deux tubes passifs afin de vérifier la précision de la mesure et répétabilité des tubes.

L'écart relatif mensuel entre le tube et son doublon sur le site O7 sont regroupés sur la figure 6. Les écarts sont faibles, variant de 1 à 9% ce qui respecte les critères fixés dans la guide du LCSQA sur la validation des données mesurées différées².

La moyenne des écarts est de moins de 5 % sur l'ensemble de la campagne de mesures. La répétabilité est jugée satisfaisante.

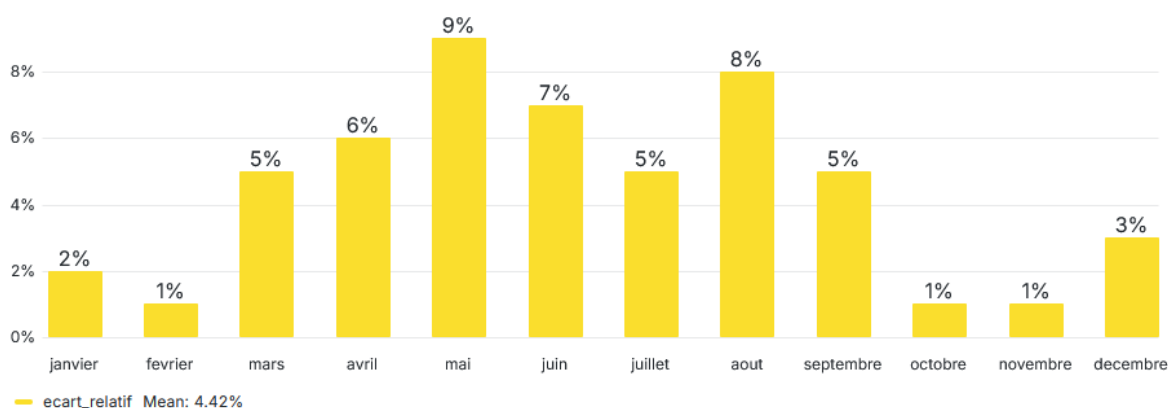


Figure 6 : écart relatif par semaine de prélèvement sur le site O7 entre les tubes doublonnés.

² https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/LCSQA2019_Guide_Validation_donnees_mesures_differees.pdf

c) Comparaison aux stations fixes

Toujours dans l'optique de vérifier la qualité des mesures par tubes passifs, Lig'Air a placé des tubes sur les 2 sites du réseau de surveillance fixe. Ainsi les résultats des tubes O7 et O13 ont pu être comparés aux résultats fournis par les analyseurs de référence qui mesurent en continu la qualité de l'air sur les sites de Gambetta et de La Source-CNRS.

Remarque : pour le site O7 qui était également équipé d'un doublon, la mesure par tube passif retenue pour cette comparaison correspond à la moyenne du tube et de son doublon, conformément au guide du LCSQA sur la validation des données mesurées différées.

Les figures 7 et 8 détaillent les concentrations en NO₂ obtenues par tube et par analyseur respectivement sur le site de La Source-CNRS et de Gambetta.

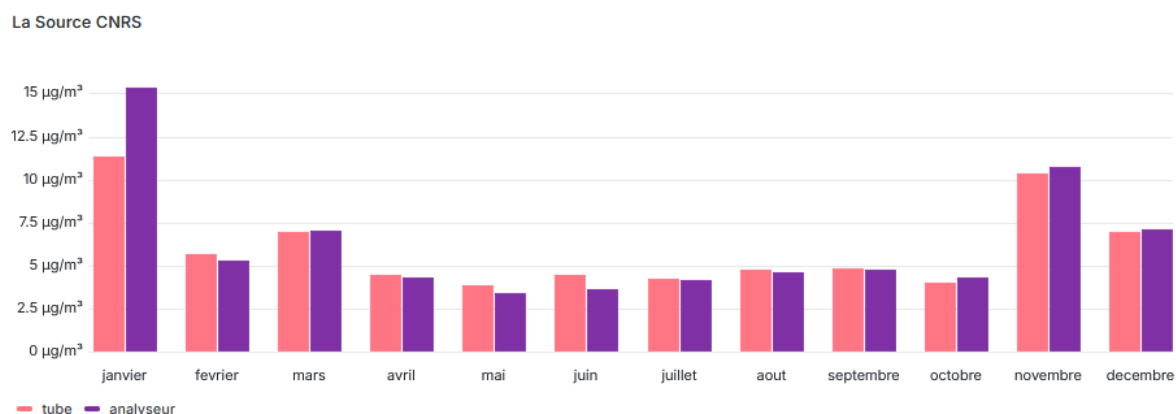


Figure 7 : comparaison des résultats en NO₂ entre tube et analyseur sur le site de La Source-CNRS (O13)

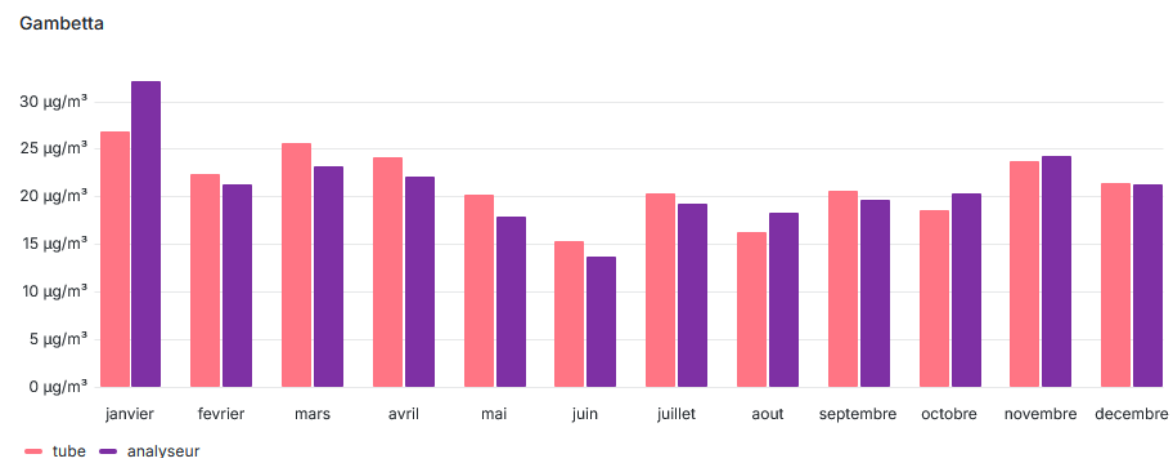


Figure 8 : comparaison des résultats en NO₂ entre tube et analyseur sur le site de Gambetta (O7)

La figure 9 illustre la corrélation entre les mesures de NO₂ réalisées par tube passif et par les analyseurs automatiques. Le coefficient de corrélation R est proche de 1, ce qui indique une bonne corrélation entre ces 2 méthodes de mesures de ce polluant.

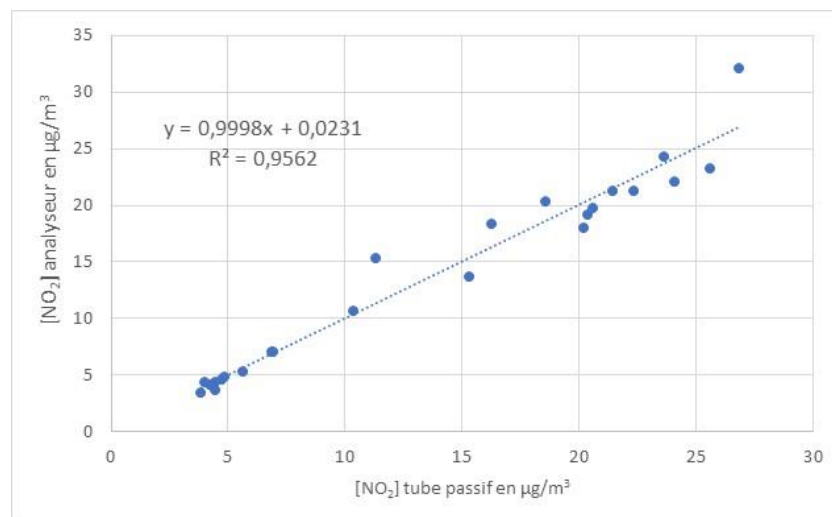


Figure 9 : corrélation entre les mesures par tube passif et par analyseur automatique sur les sites de Gambetta et de La Source-CNRS en NO₂.

B. Conditions météorologiques

Les données météorologiques présentées dans ce rapport sont issues des stations d'observations de Météo-France³.

