Etat initial avant aménagement

Centre d'entraînement de la Piverdière à Rennes (35)

Campagnes été / hiver 2023

Version du 19/12/24

3E rue de Paris,
35510 RENNES
contact@airbreizh.asso.fr
Tél. 02 23 20 90 90

www.airbreizh.asso.fr

Etat initial avant aménagement - Centre d'entrainement de la Piverdière – Rennes (35)

Etude réalisée par Air Breizh

À la demande du Stade Rennais Football Club

Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 13 juin 2022 pris par le ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, …

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Projet :	**Etat initial avant aménagement – Centre d'entrainement de la Piverdière à Rennes (35)**		
Version (date)	**Modifications**	**Auteur**	**Validation**
Version du 19/12/24	Création	S. Guillot (Ingénieur d'études)	O. Cesbron (Ingénieur d'études) G. Lefeuvre (Directeur)

Relecture externe

P. JUHEL

(Stadium Manager | Directeur Sureté Sécurité)

Table des matières

I. Contexte 7
II. Description de la zone d'étude 8
III. le dispositif de surveillance mis en œuvre 9
III.1. Polluants étudiés 9
III.2. Réglementation 10
III.3. Matériel et méthode de mesure 11
III.4. Sites de prélèvement 12
III.5. Période de surveillance 13
III.6. Limite de l'étude 13
IV. Contexte des mesures 14
IV.1. Contexte météorologique 14
IV.2. Représentativité de la période 18
IV.3. Trafic routier à proximité de la zone d'étude 19
V. Résultats et interprétation des mesures 22
V.1. Contrôle qualité des résultats 22
V.2. Représentativité de la moyenne annuelle estimée 24
V.3. Résultats des mesures 25
VI. Conclusion 41
VII. Annexes 44
VII.1. Présentation d'Air Breizh 44
VII.2. Evolution journalière des concentrations en PM10 lors de la campagne hivernale 46
VII.3. Evolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne hivernale 47

Index des Figures

Figure 1: zone d'étude, le centre d'entrainement de la Piverdière à Rennes 8
Figure 2: talus le long de la rocade au niveau du centre d'entraînement 8
Figure 3: contribution de différents secteurs aux émissions de différents polluants 9
Figure 4: photo d'un tube de prélèvement de NO2 11
Figure 5: photo du camion laboratoire Air Breizh installé sur le site de la Piverdière (point 12) 12
Figure 6: plan d'échantillonnage Piverdière 12
Figure 7: roses des vents (a) lors de la campagne estivale (31/08/2023-28/09/2023) (b) lors de la campagne hivernale (16/11/2023-14/12/2023) 14
Figure 8: normales de vents de 1991 à 2020 (a) en septembre (b) en novembre 15
Figure 9: évolution journalière des précipitations lors de la campagne estivale (Données Météo France) 16
Figure 10: évolution journalière des précipitations lors de la campagne hivernale (Données Météo France) 16
Figure 12: évolution journalière des températures lors de la campagne hivernale (données Météo France) 17
Figure 11 : évolution journalière des températures lors de la campagne estivale (données Météo France) 17
Figure 13: synthèse des conditions météorologiques à Rennes (données Météo France) 18
Figure 14: évolution mensuelle des concentrations en PM10, PM2.5 et NO2 à Thabor 19
Figure 15: évolution mensuelle du trafic moyen journalier sur la rocade RN136 en 2023 (données DIROuest) 20
Figure 16: trafic moyen journalier sur la rocade (RN136) lors des deux campagnes de mesures (DIROuest) 20
Figure 17: comparaison entre les mesures passives et en continu (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale 23
Figure 18: comparaison des résultats du point 12 (P12) et son doublon (P12D) lors de la campagne estivale 24
Figure 19: comparaison des résultats du point 12 (P12) et son doublon (P12D) lors de la campagne hivernale 24
Figure 20: carte des concentrations moyennes annuelles de NO_2 sur le site de la Piverdière 28
Figure 21: évolution des concentrations annuelles de NO_2 sur chacun des transects 29
Figure 22: comparaison des concentrations moyennes annuelles en NO2 sur différents points de mesure 29

Figure 23: évolution journalière des concentrations en NO_2 sur les 4 sites de mesures.....33
Figure 24: profils journaliers des concentrations en NO_2 sur les quatre sites de mesure 34
Figure 25: box plot pour le NO_2 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale.34
Figure 26: polar plot des concentrations moyenne de NO_2 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale 35
Figure 27: évolution journalière de la concentration en PM10 lors de la campagne estivale 37
Figure 28: box plot pour les PM10 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale 37
Figure 29: évolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne estivale 39
Figure 30: box plot pour les PM2.5 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale 40
Figure 31: évolution journalière des concentrations en PM10 lors de la campagne hivernale.....46
Figure 32: évolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne hivernale.....47

Index des tableaux

Tableau 1: valeurs réglementaires pour le NO_2 10
Tableau 2: valeurs réglementaires pour les PM10 10
Tableau 3: valeurs réglementaires pour les PM2.5 11
Tableau 4: dates correspondant à chaque série pour les deux campagnes de mesure 13
Tableau 5: comparaison entre les moyennes annuelles mesurées et celles estimées à partir des données lors des deux campagnes de mesure 25
Tableau 6: résultats des mesures de NO_2 passives 27
Tableau 7: synthèse des mesures en continu de NO_2 lors de la campagne estivale 31
Tableau 8 : synthèse des mesures en continu de NO_2 lors de la campagne hivernale 31
Tableau 9: synthèse des mesures en continu de PM10 lors de la campagne estivale 36
Tableau 10: synthèse des mesures en continu de PM10 lors de la campagne hivernale 36
Tableau 11: synthèse des mesures en continu de PM2.5 lors de la campagne estivale 38
Tableau 12: synthèse des mesures en continu de PM2.5 lors de la campagne hivernale 38

I. CONTEXTE

Le centre d'entrainement du Stade Rennais Football Club se trouve à la Piverdière à Rennes. Il est équipé de terrains en herbe et en synthétique réservés à l'entrainement de footballeurs professionnels, dont certains se situent à proximité de la rocade (moins de 50 mètres du bord des voies).

Dans le cadre d'un projet d'extension de son centre d'entrainement, le club souhaite notamment construire un nouveau terrain de football en synthétique dont la limite Est se situera à moins de 50 mètres de la rocade.
Pour limiter la dispersion des émissions issues du trafic routier, des plantations seront réalisées.
Du fait de la proximité de la rocade, le club s'interroge sur la qualité de l'air de la zone. Air Breizh a alors été sollicité pour proposer des mesures de la qualité de l'air.

Cette campagne a permis d'étudier la qualité de l'air actuel de la zone, il s'agit d'un état initial avant travaux.
Une seconde étude pourrait être réalisée lorsque les végétaux auront suffisamment évolué.

Les mesures de la qualité de l'air seront focalisées sur les polluants émis par le trafic routier. L'étude a pour objectif de documenter l'état de la qualité de l'air dans la zone d'étude et de comparer les niveaux aux valeurs réglementaires existantes. L'impact sanitaire éventuel lié à l'exposition des footballeurs à ces concentrations ne sera pas traité.

II. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Le centre d'entrainement de la Piverdière se situe à l'Ouest de Rennes, à proximité de la rocade, au niveau de la porte de Cleunay. Le centre dispose de différents équipements dont des terrains de football qui se situent à proximité direct de la rocade. Au niveau du point jaune sur la carte ci-dessous (Figure 1), un nouveau terrain va être construit, dont la limite Est se situera à environ 30 mètres de la rocade.

Figure 1: zone d'étude, le centre d'entrainement de la Piverdière à Rennes

Sur ce secteur, la rocade se trouve en contre-bas du terrain naturel, avec un trafic moyen de l'ordre de 100 000 véhicules par jour avec des périodes de bouchons fréquentes sur cette portion. Actuellement, aucune végétation n'est présente pour limiter les émissions issues de ce trafic (Figure 2).

Figure 2: talus le long de la rocade au niveau du centre d'entraînement

L'étude menée en 2018 sur le secteur de la Courouze[1] avait permis de montrer l'impact de ce type d'aménagement sur la dispersion des concentrations. Il s'agit ici de l'étudier dans le contexte précis de la zone étudiée.

[1] Évaluation de la qualité de l'air à proximité de la rocade de Rennes - Résultats de la campagne 2018 - Air Breizh

III. LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE MIS EN ŒUVRE

III.1. Polluants étudiés

L'étude porte sur l'impact des émissions du trafic routier sur la zone étudiée. D'après l'inventaire des émissions réalisé par Air Breizh, la contribution des émissions du trafic routier est la suivante à Rennes (année 2020) :

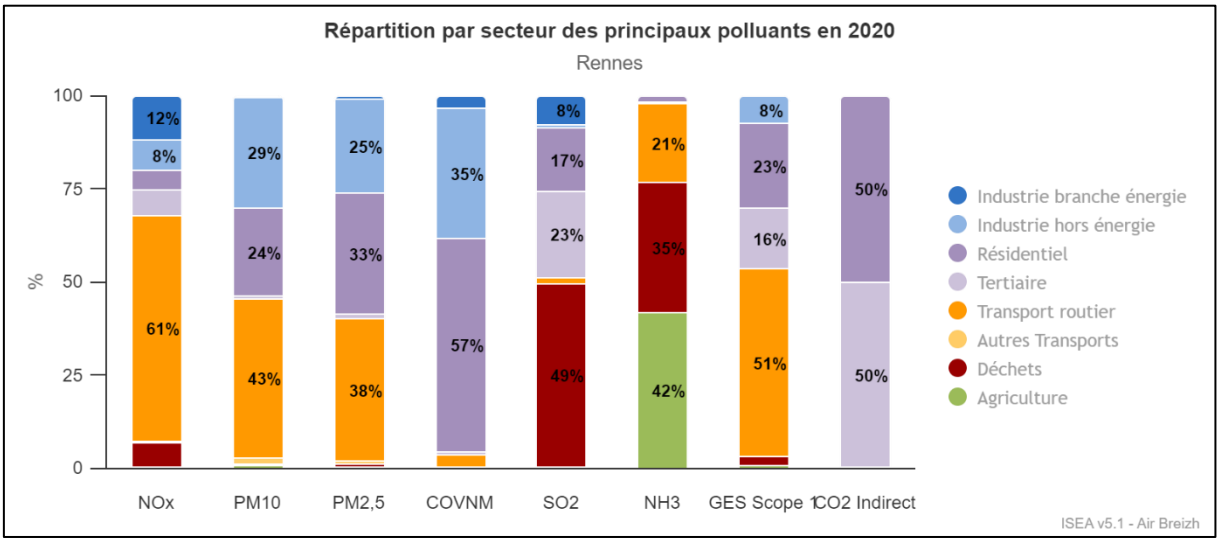


Figure 3: contribution de différents secteurs aux émissions de différents polluants

Les oxydes d'azotes, et notamment le dioxyde d'azote, sont émis majoritairement par le trafic routier (61%). Ce sont donc de très bons traceurs de cette source d'émissions.