En 2024, la station météorologique d'Orléans-Bricy a enregistré une température moyenne annuelle d'environ 13,1 °C, avec des extrêmes allant de -6 °C à 36 °C. Les précipitations totales ont atteint 827 mm, réparties sur 123 jours pluvieux soit un excédent d'environ 30%. L'ensoleillement a cumulé près de 1 545 heures soit un déficit d'ensoleillement de plus de 15% par rapport aux normales.

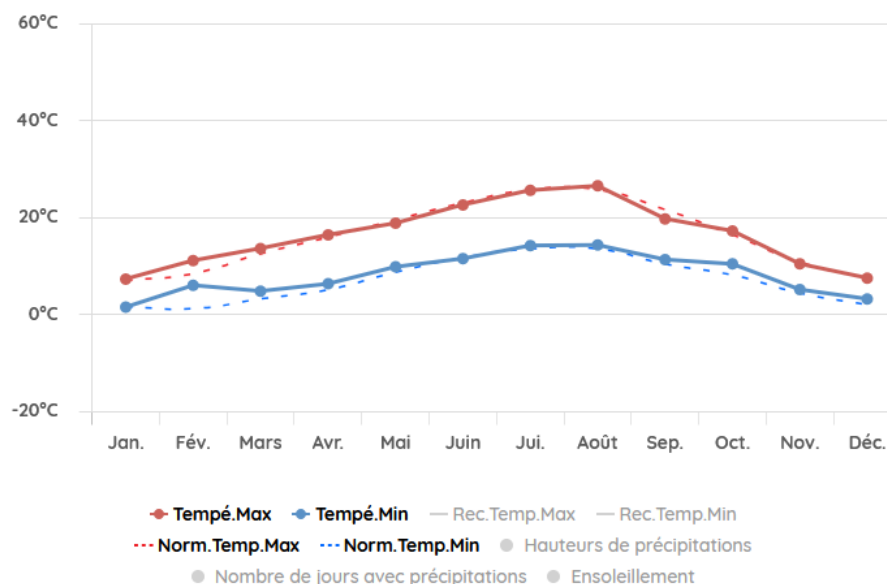


Figure 10 : températures Min et Max sur Orléans en 2024 en comparaison des normales (Source : Météo France, <https://meteofrance.com/climat/relevés/france/centre-val-de-loire/orleans>)

³ https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=129&id_rubrique=29

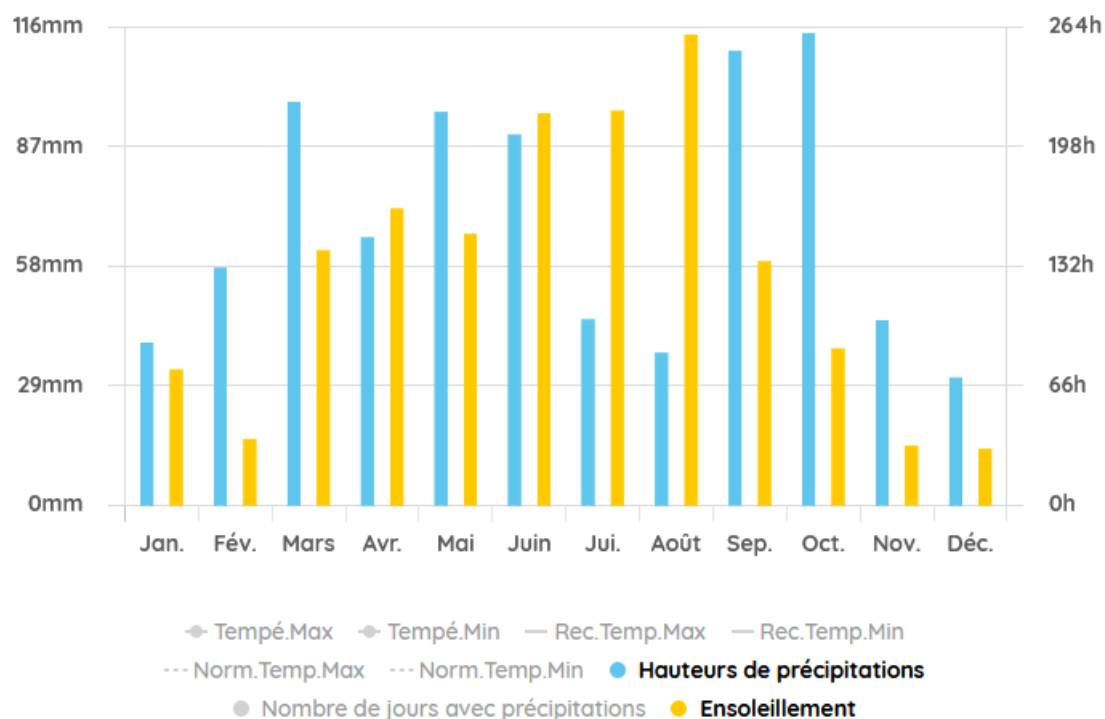


Figure 11 : Précipitations et ensoleillement sur Orléans en 2024 (Source : Météo France, <https://meteofrance.com/climat/relevés/france/centre-val-de-loire/orleans>)

Janvier 2024	Mois très contrasté qui débute et finit avec un temps très doux et perturbé, mais qui connaît également un épisode hivernal.
Février 2024	Mois gris, très doux et bien arrosé.
Mars 2024	Succession régulière de perturbations tout au fil des semaines. Les températures sont douces.
Avril 2024	Une première moitié de mois avec un temps perturbé et doux. Puis la seconde moitié d'avril 2024 se refroidit pour revenir à des températures plus chaudes en fin de mois.
Mai 2024	Mois très arrosé et peu ensoleillé.
Juin 2024	Après un début de mois plutôt frais et sec, le temps change et redevient perturbé. Le sud-est de la région reçoit des pluies abondantes.
Juillet 2024	Mois alternant des journées fraîches et nuageuses avec des périodes plus estivales.
Août 2024	Jusqu'à la mi-août, bien que parfois nuageux, le temps est estival avec des températures de saison et des précipitations rares. Une fois passée la vague de chaleur du 10 au 12, le temps alterne entre passages perturbés et périodes plus ensoleillées
Septembre 2024	Début d'automne bien arrosé.
Octobre 2024	Mois arrosé avec températures assez douces.
Novembre 2024	Mois globalement gris et sec.
Décembre 2024	Mois sec et peu ensoleillé.

L'année 2024 fut une année peu ensoleillée et très humide sur Orléans.

Les conditions météorologiques jouent un rôle déterminant dans la qualité de l'air, car elles influencent à la fois la dispersion, la transformation et l'accumulation des polluants atmosphériques. Par exemple, des vents modérés favorisent la dilution et la dispersion des polluants. Tandis qu'un temps calme et stable peut entraîner leur stagnation, augmentant ainsi les concentrations locales. La température et l'ensoleillement influencent les réactions photochimiques, favorisant notamment la formation d'ozone troposphérique lors des épisodes de forte chaleur. Les précipitations peuvent contribuer à lessiver l'air en entraînant les polluants vers

le sol. Alors que les inversions de température, fréquentes en hiver en situation anticyclonique stable, piègent les polluants dans les basses couches de l'atmosphère, et donc près du sol, où nous respirons.

Le détail des paramètres météorologiques de chaque semaine de prélèvement est regroupé en annexe C.

C. Résultats

Le tableau 2 regroupe les mesures de dioxyde d'azote réalisées au cours de l'année 2024 sur l'ensemble des sites surveillés de la métropole orléanaise. Les données sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations varient de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site O13 en mai 2024) à 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site O6 en janvier 2024). Globalement les concentrations les plus importantes sont enregistrées durant l'hiver. Et à l'inverse les niveaux les plus faibles sont mesurés en été. On retrouve ici le comportement saisonnier classique de ce polluant.

En effet, en hiver, les concentrations en NO_2 sont généralement plus élevées en lien avec les conditions météorologiques moins dispersives favorisant l'accumulation des polluants dans les basses couches de l'atmosphère. L'été, la dispersion verticale est plus importante. Elle permet une dilution du NO_2 plus efficace dans la basse couche de l'atmosphère, améliorant ainsi la qualité de l'air dans les villes.

Concentrations en NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$												
Réf.	janv-24	févr-24	mars-24	avr-24	mai-24	juin-24	juil-24	août-24	sept-24	oct-24	nov-24	déc-24
O1	21,4	14,3	15,4	8,6	11,9	6,9	8,8	9,5	16,1	13,3	15,7	12,8
O2	23,2	18,5	19,8	13,5	10,9	10,5	11,9	12,3	15,4	13,6	18,4	18
O3	28	19,3	18,8	15,9	14,9	7	14,7	14,6	18,8	20,1	17,7	14,1
O4	32,6	20,5	28,5	28,1	21,2	14,5	22,9	19,5	24,4	19	25,9	18,7
O5	23,6	33	30,5	24,4	25,3	20	25,4	23,6	18,7	25,4	24,8	22,1
O6	36,1	27	34,6	25,3	26,4	21,3	23	25,6	27,6	28,1	28,1	25,7
O7	26,9	22,4	25,6	24,1	20,2	15,3	20,4	16,3	20,6	18,6	23,7	21,4
O8	30,6	31,4	27,1	18,3	22,6	17,2	20,1	22,7	30,3	25,6	23,6	23,4
O9	30,7	18,5	26,2	25,8	21,2	13,3	22,7	17,5	24,4	19,1	23,6	17,3
O10	23,8	25,2	26	20,8	19	12,6	20,8	18,2	14,4	16,4	23,4	20
O11	29,1	26	31,2	29	23	20,1	20,3	19,4	21,3	18,1	26,6	22
O12	30,2	31	27,7	21,4	22	16,2	19,7	21,3	22,1	25,1	27,2	23,6
O13	11,3	5,7	7	4,4	3,9	4,5	4,2	4,7	4,8	4	10,4	6,9
O14										15	19,7	19,4
O15										16,1	19,1	15,9

Tableau 2 : concentrations en NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites surveillés de la métropole orléanaise en 2024.

Les moyennes annuelles calculées pour chaque site sont présentées sur la figure 12.

L'ensemble des sites étudiés respectent la valeur limite actuelle fixée à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

En revanche 8 sites, dont le site fixe de Gambetta (O7) dépassent la valeur limite de la nouvelle directive (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) qui sera appliquée en 2030.

D'autre part, 4 sites enregistrent des moyennes annuelles qui dépassent la valeur guide OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle). Seul le site O13, site fixe de La Source-CNRS (6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) respecte cette valeur guide de l'OMS.

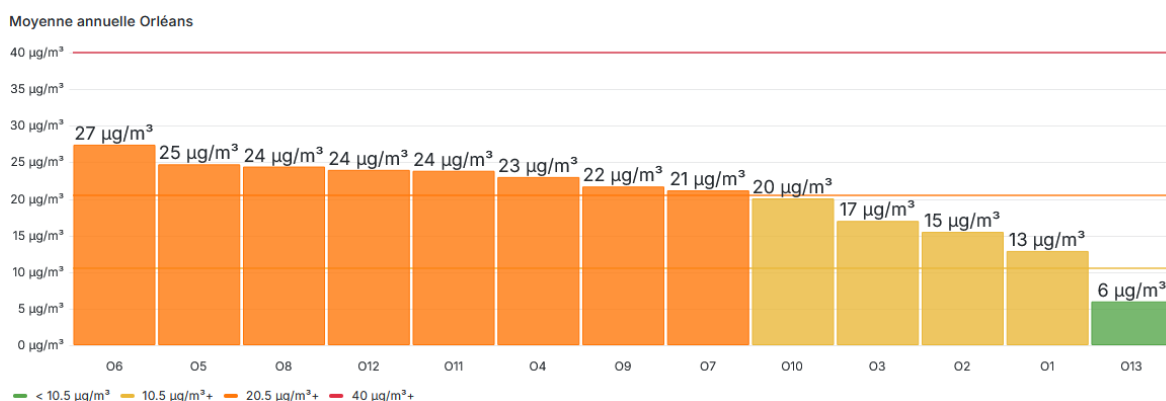


Figure 12 13 : Moyennes annuelles en NO_2 par site en 2024 sur Orléans Métropole

La figure 13 donne une représentation cartographique des moyennes annuelles calculées pour cette campagne de surveillance.

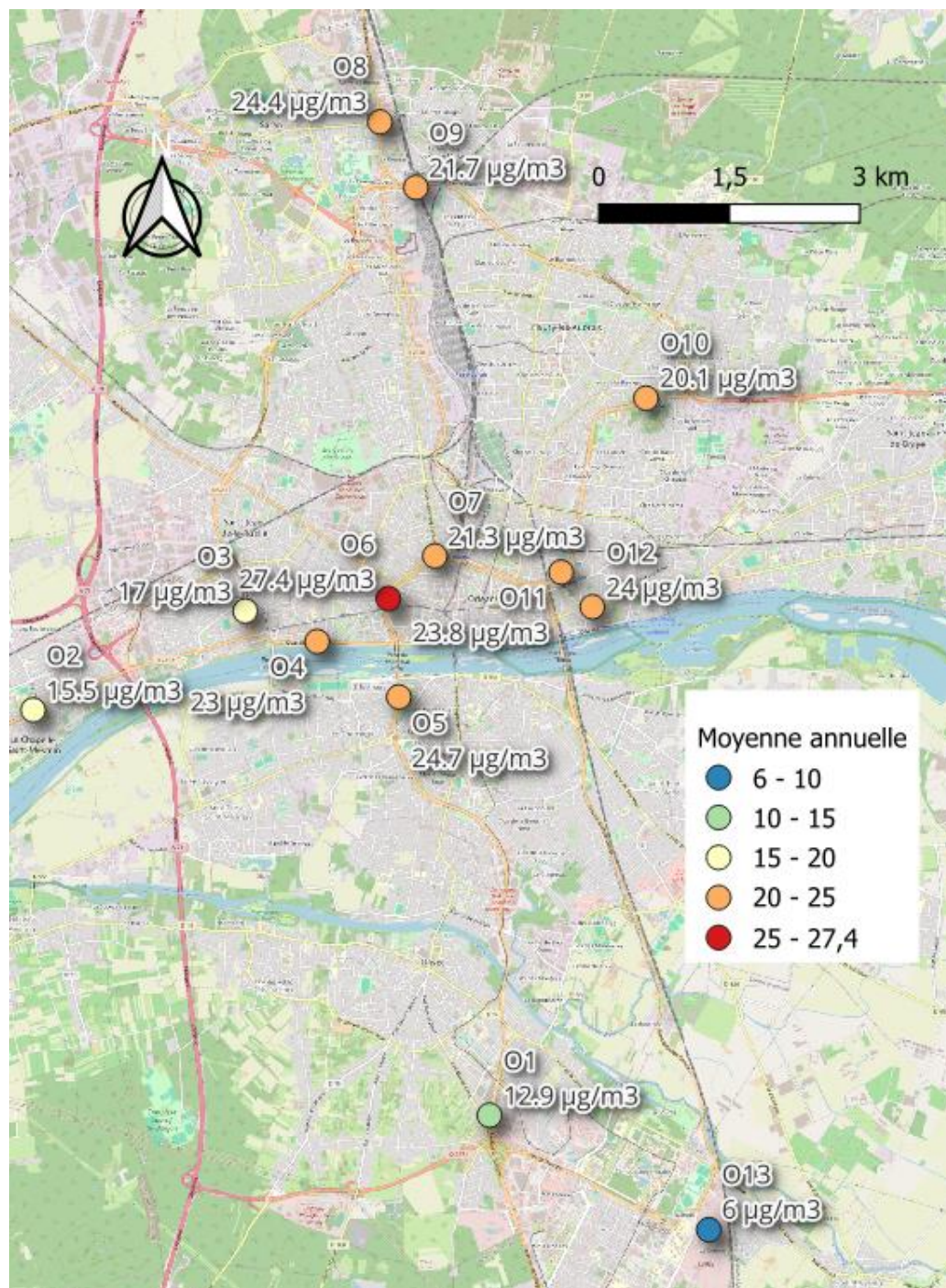


Figure 13 : moyennes annuelles en NO₂ sur chaque site de prélèvement en 2024

Les niveaux les plus importants sont mesurés dans le centre d'Orléans et le long des axes routiers très fréquentés tels que la D2020 ou de la tangentielle.

Le site O7 qui correspond au site urbain trafic de Gambetta enregistre une moyenne annuelle en NO₂ de 21 µg/m³.

Le site O6, Boulevard Jean Jaurès, enregistre la moyenne annuelle la plus élevée avec 27 µg/m³.

Certains sites à proximité de trafic automobile enregistrent des valeurs plus faibles que ceux du centre d'Orléans, c'est le cas des sites O1, O2, O3 qui, même s'ils sont près d'axes routiers importants, ont un environnement proche « ouvert ou aéré » favorisant la dispersion des polluants.

Zoom sur le site O6, Boulevard Jean Jaurès et l'ajout de transect.