De plus le trafic routier contribue de manière importante aux émissions de particules fines. Il représente 43% des PM10 et 38% des PM2.5. Le trafic routier n'étant pas la source majoritaire des particules fines, l'analyse de l'impact de cette source est plus complexe.

Cependant ces trois polluants présentent des effets néfastes sur la santé et l'environnement. Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes où fragilise la muqueuse pulmonaire. Il participe aussi pluies acides et est un précurseur de particules fines secondaires.

Les particules fines ont des conséquences sur la santé qui dépendent de leur taille et de leur composition. Elles pénètrent dans les voies respiratoires, plus ou moins profondément selon leur taille. Ces particules ont aussi des effets sur l'environnement comme une réduction de la photosynthèse ou différents impacts sur le climat selon leur nature.

De part leur effets néfastes, la concentration de ces trois polluants est réglementée dans l'air. **L'étude, centrée sur l'impact des émissions de trafic routier, portera sur la mesure du dioxyde d'azote, des PM10 et des PM2.5.**

III.2. Réglementation

Le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2.5 font partis des polluants dont la concentration dans l'air est réglementée. Leurs concentrations ne doivent pas dépasser des valeurs limites qui sont issues du code de l'environnement (article R221-1)[2]. Ces valeurs limites évoluent progressivement vers les valeurs guides de l'OMS[3] qui représente les niveaux d'expositions idéaux pour la protection de la santé humaine. Dans le but de se rapprocher de ces valeurs guides, une nouvelle directive européenne a été publiée au Journal officiel et est entrée en vigueur le 11 décembre 2024. Elle fixe de nouvelles valeurs limites à atteindre d'ici 2030. Elle sera retranscrite en droit français dans un délai de 2 ans.

Les différentes valeurs pour les trois polluants étudiés sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 1: valeurs réglementaires pour le NO_2

	Moyenne horaire	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeur limite actuelle (1)	200 µg/m^3 (à ne pas dépasser plus de 18h/an)		40 µg/m^3
Valeur guide de l'OMS		25 µg/m^3 (Max 3-4 j/an)	10 µg/m^3
Valeur 2030 (2)	200 µg/m^3 (Max 3 fois/an)	50 µg/m^3 (Max 18 fois/an)	20 µg/m^3

Tableau 2: valeurs réglementaires pour les PM10

	Moyenne horaire	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeur limite actuelle (1)		50 µg/m^3 (Max 35 fois / an)	40 µg/m^3
Valeur guide de l'OMS		45 µg/m^3 (Max 3-4 j/an)	15 µg/m^3
Valeur 2030 (2)		45 µg/m^3 (Max 18 fois/an)	20 µg/m^3

[2] *Article R221-1 du code de l'environnement qui transpose les directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE*

[3] *Résumé d'orientation (OMS 2021) : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air*

Tableau 3: valeurs réglementaires pour les PM2.5

	Moyenne horaire	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeur limite actuelle (1)			25 µg/m^3
Valeur guide de l'OMS		15 µg/m^3 (Max 3-4 j/an)	5 µg/m^3
Valeur 2030 (2)		25 µg/m^3 (Max 18 fois/an)	10 µg/m^3

(1) Code de l'environnement R-221-1 – (2) Nouvelle Directive européenne – objectif 2030

III.3. Matériel et méthode de mesure

a) Tubes passifs

Le dioxyde d'azote a été mesuré par des tubes à diffusion passive (Figure 4).

Figure 4: photo d'un tube de prélèvement de NO2

L'échantillonnage passif est très utilisé dans les mesures de la qualité de l'air. Cette technique est basée sur le transfert de matière par diffusion moléculaire. Le tube est exposé à l'air ambiant pendant la durée d'échantillonnage voulu, ici 7 jours. Les polluants choisis sont alors retenus par la membrane présente à l'intérieur du tube. Les tubes sont ensuite analysés par un sous-traitant (laboratoire AirParif). La concentration moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la durée d'exposition, de la masse de polluant piégée et du débit d'échantillonnage.

Cette technique simple et peu coûteuse, peut donc être déployée sur plusieurs points de mesure et ainsi permettre d'assurer une meilleure répartition spatiale. Cependant elle ne fournit pas d'informations en temps réels et ne permet pas d'observer les élévations ponctuelles de concentrations.

b) Mesures en continu

Pour compléter les mesures passives, des mesures en continu ont été réalisées. Les analyseurs de PM10, PM2.5 et de NO_2 ont été installés dans un camion laboratoire installé sur la zone d'étude (Figure 5).

Figure 5: photo du camion laboratoire Air Breizh installé sur le site de la Piverdière (point 12)

Les données obtenues sont des données horaires ce qui permet d'observer les variations temporelles des concentrations des différents polluants, notamment en lien avec le trafic routier. Il s'agit des mêmes appareils que ceux installés dans les stations de surveillance réglementaire (notamment les stations de Rennes Thabor, des Halles ou de Laënnec).

III.4. Sites de prélèvement

Le plan suivant présente la situation de chacun des points de mesure sur la zone d'étude. Les capteurs passifs ont été disposés sur des supports existants (poteaux de signalisation, d'éclairage, …) ou des tuteurs en métal mis en place par Air Breizh.

Un point témoin a été disposé en dehors de la zone d'étude pour mesurer les niveaux de fond à l'écart des sources d'émissions (principalement le trafic routier).

Figure 6: plan d'échantillonnage Piverdière

Pour apprécier la variabilité spatiale des niveaux de concentration sur l'ensemble de la zone d'étude et notamment au niveau des futurs aménagements, le protocole suivant a été retenu : 4 transects perpendiculaires à la rocade avec 3 à 5 points de prélèvement situés entre 10 et 170 mètres de la rocade. Au total, 16 points de prélèvement ont été retenus sur la zone d'étude.

III.5. Période de surveillance

Deux campagnes de 4 semaines ont été réalisées sur deux périodes différentes, une estivale et une hivernale, de manière à prendre en compte les variations saisonnières des niveaux de concentration.

Au total, 8 semaines de mesure ont eu lieu recouvrant 14% de l'année. Cela correspond au taux de couverture temporelle minimale d'échantillonnage permettant de déterminer une moyenne annuelle selon la réglementation en vigueur.

Les dates de ces campagnes sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4: dates correspondant à chaque série pour les deux campagnes de mesure

Séries	Campagne estivale	Campagne hivernale
Série 1	31/08/2023-07/09/2023	16/11/2023-23/11/2023
Série 2	07/09/2023-14/09/2023	23/11/2023-30/11/2023
Série 3	14/09/2023-21/09/2023	30/11/2023-07/12/2023
Série 4	21/09/2023-28/09/2023	07/12/2023-14/12/2023

III.6. Limite de l'étude

Les mesures réalisées ne sont représentatives que des périodes étudiées. Les résultats dépendent de différents paramètres dont les conditions météorologiques. Ils ne peuvent donc pas être assimilés à des périodes ou des points de mesure autre que ceux de l'étude.

IV. CONTEXTE DES MESURES

IV.1. Contexte météorologique

Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique. Certains paramètres favorisent la dispersion et/ou leur lessivage (par exemple la pluie), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Différents paramètres météorologiques ont fait l'objet d'un suivi pendant la campagne. Ils sont issus de la station Météo France la plus proche des points de mesure, située à l'aéroport de Rennes Saint-Jacques-de-la-Lande (35).

a) Direction et vitesse des vents

Les conditions de vitesse et de direction de vents sont souvent représentées par une rose des vents. Cette représentation permet de visualiser sur une période donnée :

- Le pourcentage de vent pour chaque direction : plus la pale est de grande taille, plus les vents en provenance de cette direction ont été nombreux sur la période.
- La vitesse des venant de chaque direction et leur occurrence : la couleur de chaque pale indique la classe de vitesse et la taille de chaque couleur le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Ainsi, plus la pale est grande, plus les vents venant de cette direction seront fréquents (direction majoritaire) et au sein de chaque pale, la couleur rouge, ou orange pour les normales de vents, représente les vents les plus forts.

La Figure 7 représente les roses des vents de la station météo France, Saint-Jacques-de-la-Lande à Rennes, sur les deux périodes de campagnes.

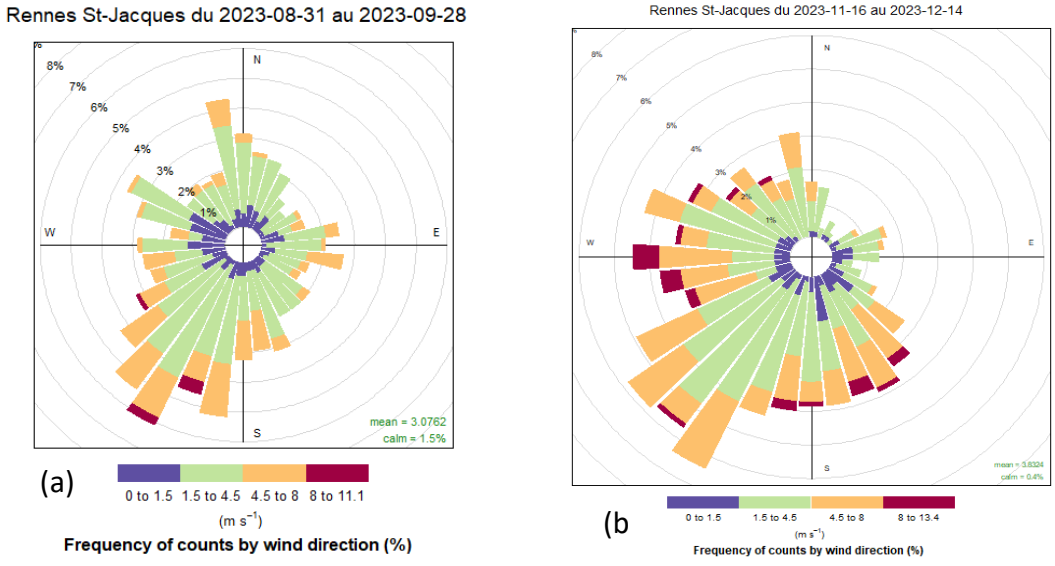


Figure 7: roses des vents (a) lors de la campagne estivale (31/08/2023-28/09/2023) (b) lors de la campagne hivernale (16/11/2023-14/12/2023)

Lors des deux campagnes de mesure, les directions de vents étaient éparses avec une majorité provenant du Sud-Ouest.

Lors de la campagne hivernale, des vents forts ont aussi été mesurés à l'Ouest/Nord-Ouest et au Sud/Sud-Est.

La Figure 8 présente la rose des vents en normales mensuelles pendant la période 1991-2020 pour les deux campagnes de mesures. La campagne estivale est représentée par la rose du mois de septembre tandis que pour la campagne hivernale, il a été choisi de représenter la rose du mois de novembre.
Les vents majoritaires du Sud-Ouest mesurés pendant les campagnes correspondent aux normales habituellement mesurées.

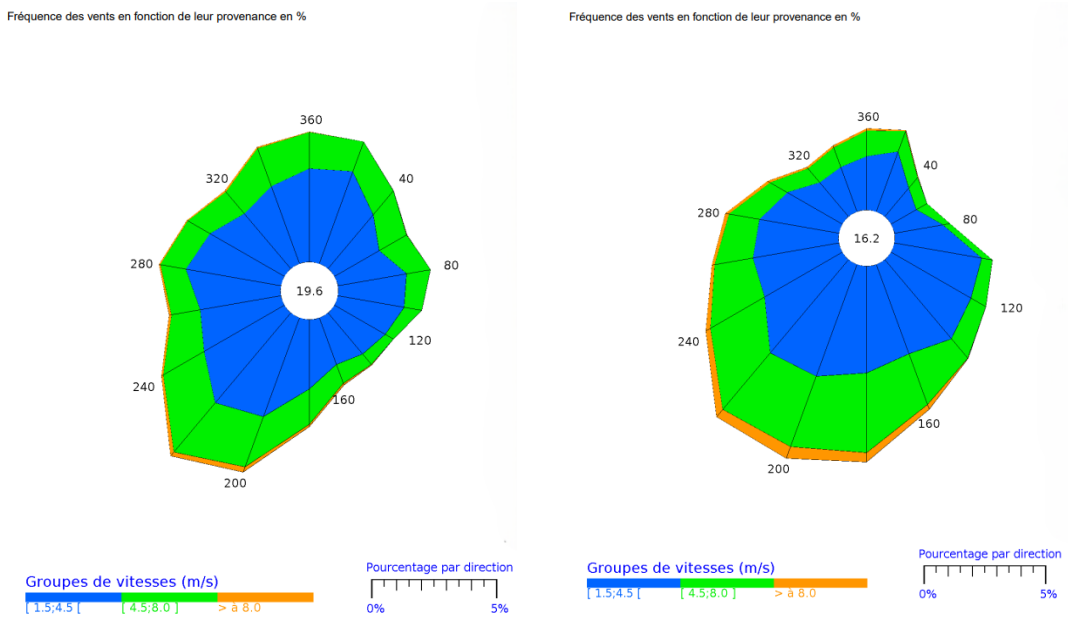


Figure 8: normales de vents de 1991 à 2020 (a) en septembre (b) en novembre

Les conditions de vents pendant les deux campagnes de mesures sont proches des normales annuelles mesurées à la station Saint-Jacques-de-la-Lande. Cependant peu de vents d'Est ont été observés pendant les deux campagnes. La zone d'étude étant située à l'Ouest de la rocade, elle a peu été exposée sur cette période.

b) Précipitations

Les précipitations sont favorables à un lessivage de l'atmosphère ce qui diminue les concentrations en polluants dans l'air.

L'évolution journalière des précipitations lors de chaque campagne est présentée sur les figures 9 et 10.

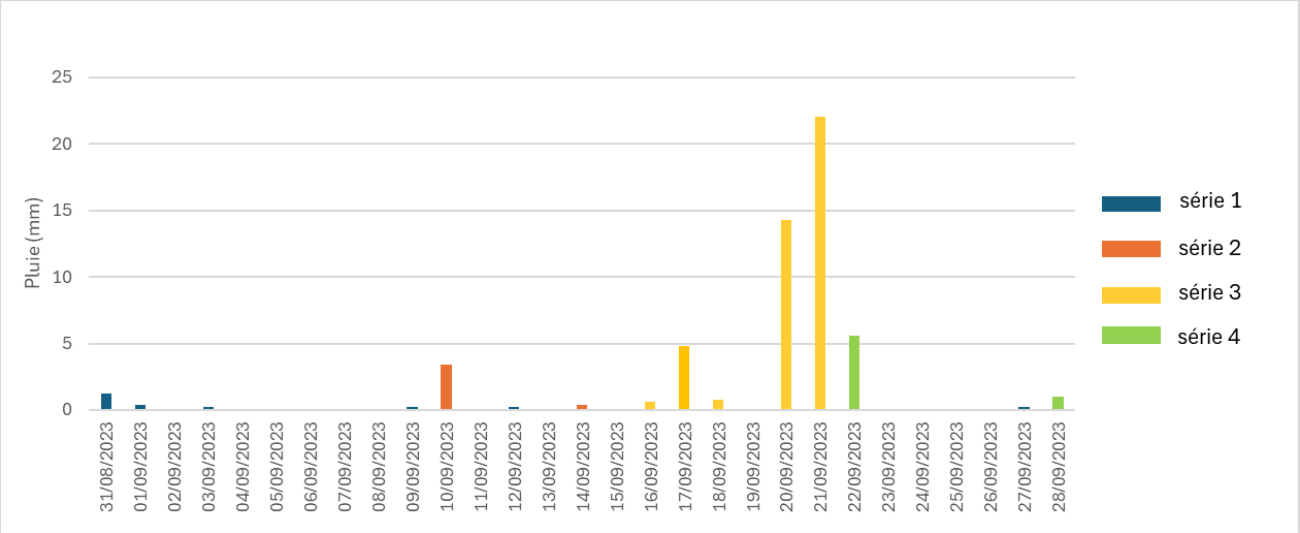


Figure 9: évolution journalière des précipitations lors de la campagne estivale (Données Météo France)

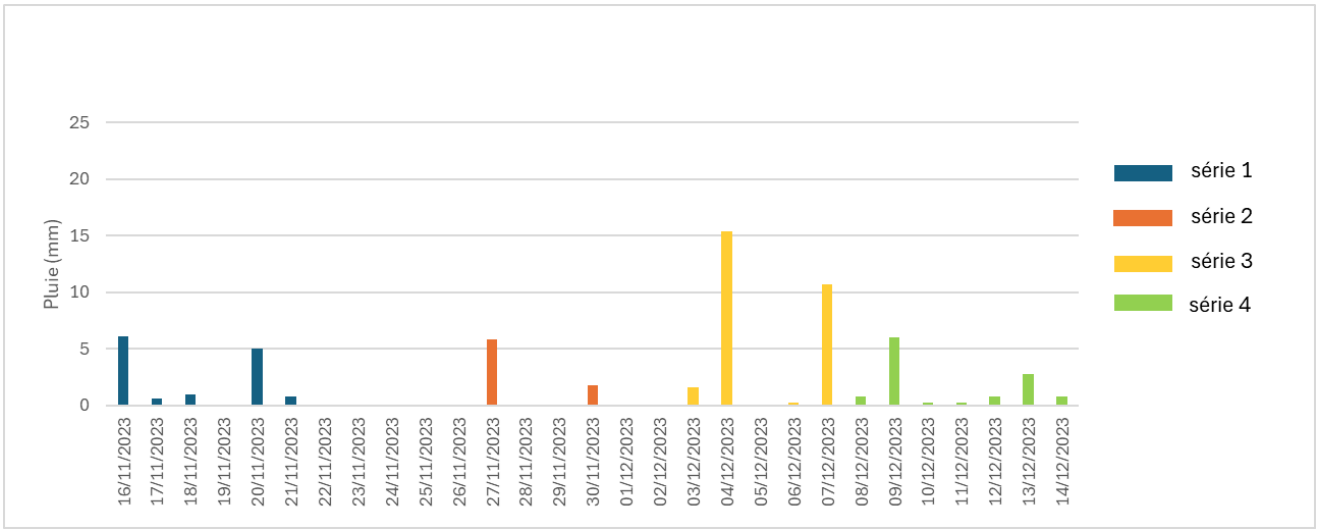


Figure 10: évolution journalière des précipitations lors de la campagne hivernale (Données Météo France)

Pendant la campagne estivale, des précipitations importantes ont eu lieu le 20 et 21 septembre (14 et 22 mm respectivement). Il s'agit de la 3ème série de prélèvement qui pourrait présenter des niveaux plus faibles. Lors de la campagne hivernale, les précipitations étaient plus régulières avec un maximum plus faible (15 mm le 4 décembre).