En octobre, novembre et décembre 2024, le dispositif de surveillance a été complété par 2 sites de prélèvements supplémentaires : O14 et O15. Ces 2 sites ont été placés de part et d'autre du boulevard Jean Jaurès, autour du site O6 (figure 14). L'objectif est d'évaluer la décroissance des concentrations en s'éloignant du point O6 (« transect »).

Ainsi le point O14 est installé à 30 m du point O6 et le point O15 est lui placé à 40 m de O6.

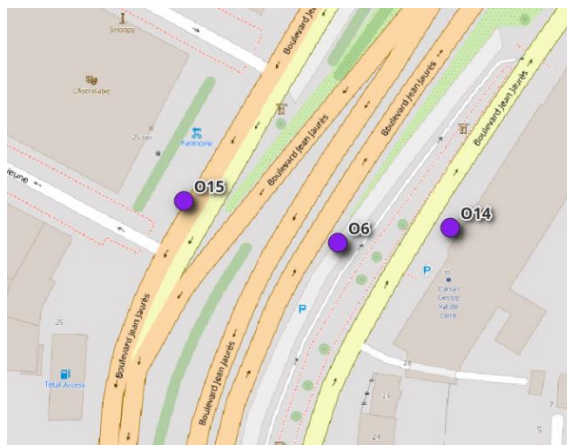
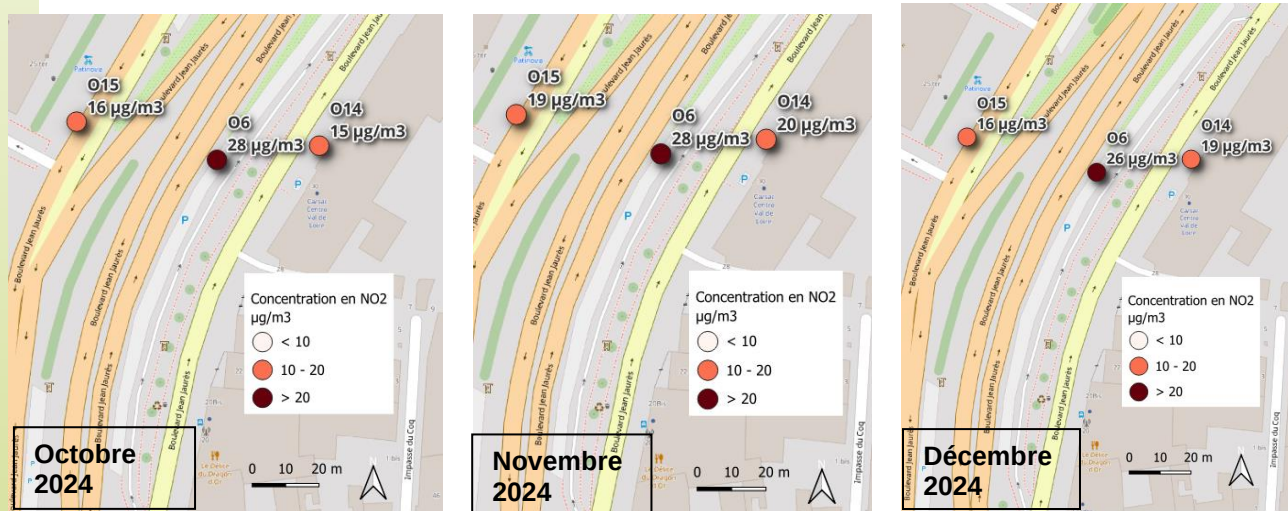


Figure 14 : implantation des points de prélèvements 6, 14 et 15 d'octobre à décembre 2024.

Les concentrations de NO₂ mesurées respectivement en octobre, novembre et décembre 2024 sont représentées pour ces 3 sites sur les figures 15.



Figures 15 15 : concentrations en NO₂ sur le transect d'octobre à décembre 2024.

Les niveaux de dioxyde d'azote décroissent rapidement. Ainsi, entre le point de mesure O6 et les point O14 et O15 situés à plus de 30 m, les concentrations diminuent d'environ 10 µg/m³ en moyenne, soit une diminution de plus de 35%.

Ainsi les mesures autour du site O6 illustrent une dispersion rapide du polluant dioxyde d'azote dès que l'on s'éloigne de plusieurs dizaines de mètres d'un axe très émetteur de polluants.

V. Conclusion

Dans le cadre de la fiche action OBS3 du Plan de Protection de l'Atmosphère, Lig'Air a réalisé en 2024 une campagne de surveillance du dioxyde d'azote (NO₂) sur l'agglomération orléanaise.

La méthodologie employée (utilisation de tubes à diffusion passive avec comparaisons des résultats aux mesures des analyseurs automatiques du réseau fixe) permet une estimation objective fiable, attestée par la répétabilité des résultats et la bonne corrélation avec les appareils de mesures automatiques.

Les concentrations les plus élevées sont observées dans le centre d'Orléans et à proximité des grands axes routiers, confirmant le rôle prépondérant du trafic automobile dans les émissions de NO₂. À l'inverse, les sites plus éloignés du trafic ou bénéficiant d'une meilleure dispersion atmosphérique présentent des niveaux plus faibles. L'analyse saisonnière met en évidence un comportement classique avec des concentrations plus fortes en période hivernale, en lien avec des conditions météorologiques moins dispersives, et plus faibles en été grâce à une meilleure dispersion atmosphérique. Ceci même si l'année 2024 était une année très pluvieuse (et donc moins favorable à l'accumulation du NO₂ dans l'atmosphère). L'étude complémentaire, par transects, menée autour du boulevard Jean Jaurès illustre la décroissance rapide des concentrations dès que l'on s'éloigne de quelques dizaines de mètres d'un axe fortement émetteur.

Les résultats mettent en évidence un respect généralisé de la valeur limite actuelle réglementaire de 40 µg/m³ en moyenne annuelle. Toutefois, plusieurs sites dépassent déjà la future valeur limite européenne de 20 µg/m³ qui sera applicable en 2030, et la grande majorité excède les recommandations OMS (10 µg/m³). Ces dépassements traduisent un enjeu majeur de santé publique, soulignant la nécessité de poursuivre les efforts engagés pour réduire les émissions, notamment dans les zones de forte densité urbaine et à proximité des axes routiers les plus fréquentés.

Au-delà de leur rôle de suivi réglementaire, les résultats de cette première campagne constituent également une ressource précieuse pour l'amélioration de la modélisation urbaine à fine échelle. Leur intégration dans les outils de modélisation permettra de mieux caler les simulations locales, de réduire les incertitudes, et d'affiner la représentation spatiale des concentrations. Ces apports renforceront la capacité prospective de la modélisation, tant pour l'évaluation des impacts des politiques publiques que pour l'aide à la décision en matière d'aménagement et de mobilité.

Ces résultats constituent une référence pour le suivi de l'action OBS3 du PPA et serviront de base à la comparaison avec les futures campagnes prévues à mi-parcours et à la fin du plan. Ils rappellent l'importance de maintenir une surveillance fine et de déployer des mesures de réduction des émissions ciblées afin d'atteindre les objectifs fixés par la réglementation européenne à horizon 2030 et de préserver durablement la qualité de l'air et donc la santé des habitants.

VI. Annexes

A. Fiche action OBS3

OBS 3 Évaluer des concentrations de NO₂ en proximité du trafic routier sur Orléans Métropole



Secteurs d'activités

Transport.

Porteur de l'action

Lig'Air.

Partenaires techniques

Orléans Métropole/ville d'Orléans/communes.

Objectif principal

L'objectif principal de cette action est d'évaluer par des campagnes de mesure (tubes passifs) les niveaux de dioxyde d'azote à proximité du trafic routier en début de PPA (2023), en milieu (2025) et en fin de PPA (2027).

Polluants visés

- ☒ NO_x
- ☐ PM₁₀ / PM_{2.5}
- ☐ COVnm
- ☐ NH₃
- ☐ Autre :

Types de mesures

- ☐ Réglementaire
- ☐ Accompagnement
- ☐ Incitative
- ☒ Amélioration des connaissances

Impacts sur la qualité de l'air

La réalisation de cette action aura un impact important sur la connaissance et l'inventaire des émissions liées au transport. Cet impact est non quantifiable.

Justification de l'action

Les concentrations en NO₂ peuvent localement atteindre des niveaux élevés en particulier à proximité des axes routiers présentant une forte circulation automobile.