Par ailleurs, les cumuls de précipitations lors des campagnes estivale et hivernale sont respectivement de 55 et 61 mm. En été, le cumul de précipitations correspond à la normale mensuelle du mois de septembre de 57 mm. Cependant, en hiver, le cumul de précipitation de la campagne de mesure est inférieur aux normales mensuelles de novembre et décembre, (73 mm).

c) Température

Les températures influent sur les concentrations en polluants dans l'air et notamment leurs volatilisations. Elle est favorisée par des températures élevées ce qui augmente les concentrations en polluants mesurés dans l'air. L'évolution journalière des températures lors des deux campagnes de mesure est présentée sur les figures 11 et 12.

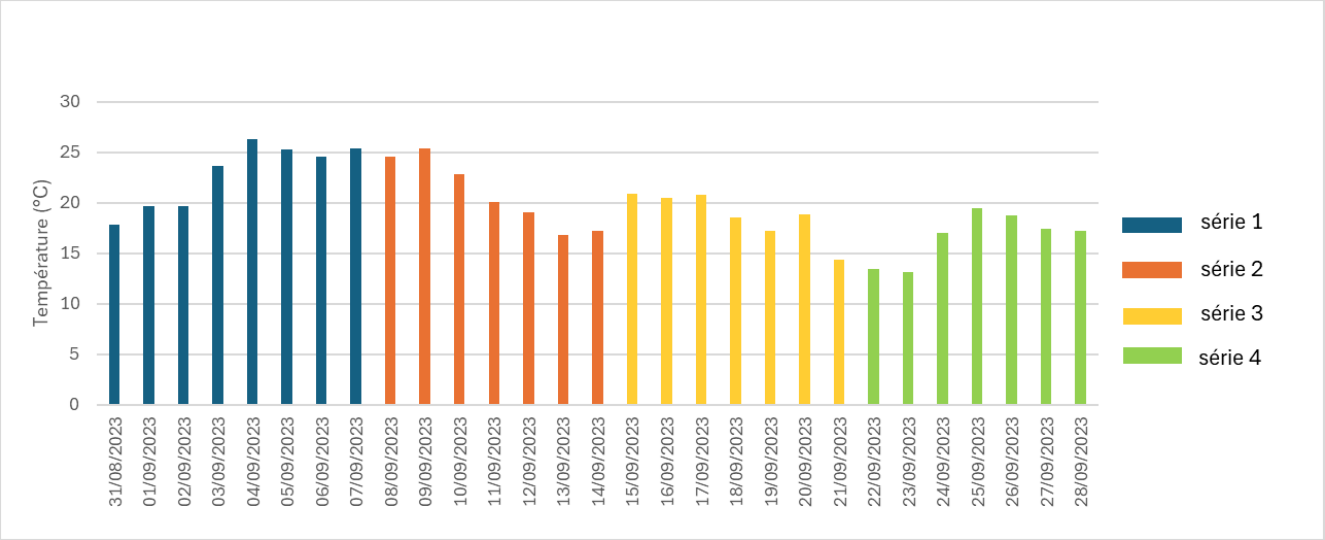


Figure 12 : évolution journalière des températures lors de la campagne estivale (données Météo France)

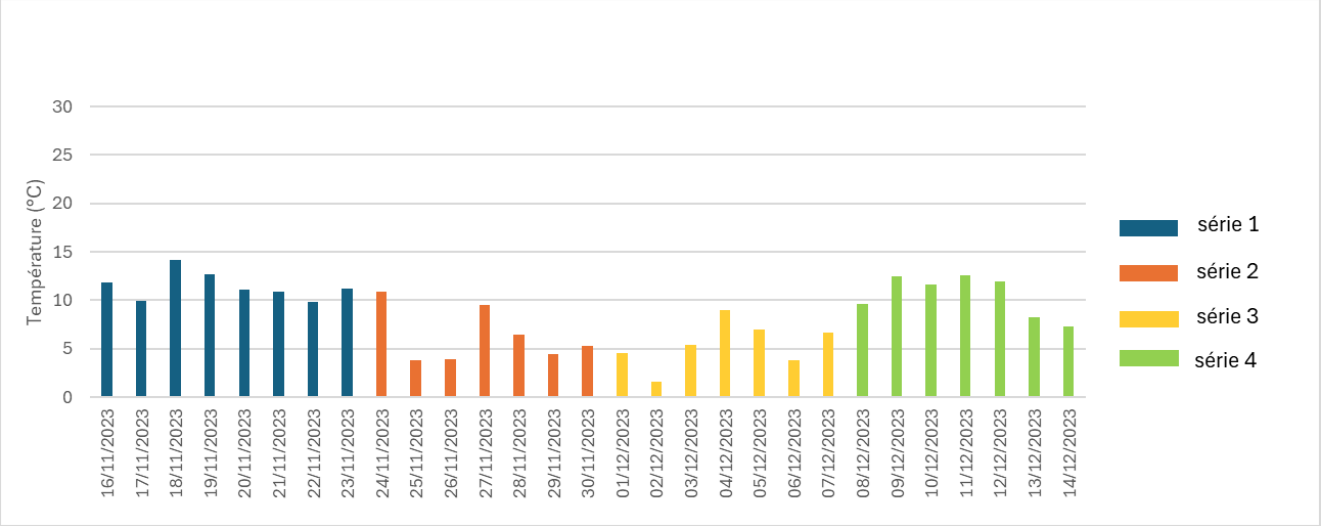


Figure 11: évolution journalière des températures lors de la campagne hivernale (données Météo France)

Pendant la campagne estivale, les températures sont plus importantes sur les séries 1 et 2 de mesure que sur les deux dernières. De plus, sur l'ensemble de la période estivale, les températures sont majoritairement supérieures à la normale du mois de septembre (16.6°C) avec une température moyenne de 18.9°C.

En ce qui concerne la campagne hivernale, lors des séries 1 et 4, les températures sont plus importantes que sur les deux autres séries. Elles dépassent les températures normales mensuelles, de 9.2 °C en novembre et de 6.6°C en décembre, contrairement aux série 2 et 3 pour lesquelles les températures sont régulièrement sous les normales. Pendant cette campagne, la température moyenne était de 8.6°C.

d) Synthèse du contexte météorologique pendant les campagnes

Sur la Figure 13, les conditions météorologiques des deux campagnes de mesure sont comparées aux normales climatiques mensuelles entre 1991 et 2020.

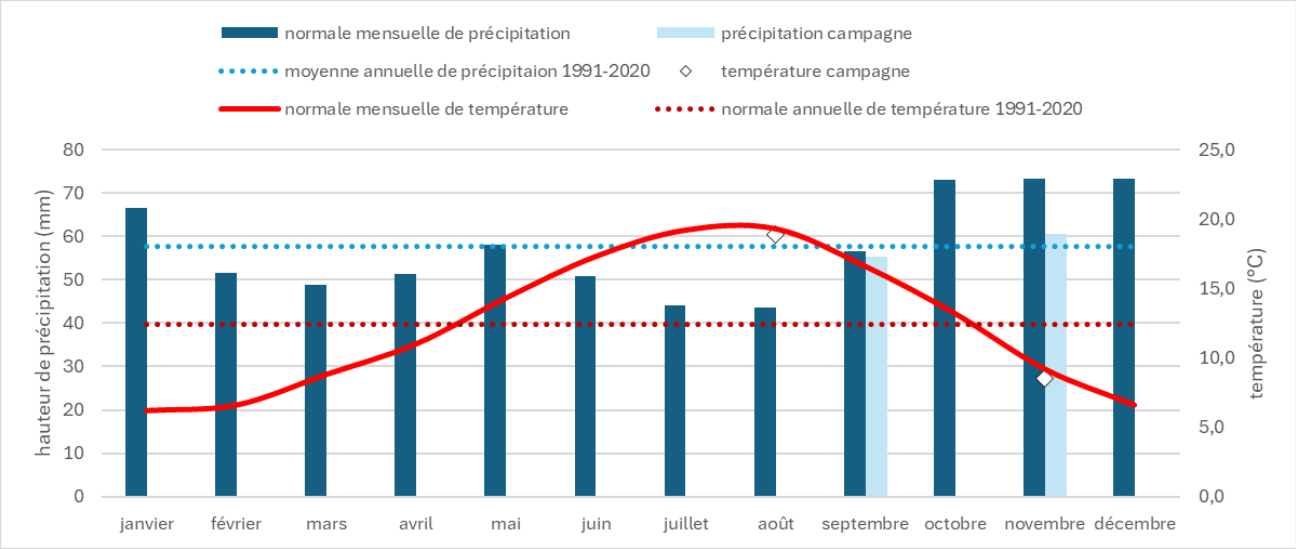


Figure 13: synthèse des conditions météorologiques à Rennes (données Météo France)

Pendant les campagnes estivale et hivernale, les cumuls de précipitations sont respectivement de 55 mm et 61 mm et les températures moyennes de 18.9°C et de 8.6°C. Les températures correspondent aux normales de saisons lors des deux campagnes de même que les précipitations lors de la campagne estivale. Cependant lors de la campagne hivernale, elles sont légèrement inférieures aux normales.

IV.2. Représentativité de la période

L'objectif de ce paragraphe est de situer les périodes retenues pour cette campagne par rapport reste de l'année. Pour ce faire, les mesures de la station Thabor, effectuées toute l'année, sont utilisées.

La Figure 14 ci-après montre l'évolution mensuelle des concentrations en PM10, PM2.5 et en NO_2 à la station Thabor.

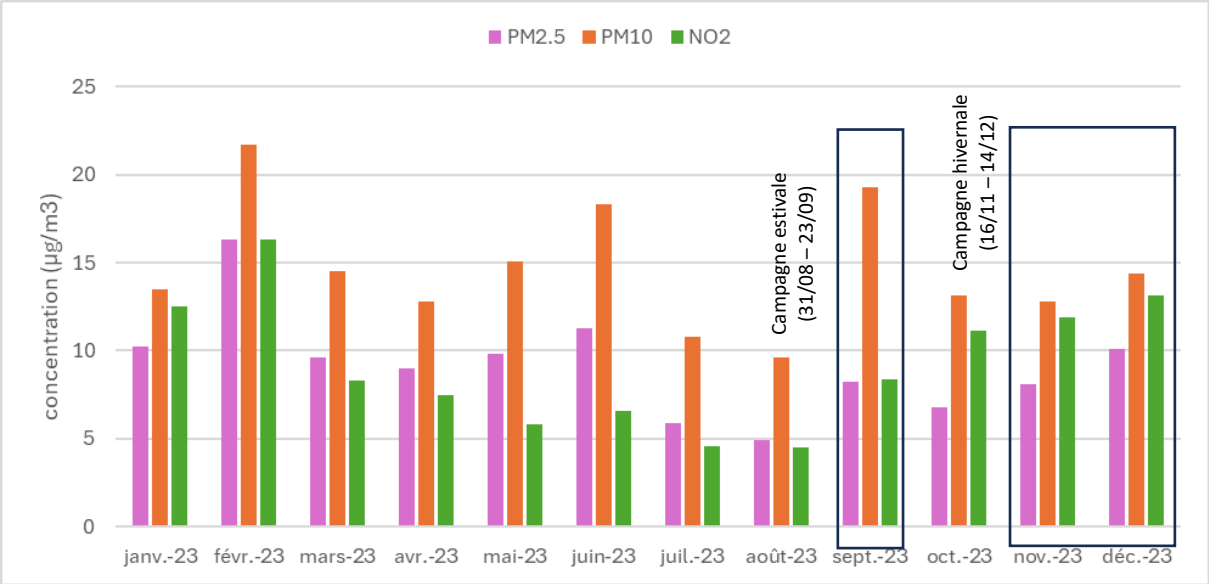


Figure 14: évolution mensuelle des concentrations en PM10, PM2.5 et NO2 à Thabor

Sur la zone d'étude, deux campagnes de mesures de 4 semaines ont été réalisées, une hivernale et une estivale, pour représenter au mieux l'année.

La campagne estivale a eu lieu au mois de septembre 2023 (31/08/2023-28/09/2023), période qui enregistre habituellement les niveaux les plus faibles. La figure 14 montre que lors de ce mois, les concentrations en PM10 sont supérieures aux concentrations observées en juillet et en août. Cela s'explique par un épisode de poussière saharienne ayant eu lieu les 7 et 8 septembre 2023 ce qui a contribué à augmenter les niveaux de particules. Les niveaux de PM2.5 et NO_2 sont proches des minima mensuels observés sur l'année.

En hiver, la campagne de mesure a eu lieu du 16/11 au 14/12/2023. En hiver, les concentrations en PM10, PM2.5 et en NO_2 mesurée à Thabor sont du même ordre grandeur en novembre, décembre et janvier mais sont supérieures en février. Les niveaux mesurés pendant cette campagne de novembre/décembre 2023 peuvent donc être légèrement inférieurs à ceux rencontrés dans des conditions plus hivernales.

Par rapport aux concentrations mesurées toute l'année, les niveaux observés lors des deux campagnes de mesure à Piverdière peuvent donc être supérieurs à ceux rencontrés sur d'autres mois de la période estivale (du fait de l'épisode désertique lors de la campagne) et inférieurs à ceux rencontrés sur d'autres mois de la saison hivernale (du fait de températures plus clémentes en novembre/décembre 23).

IV.3. Trafic routier à proximité de la zone d'étude

Le principal axe routier de la zone d'étude est la rocade (RN136). Le but de cette partie est de comparer ces données afin de caractériser les différences entre les saisons ainsi qu'entre les séries d'une même campagne de mesure. Ces données nous ont été communiquées par la Direction interdépartementale des Routes (DIR) de l'Ouest et sont issues de la station de

comptage la plus proche se trouvant sur la nationale 136 au niveau de de la porte de Cleunay (référence 013+345). L'évolution mensuelle du trafic moyen journalier de l'année 2023 est présentée sur la Figure 15.

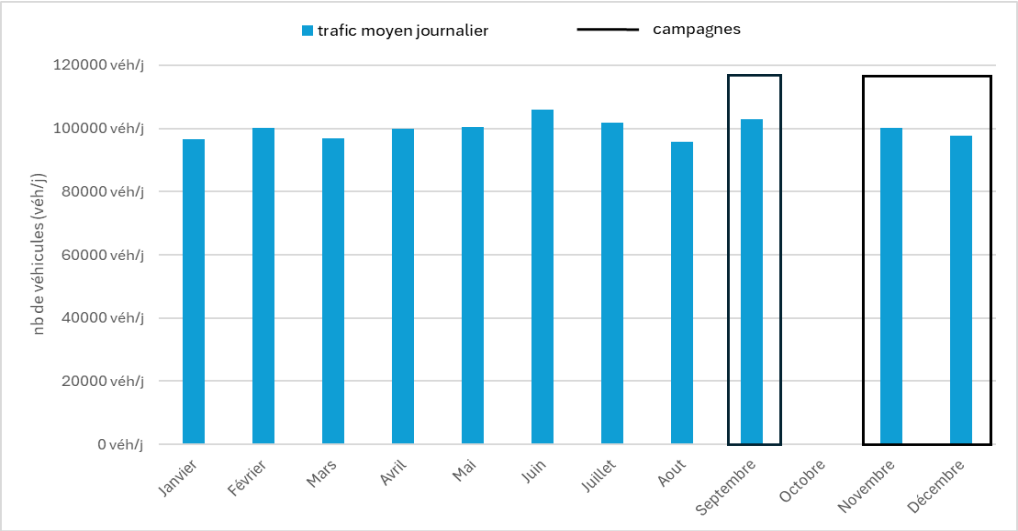


Figure 15: évolution mensuelle du trafic moyen journalier sur la rocade RN136 en 2023 (données DIROuest)

Les conditions de trafic varient peu sur l'ensemble de l'année. Les mois choisis pour les deux campagnes de mesure sont donc représentatifs de l'année 2023.

Les trafics moyens journaliers par campagne, comprenant les poids lourds (PL) et les véhicules légers (VL), sont présentés sur le graphique ci-après. Ces cumuls concernent les deux sens de circulation de la RN136.

Il est à noter que lors de la campagne estivale, les données de trafic étaient indisponibles du 24 au 28 septembre 2023 à cause de dysfonctionnements.

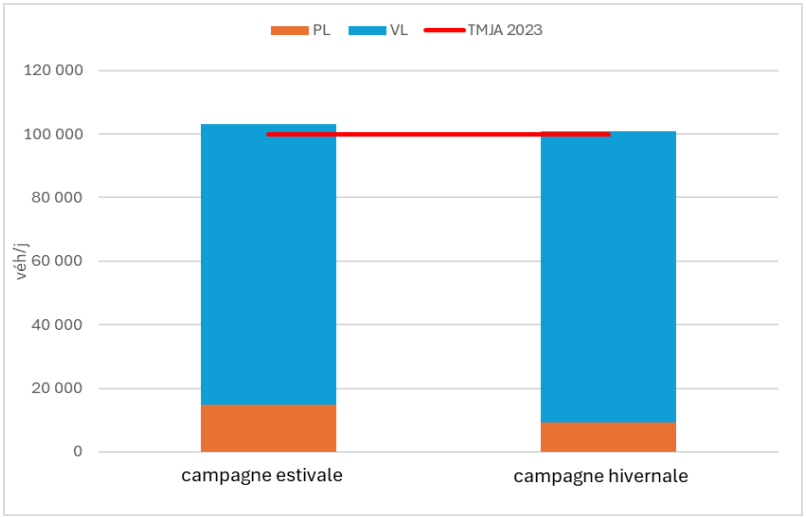


Figure 16: trafic moyen journalier sur la rocade (RN136) lors des deux campagnes de mesures (DIROuest)

Les conditions de trafic observées lors des deux campagnes sont proches du trafic moyen journalier annuel (TMJA) observés en 2023. Le trafic routier sur les deux campagnes est donc représentatif des conditions habituelles de circulation sur la rocade.

V.RESULTATS ET INTERPRETATION DES MESURES

Dans cette partie, les résultats des mesures en PM et en NO_2 sont présentés et interprétés. Les mesures de la zone d'étude sont comparées à celles des stations de mesure réglementaire de notre réseau : la station « Thabor » de typologie urbaine de fond et les stations « Laënnec » et « Les Halles » de typologie urbaine trafic. Ces stations ont deux objectifs différents. Les stations de type urbaine de fond permettent de mesurer les concentrations de fond dans une agglomération, c'est-à-dire les concentrations auxquelles la majorité de la population est exposée. Les stations urbaine trafic permettent de mesurer les concentrations maximales auxquelles la population peut être exposée à proximité d'un axe routier (moins de 10 mètres).

Une première partie est dédiée aux contrôle qualité des résultats des mesures.

V.1. Contrôle qualité des résultats

a) Mesure en continu

Les analyseurs en continu ont fait l'objet d'opérations de maintenance, de vérification et d'étalonnage à fréquence régulière durant la campagne, afin de garantir la qualité des mesures effectuées. Les opérations de vérification et d'étalonnage sont réalisées à partir d'un gaz étalon.