*Fiche action OBS 3
Évaluer des concentrations de NO₂ en proximité du trafic routier sur Orléans Métropole
PPA de l'agglomération orléanaise*

Description et mise en œuvre de l'action

Les campagnes de mesures se réaliseront en fonction d'un plan d'échantillonnage établi sur les axes routiers présentant une circulation automobile importante et pouvant ainsi engendrer des concentrations en NO₂ élevées localement. Lig'Air établira le plan d'échantillonnage de 10 points de prélèvement et un tube installé à la station Gambetta permettant le redressement des concentrations obtenues dans les tubes. Les services des collectivités seront impliqués dans la pose et dépose des tubes NO₂, après avoir été formés par Lig'Air. Les prélèvements seront réalisés sur un pas hebdomadaire à raison d'une semaine par mois. Les données seront alors utilisées aussi pour le calage de la modélisation.

Étapes et calendrier de la réalisation de l'action

2023 : Réalisation de la première campagne de mesure par tubes passifs.

2025 : Réalisation de la deuxième campagne de mesure par tubes passifs.

2027 : Réalisation de la troisième campagne de mesure par tubes passifs.

Financement, aides et éléments de coûts

Le total de l'étude pour une année s'élève à 4 098 €TTC (soit 12 294 €TTC pour 3 ans) sur la base des prix pratiqués en 2022.

- Le coût des tubes /analyses : 3 018 € TTC par an soit 9 054 € TTC pour les 3 années. Ce coût comprend l'achat des tubes, les analyses.

- Le coût d'envoi s'élève à 1 080 € TTC pour une année soit 3 240 €TTC pour les 3 ans.

- Les frais de structure ainsi que la formation des personnels de la ville d'Orléans et l'exploitation des données seront pris en charge par Lig'Air.

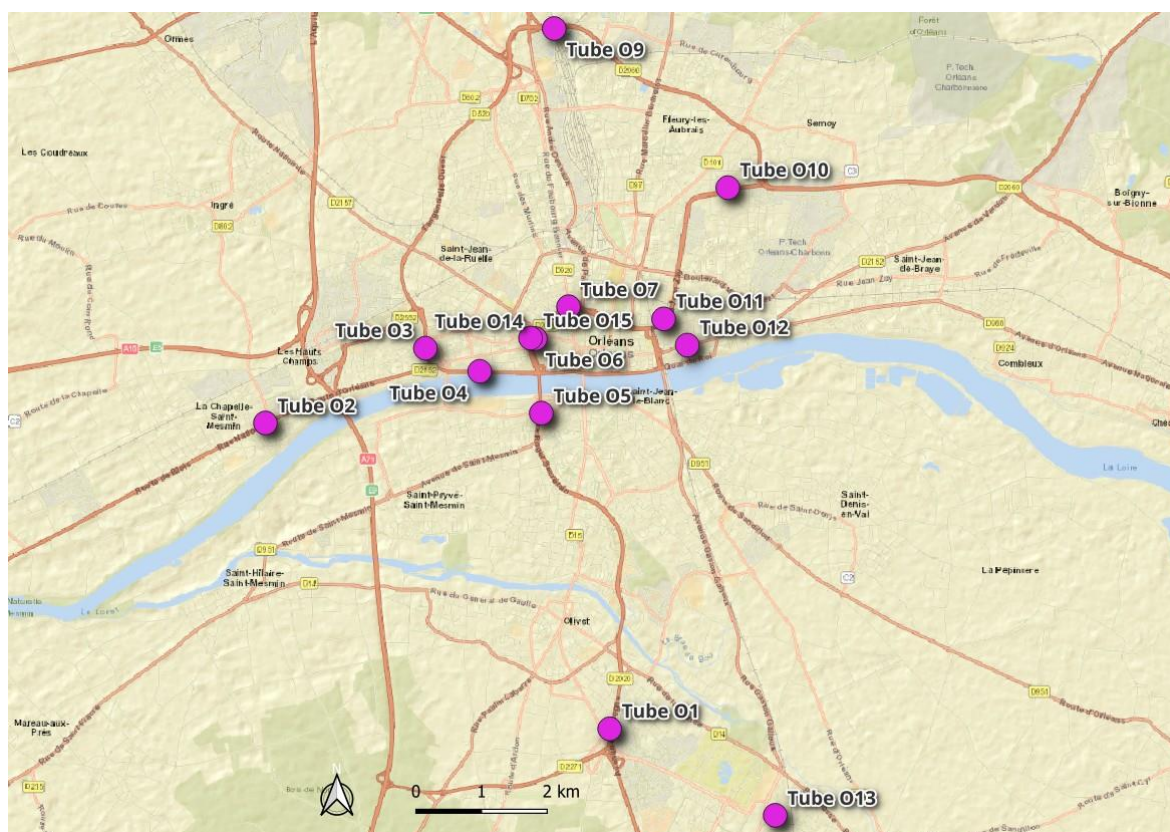
Indicateurs – suivi de l'action

Indicateurs de suivi	Chargé de récolte des données	Fréquence de mise à jour
Concentrations annuelles en NO ₂ en lien avec la réglementation - spatialisation cartographique des concentrations aux point de mesures	Lig'Air	Campagnes de mesures en 2023, en 2025 et en 2027

Fiche action OBS 3

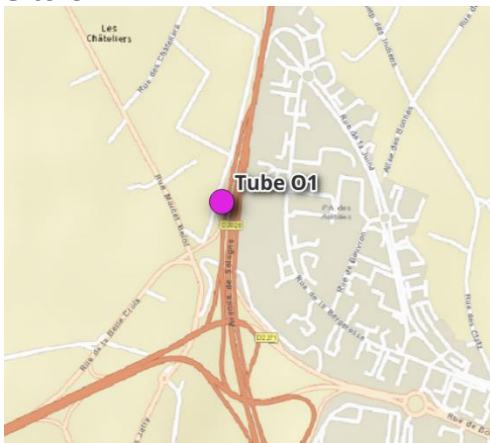
*Évaluer des concentrations de NO₂ en proximité du trafic routier sur Orléans Métropole
PPA de l'agglomération orléanaise*

B. Sites de prélèvements

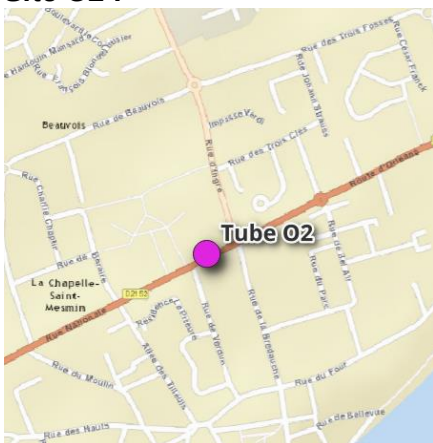


Nom	Adresse tube
01	1036 rue du Rosier, Olivet
02	10 rue Nationale, La Chapelle-Saint-Mesmin
03	19 tangentielle Ouest, Saint-Jean-de-la-Ruelle
04	28 quai de la Madeleine, Orléans
05	1 Av Roger Secrétain, Orléans
06	30 Bd Jean Jaurès, Orléans
07	place Gambetta, Orléans
08	1564 Route Nationale 20, Saran
09	rue de la Chenille, Saran
010	Av des droits de l'homme, Orléans
011	23 Av Jean Zay, Orléans
012	62 rue du Faubourg de Bourgogne, Orléans
013	3 Avenue de la recherche scientifique, Orléans
014	30 Bd Jean Jaurès, Orléans
015	25 Bd Jean Jaurès, Orléans

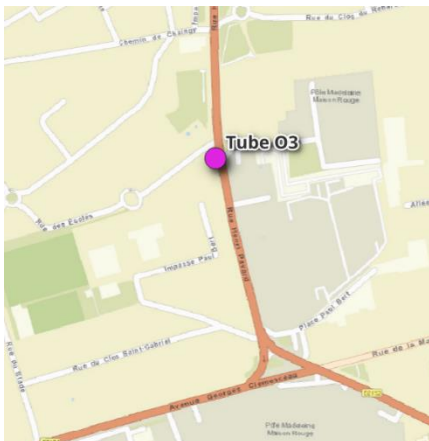
Site 01 :



Site 02 :



Site 03 :



Site 04 :

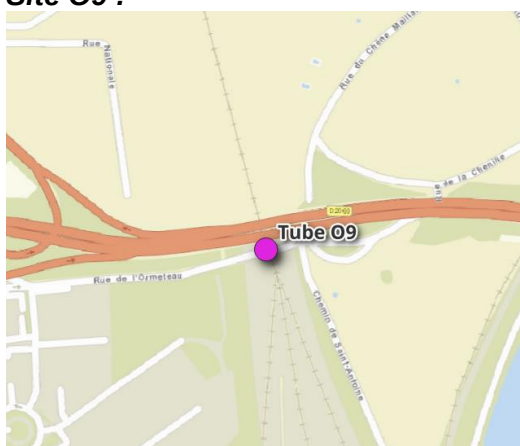


[illegible][illegible]