Le taux de fonctionnement enregistré lors de la campagne estivale a donc été de 88.7% pour l'analyseur NO_2, de 89.7% pour les PM10 et de 92.4 % pour les PM2.5.

Lors de la campagne hivernale, le taux de fonctionnement a été de 96.3% pour l'analyseur NO_2, de 98.4% pour les PM10 et les PM2.5.

Sur un site de mesure fixe, un taux de saisie minimale des données de 85% sur la période de mesure doit être assuré afin de garantir une bonne représentativité des données[4].

Au début de la campagne estivale, quelques arrêts du camion laboratoire ont eu lieu à cause de coupure d'électricité. De plus, certaines données ont été invalidées en raison d'activités de terrassements à proximité du camion laboratoire. Cependant le minima de taux de saisie a été respecté pour tous les polluants et lors des deux campagnes de mesure ce qui garantit une bonne représentativité des données.

b) Mesures passives

Le prélèvement par tube passif, bien qu'il constitue une méthode longuement éprouvée, n'est pas considéré comme une méthode de référence comme c'est le cas pour la mesure en continu par analyseur de NO_2. Afin de s'assurer que les résultats des mesures par tube passif sont fiables dans les conditions de l'étude, un tube a été placé au même emplacement que l'analyseur (P12) pour comparaison.

[4] Guide méthodologique pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (LCSQA 2024)

La comparaison entre les résultats des mesures passives et en continu sur le point 12 pour chaque série est présentée sur la Figure 17.

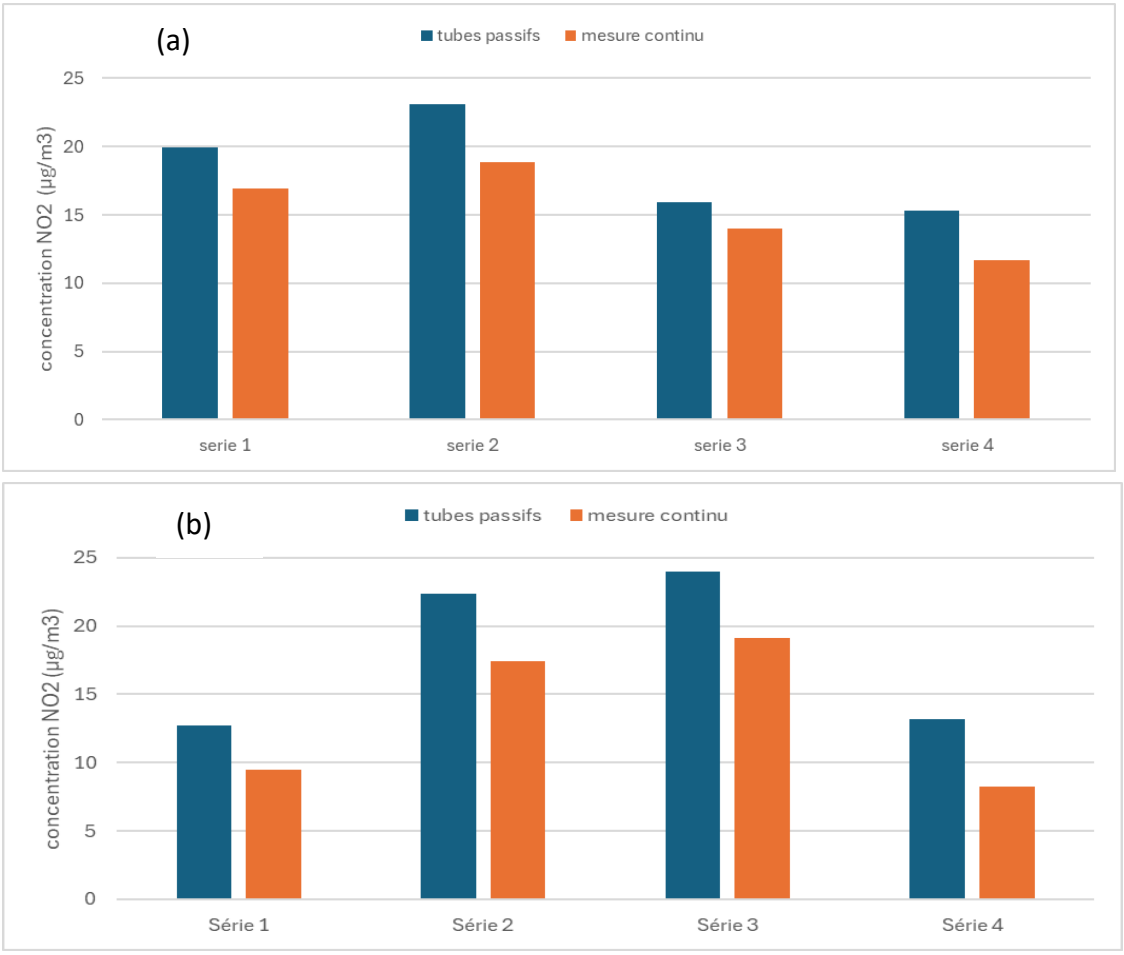


Figure 17: comparaison entre les mesures passives et en continu (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale

La Figure 17 montre que les concentrations mesurées par les tubes sont supérieures à celles mesurées par l'analyseur automatique. L'écart maximal est de 4.9 µg/m^3. Par ailleurs, l'écart entre les mesures passives et en continu est plus faible en été qu'en hiver. L'écart moyen sur les deux campagnes est de 27%.

Les concentrations relevées avec les tubes passifs sont donc surestimées au regard de la mesure analyseur. Il s'agira d'en tenir compte lors de l'interprétation des résultats.

De plus un doublon du point 12 a été réalisé pour chaque série. Les figures 18 et 19 présentent la comparaison des résultats pour ces deux points lors de chacune des campagnes.

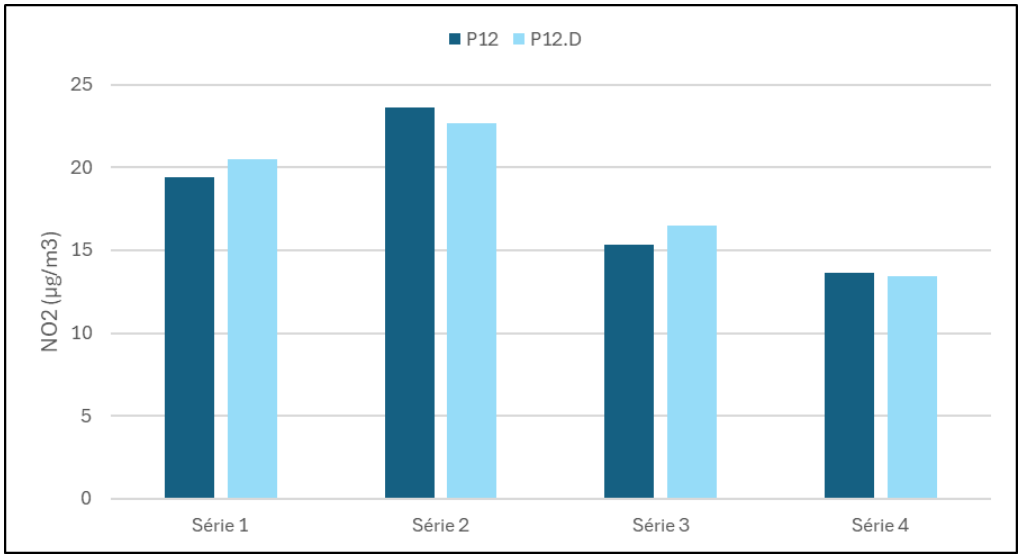


Figure 18: comparaison des résultats du point 12 (P12) et son doublon (P12D) lors de la campagne estivale

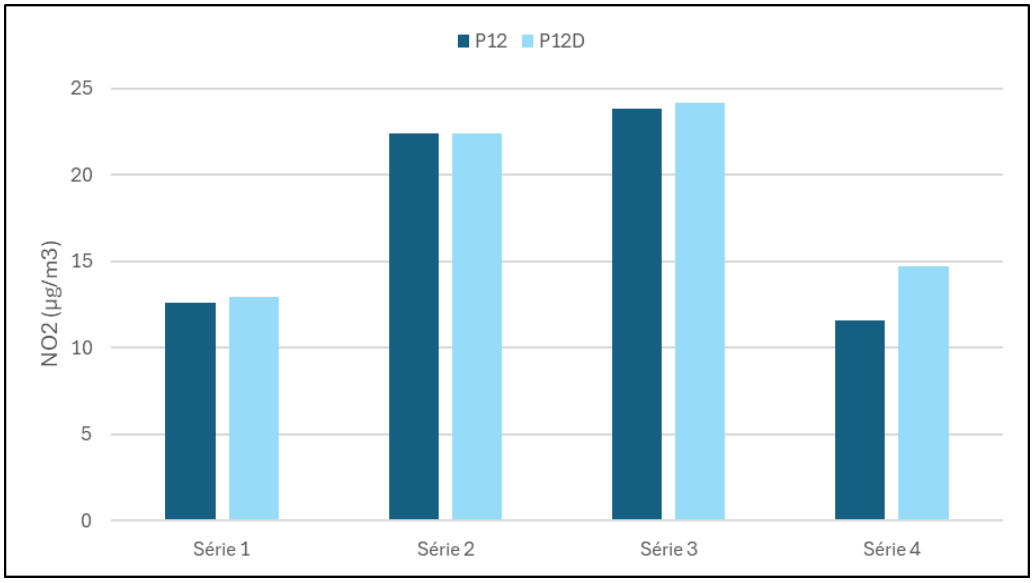


Figure 19: comparaison des résultats du point 12 (P12) et son doublon (P12D) lors de la campagne hivernale

Lors des deux campagnes, l'écart entre la mesure du tube passif 12 (P12) et celle de son doublon (P12D) est faible sur les 4 séries de prélèvement, avec un écart moyen de 3.4%. L'écart maximum atteint est de 3 µg/m^3 lors de la 4ème série de prélèvement hivernale.

V.2. Représentativité de la moyenne annuelle estimée

Les résultats des mesures effectuées au station réglementaire lors de chaque campagne de mesure sont moyennés pour obtenir une moyenne annuelle estimée couvrant 14% de l'année, ce qui correspond au taux de couverture temporelle minimale d'échantillonnage pour la détermination d'une moyenne annuelle selon la réglementation en vigueur.

Cette moyenne annuelle estimée est comparée avec la moyenne annuelle réelle 2023 (calculée à partir des données collectées sur l'ensemble de l'année à la même station). Ce travail permet de vérifier la représentativité des moyennes annuelles estimées à partir des données collectées pendant les deux campagnes.

Cette comparaison est présentée dans le tableau 5 ci-après.

Tableau 5: comparaison entre les moyennes annuelles mesurées et celles estimées à partir des données lors des deux campagnes de mesure

	PM10			PM2.5			NO_2		
Station de mesure	**Moyenne annuelle 2023 (µg/m³)**	**Moyenne annuelle estimée (µg/m³)**	**Ecart relatif**	**Moyenne annuelle 2023 (µg/m³)**	**Moyenne annuelle estimée (µg/m³)**	**Ecart relatif**	**Moyenne annuelle 2023 (µg/m³)**	**Moyenne annuelle estimée (µg/m³)**	**Ecart relatif**
Thabor	14.5	16.5	+14%	9.1	8.9	-2%	9.2	11.5	+25%
Les Halles							21.8	27.6	+27%
Laënnec	15.6	17.9	+15%	8.7	8.9	+2%	17.9	20.9	+17%

Les estimations des moyennes annuelles sont plus ou moins proches des moyennes annuelles réelles selon les polluants étudiés. Les écarts sont cohérents entre stations pour chaque polluant.

Pour les PM2.5, sur les deux stations de mesure, l'écart entre les deux moyennes n'est que de +/- 2% ce qui est peu significatif.

En ce qui concerne les PM10, l'estimation de la moyenne annuelle est supérieure à la moyenne annuelle réelle avec un écart de l'ordre de +15%. Ce constat pourrait s'expliquer par la survenue de l'épisode de particules désertiques pendant la campagne estivale qui a contribué à augmenter les niveaux.

De même, pour le dioxyde d'azote, la moyenne annuelle estimée est supérieure à la moyenne réelle, avec des écarts relatifs qui varient entre 17% et 27%.

Pour deux paramètres, les moyennes annuelles estimées à partir des données de la campagne sont supérieures à celles calculées à partir des données collectées sur l'ensemble de l'année. Cette surestimation liée aux concentrations relevées durant les deux campagnes sera à prendre en compte lors de l'interprétation des résultats.

V.3. Résultats des mesures

a) Evolution spatiale des concentrations en dioxyde d'azote

Le tableau 6 ci-après présente les résultats des mesures en NO_2 pour chaque campagne de mesure (moyenne des 4 séries).

Ces résultats sont moyennés pour obtenir des **moyennes annuelles estimées** couvrant 14% de l'année, ce qui correspond au taux de couverture temporelle minimale d'échantillonnage pour la détermination d'une moyenne annuelle selon la réglementation en vigueur.

On observe que les moyennes annuelles sont toutes inférieures à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine (40 µg/m^3).

Concernant la valeur guide de l'OMS (10 µg/m^3), celle-ci est dépassée sur tous les sites de mesure. Le bruit de fond urbain de Rennes dépasse également cette valeur comme le montre la station Thabor (11.5 µg/m^3).

Par ailleurs, la valeur limite de 20 µg/m^3 à respecter en 2030 a été dépassée seulement par les points les plus proches de la rocade (P1, P6, P11, P14).

Tableau 6: résultats des mesures de NO_2 passives

Point de mesure	Moyenne campagne estivale	Moyenne campagne hivernale	Moyenne annuelle estimée
P1	30	26	**28**
P2	18	16	**17**
P3	16	17	**16**
P4	14	16	**15**
P5	13	18	**16**
P6	26	25	**25**
P7	17	17	**17**
P8	14	15	**14**
P9	13	15	**14**
P10	13	14	**14**
P11	30	29	**30**
P12	15	14	**15**
P13	16	15	**15**
P14	23	23	**23**
P15	15	17	**16**
P16	11	13	**12**
T	8	9	**8**
Les Halles (UT)	28.2	26.5	**27.6**
Laennec (UT)	19	22.9	**20.9**
Thabor (UF)	8.3	14.8	**11.5**
Valeur limite en vigueur (R221-1)			**40**
Valeur limite Directive CE 2030			**20**
Valeur guide OMS			**10**

UF : Urbain de fond

UT : Urbain trafic

La carte ci-après permet de visualiser les niveaux mesurés sur la zone d'étude, en fonction de la valeur limite en vigueur (40 µg/m^3). Rappelons que la valeur guide de l'OMS est dépassée sur l'ensemble des sites (excepté le témoin très éloigné de la rocade).

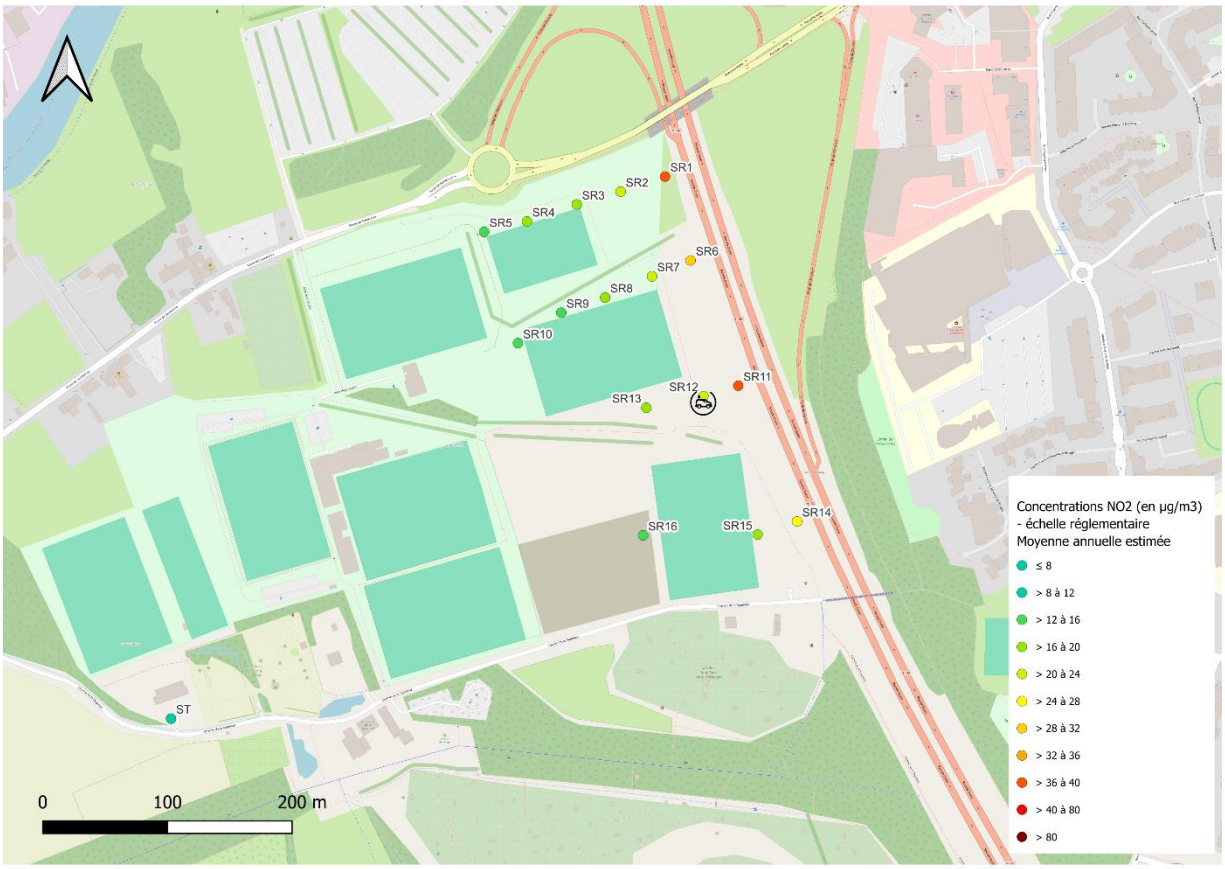


Figure 20: carte des concentrations moyennes annuelles de NO_2 sur le site de la Piverdière

Les concentrations les plus importantes sont observées sur les points les plus proches de la rocade (23 à 30µg/m^3), puis elles diminuent progressivement en s'éloignant des voies de circulation.

La figure 21 présente l'évolution des moyennes annuelles estimées pour chacun des 4 transects perpendiculaires à la rocade.