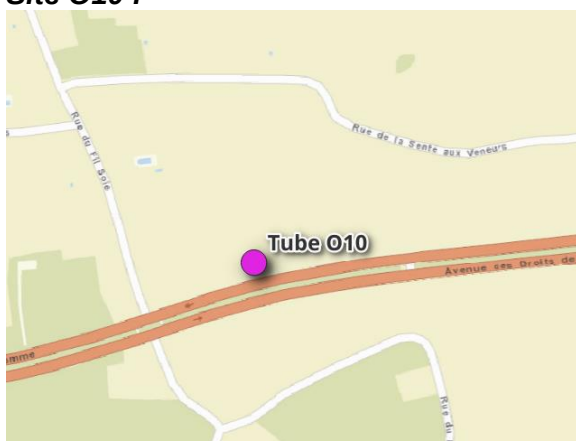
A map of Paris showing the location of Tube 07. A purple dot marks the intersection of Boulevard de Rochechouart and Boulevard de Verdun. The map includes labels for various streets: Rue Eudoxe Marcilly, Boulevard de Verdun, Boulevard Rochechouart, Rue Chapon, Rue de Banneville, and Place Gambetta. A red line indicates the tramway route. A yellow label '07' is visible near the intersection.

[illegible]

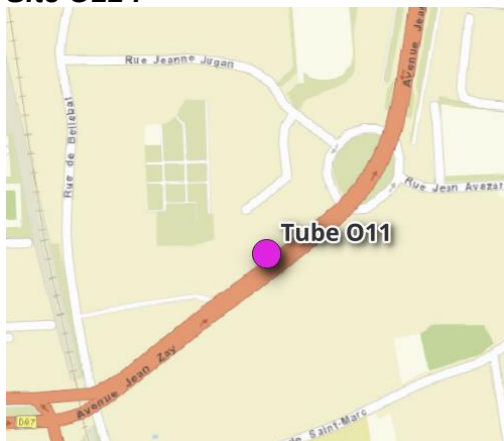
Site O9 :



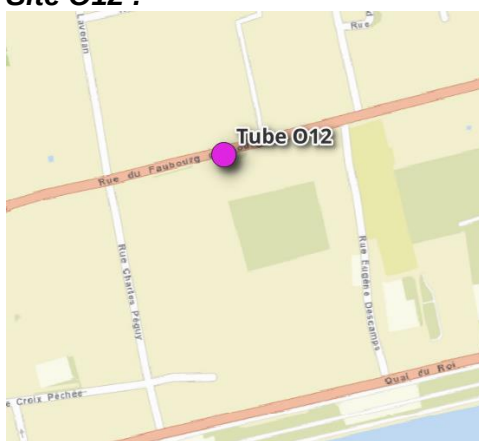
Site O10 :



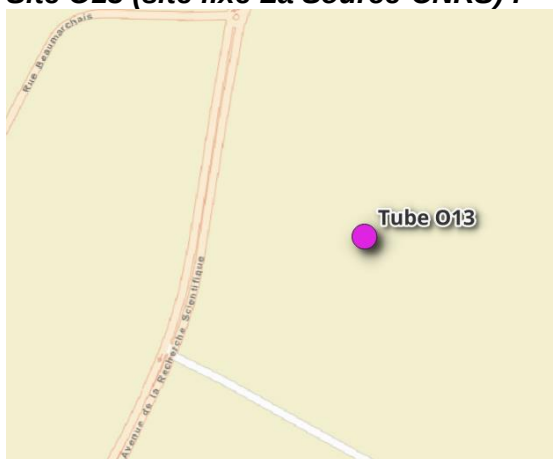
Site O11 :



Site O12 :



Site O13 (site fixe La Source-CNRS) :

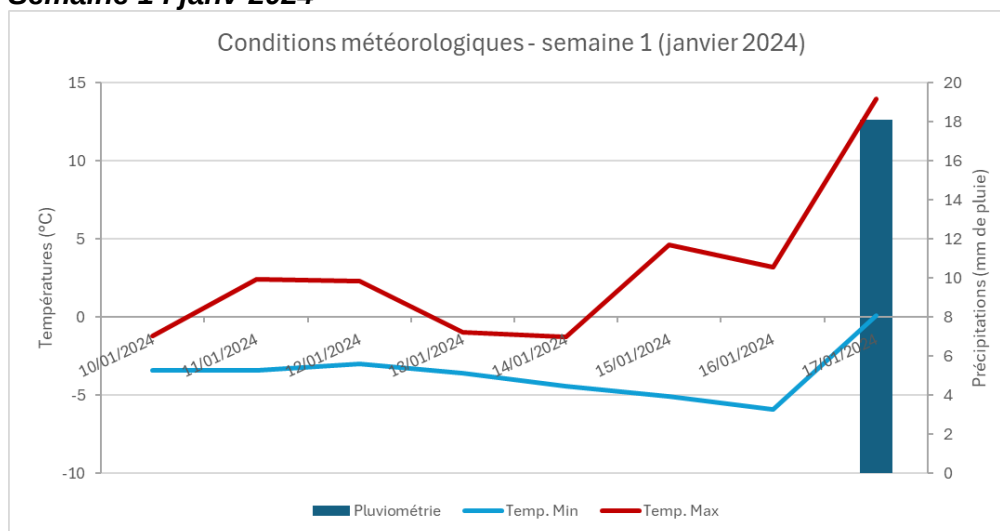


Sites O14 et O15 (transect autour du site O6):

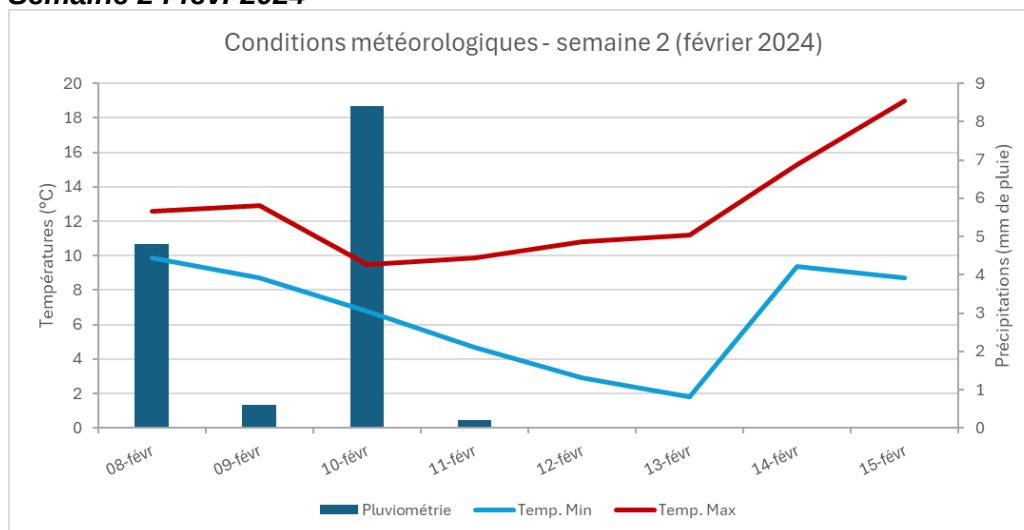


C. Données météorologiques par semaine

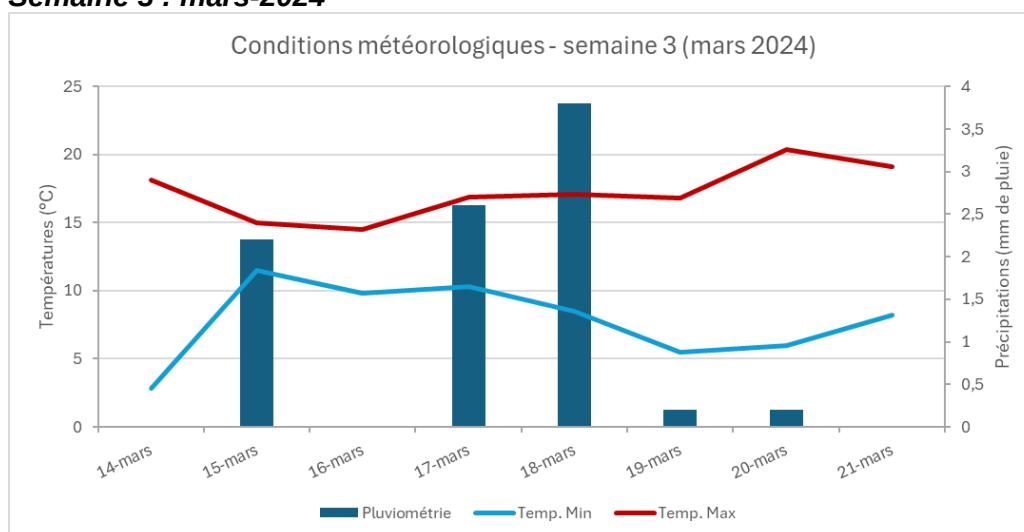
Semaine 1 : janv-2024



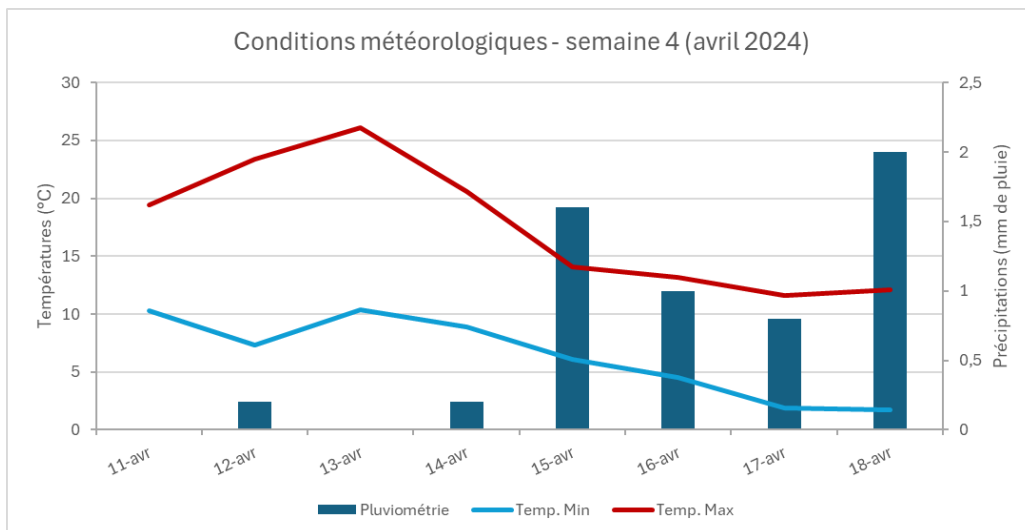
Semaine 2 : fév.-2024



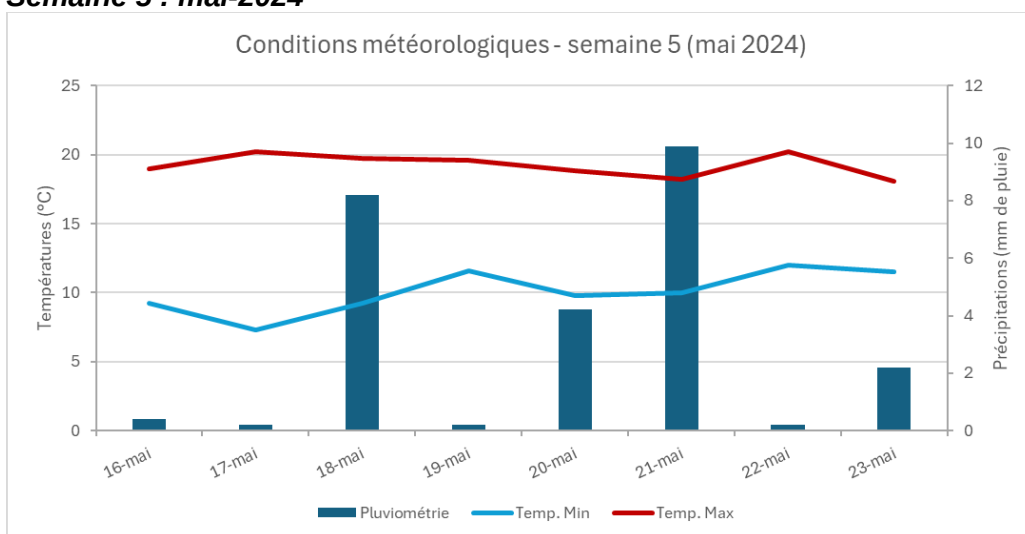
Semaine 3 : mars-2024



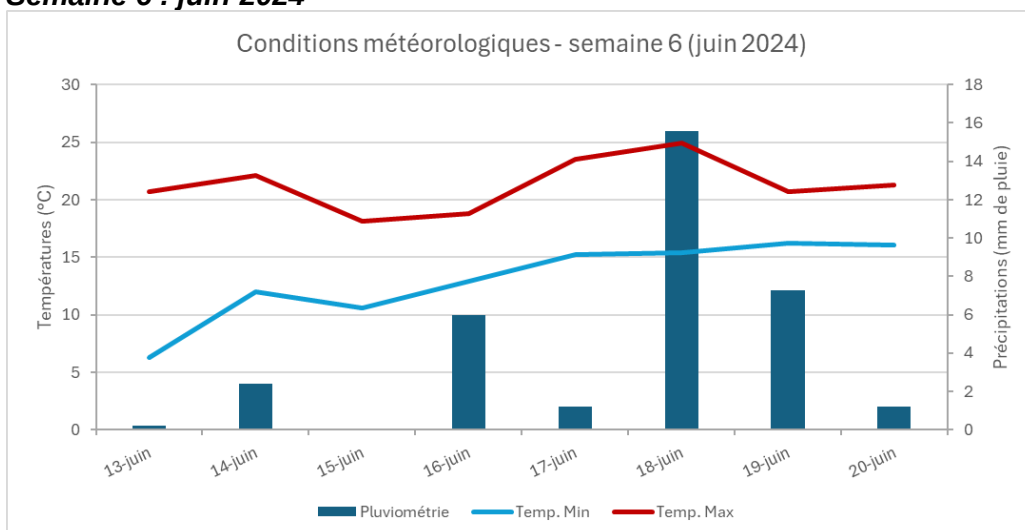
Semaine 4 : avril-2024



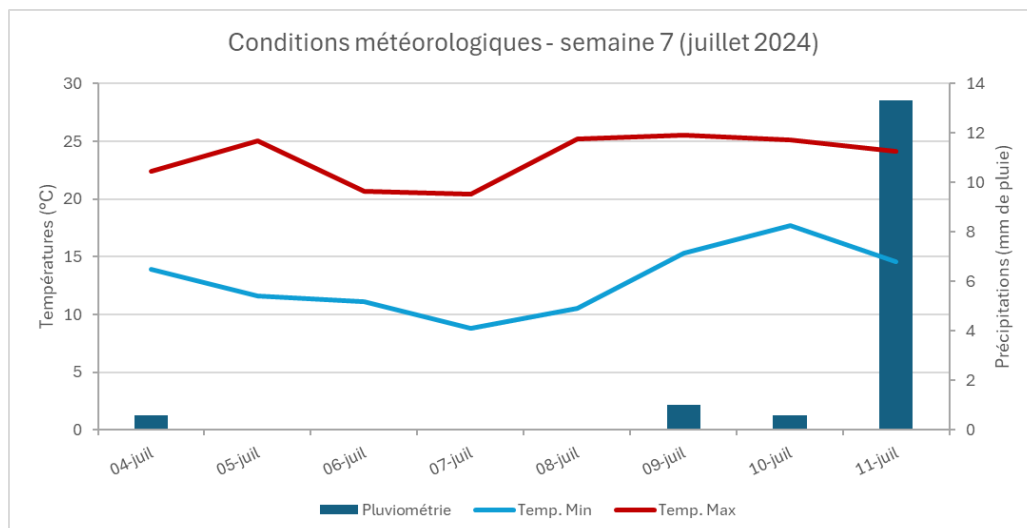
Semaine 5 : mai-2024



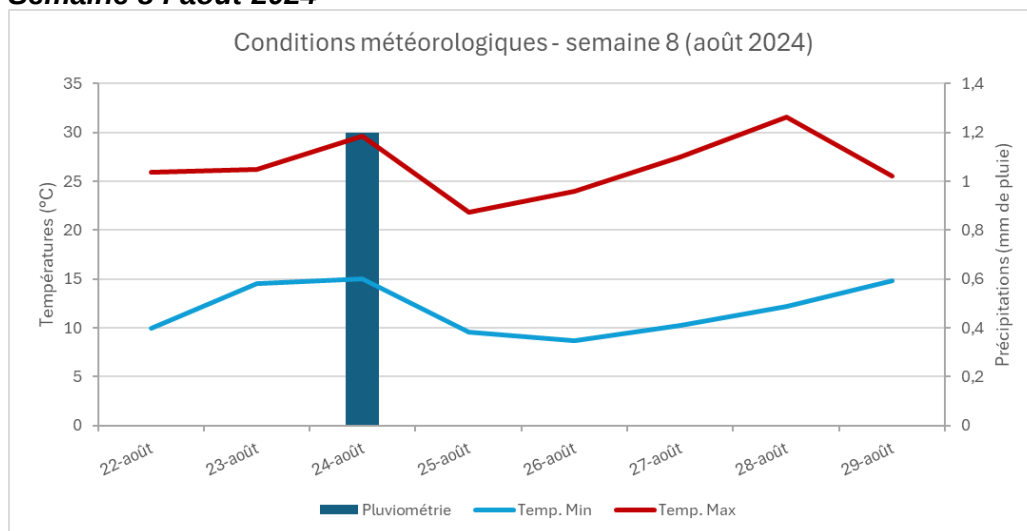
Semaine 6 : juin-2024



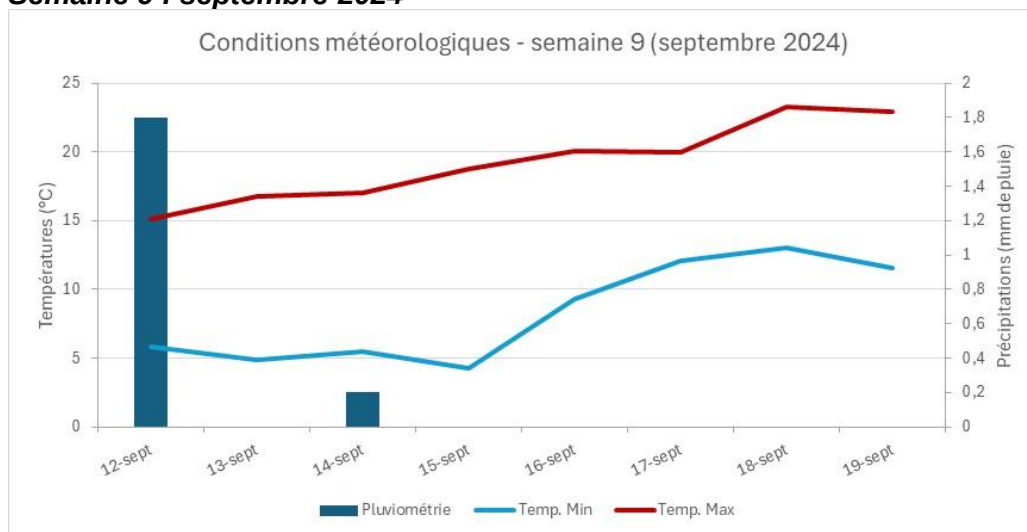
Semaine 7 : juillet-2024



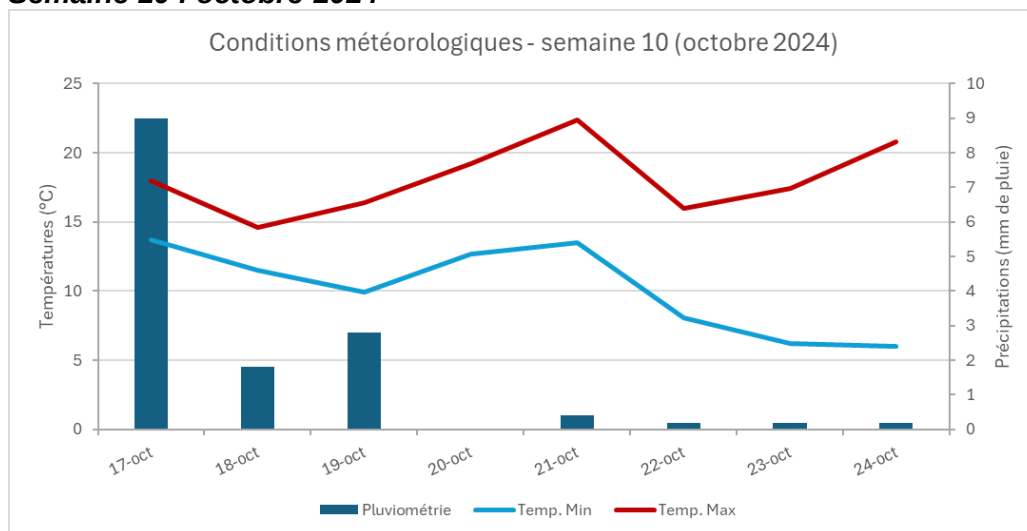
Semaine 8 : août-2024



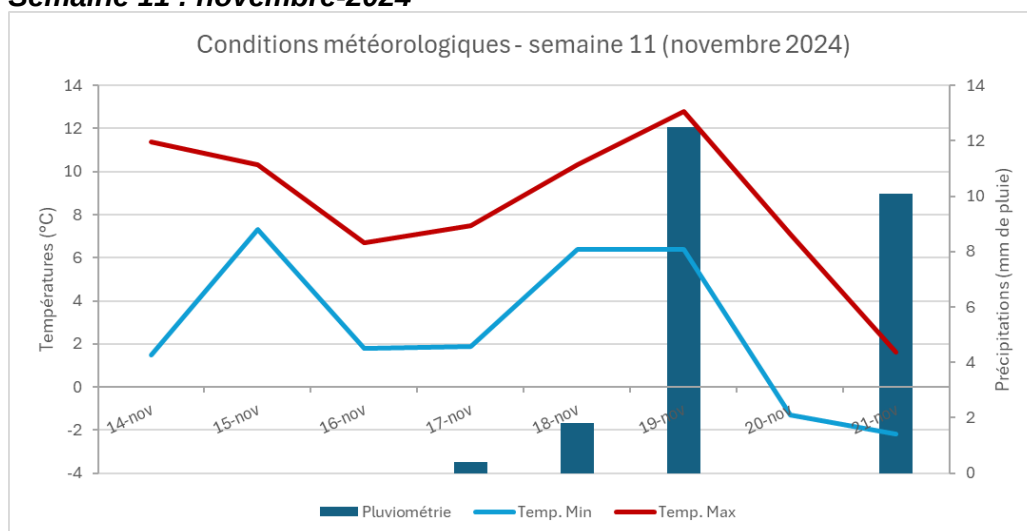
Semaine 9 : septembre-2024



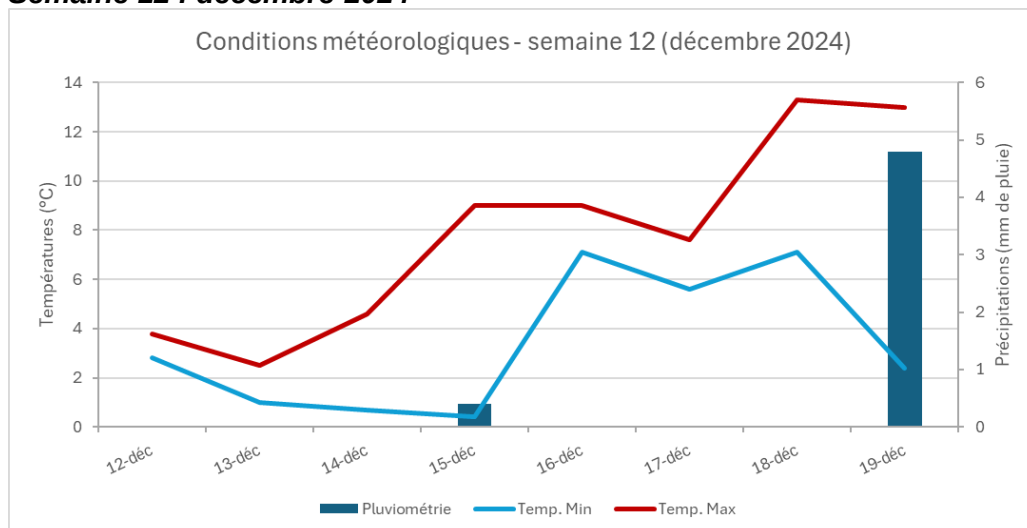
Semaine 10 : octobre-2024



Semaine 11 : novembre-2024



Semaine 12 : décembre-2024





Surveillance de la qualité de l'air
en région Centre-Val de Loire

**SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR
EN REGION CENTRE-VAL DE LOIRE**

260 avenue de la Pomme de Pin
45590 SAINT-CYR-EN-VAL

Tél. : 02.38.78.09.49

Fax : 02.38.78.09.45

Mail : ligair@ligair.fr

www.ligair.fr