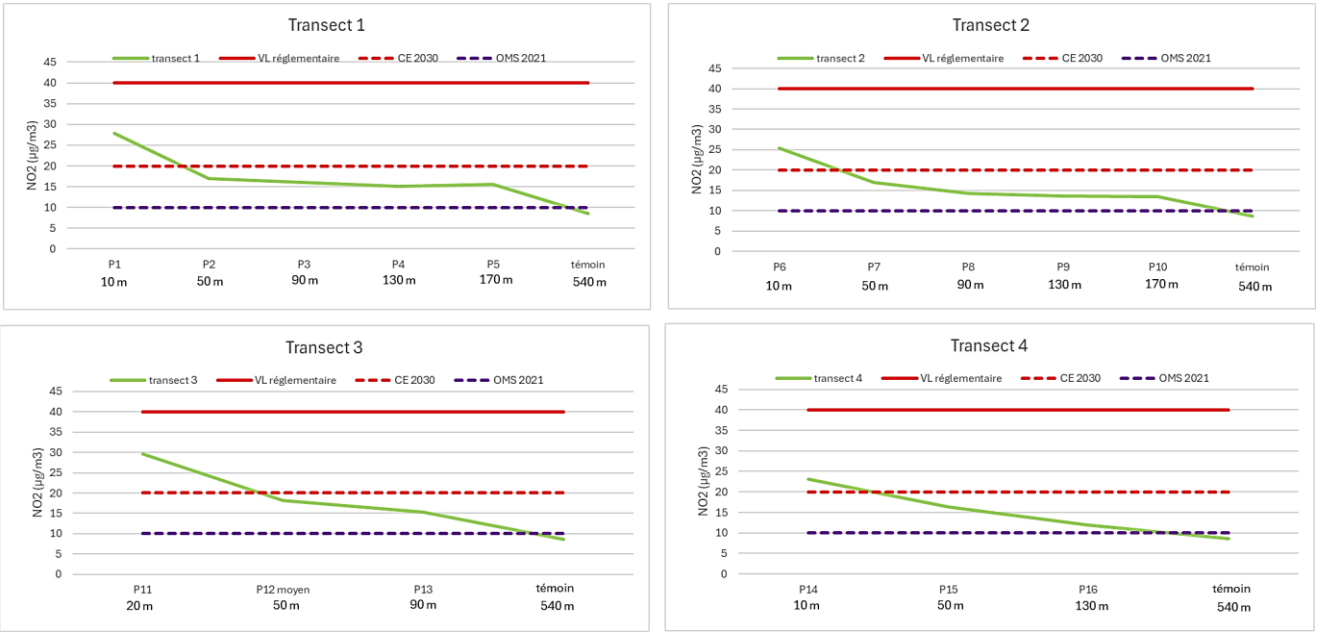


Figure 21: évolution des concentrations annuelles de NO_2 sur chacun des transects

Sur chacun des transects, le point le plus proche de la rocade présente la concentration moyenne annuelle la plus importante. Ces concentrations sont inférieures à la valeur limite actuelle mais elles dépassent celle de la nouvelle Directive 2030.

Les concentrations mesurées diminuent progressivement en s'éloignant de la rocade pour atteindre la valeur limite de 2030 à environ 50 mètres de la rocade et des valeurs minimales comprises entre 10 et 15 µg/m^3 à une centaine de mètres de la rocade.

Par ailleurs, les niveaux mesurés par les tubes sur la zone d'étude ont été comparés à ceux mesurés par les différentes stations permanentes de Rennes : Thabor, Les Halles et Laënnec (figure 22). Les distances de chacun des points de la zone d'étude par rapport au bord des voies de la rocade sont également indiquées.

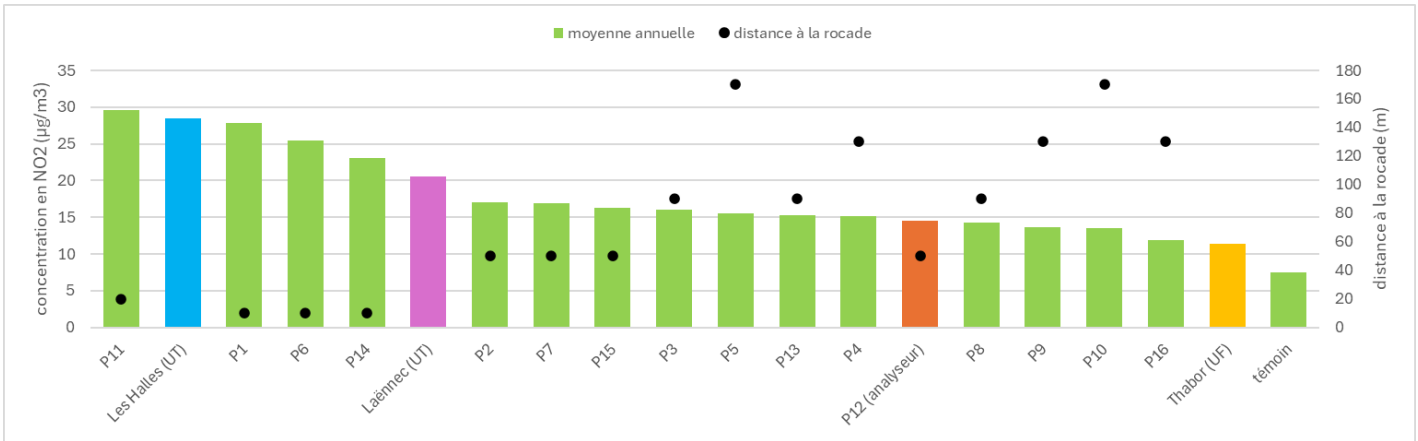


Figure 22: comparaison des concentrations moyennes annuelles en NO2 sur différents points de mesure

La figure 22 montre que les concentrations en NO2 les plus élevées (comprises entre 20 et 30 µg/m^3) ont été relevés sur les 4 points les plus proches des voies de la rocade (10-20m), ainsi qu'au niveau des station trafic de Rennes (Les Halles et Laënnec).

La décroissance des niveaux de dioxyde d'azote est rapide dans les 50 premiers mètres des voies. La 2nde rangée de points situés à 50 mètres du bord des voies présente des niveaux de l'ordre de 15 µg/m^3.

Au-delà de 50 mètres, les niveaux diminuent plus lentement en fonction de l'éloignement à la rocade. Ils sont de l'ordre de 10 à 15 µg/m^3.

Seul le témoin, très éloigné des axes de circulation, présente une concentration inférieure à 10 µg/m^3 (valeur guide OMS).

b) Evolution temporelle des niveaux de dioxyde d'azote

Un analyseur automatique de NO_2 a été mis en place sur la zone d'étude à environ 50 mètres de la rocade, aux abords d'un terrain de football. Cette méthode de mesure présente les intérêts suivants en complément des prélèvements par tube passif :

- Suivi de l'évolution temporelle des niveaux horaires et comparaison des mesures au seuil réglementaire horaire de 200 µg/m^3 pour le NO_2 (à ne pas dépasser plus de 18h/an) défini sur ce même pas de temps
- Comparaison des niveaux aux valeurs guides journalières de l'OMS (de 25 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 5 j/an)
- Comparaison des niveaux à ceux d'autres stations rennaises équipées d'un dispositif équivalent, à savoir dans le cadre de cette étude la station urbaine de fond Thabor et aux stations urbaines trafic Laënnec et Les Halles.
- Identification des sources d'influence en croisant les données horaires et les conditions de vents.

Les tableaux 7 et 8 ci-dessous présentent une synthèse statistique des mesures en continu de NO_2 lors des campagnes de mesure estivale et hivernale. Les maximum horaires et journaliers sont comparés aux seuils de référence et aux mesures des stations Thabor (UF), Laënnec et les Halles (UT).

Tableau 7: synthèse des mesures en continu de NO_2 lors de la campagne estivale

NO_2 été	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)	Station les Halles (UT)
Données horaires				
Valeur limite	200 µg/m³ en moyenne horaire			
1er quartile	5.3	4.2	11.8	16.2
Médiane	12.4	6.4	17.1	23.8
Moyenne	15.3	8.3	19.0	28.7
3ème quartile	21.3	9.9	23.4	35.3
Maximum horaire	95.3	38.0	70.8	170.1
Données journalières				
Valeur guide OMS	25 µg/m³ en moyenne journalière			
Valeur limite 2030	50 µg/m³ en moyenne journalière			
Maximum journalier	28.1	15.7	32.2	51.5

Lors de la campagne estivale, la valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne horaire (200 µg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site de la zone d'étude (maximum horaire : 95.3 µg/m³) ni sur les sites de mesure permanent (maximum horaire : 170.1 µg/m³ à la station Les Halles). Cependant, la valeur guide de l'OMS en moyenne journalière (25 µg/m³) a été dépassée sur tous les sites sauf à Thabor. En ce qui concerne les valeurs limite de 2030, la moyenne horaire correspond à la valeur limite actuelle. Cependant, la limite journalière de 50 µg/m³ n'a été dépassée que sur le site des Halles.

Tableau 8 : synthèse des mesures en continu de NO_2 lors de la campagne hivernale

NO_2 hiver	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)	Station les Halles (UT)
Données horaires (µg/m³)				
Valeur limite	200 µg/m³ en moyenne horaire			
1er quartile	3.6	6.9	11.2	15.0
Médiane	9.1	10.9	20.1	24.6
Moyenne	13.7	14.6	22.9	26.4
3ème quartile	21.6	19.4	31.6	36.0
Maximum horaire	65.2	61.2	71.5	66.2
Données journalières (µg/m³)				
Valeur guide OMS	25 µg/m³ en moyenne journalière			
Valeur limite 2030	50 µg/m³ en moyenne journalière			
Maximum journalier	30.6	28.1	39.9	38.4

De même, lors de la campagne hivernale, la valeur limite en moyenne horaire n'a jamais été dépassée sur aucun des sites de mesure (maximum horaire : 65.2 µg/m^3 sur le site d'étude et 71.5 µg/m^3 atteint à Laënnec pour les sites permanents). La valeur guide de l'OMS a été dépassée sur tous les sites de mesure. Par ailleurs, les valeurs limites de 2030 n'ont été dépassées sur aucun des sites sur cette période.

La figure 23 ci-dessous présente l'évolution journalière des mesures en NO_2 sur la zone d'étude (pt 12 nommé 'Piverdière') et aux stations Thabor, Laënnec et les Halles. Lors de la campagne hivernale, les trois sites ont une évolution différente, cependant les niveaux mesurés sur le site de Piverdière sont toujours inférieurs à ceux mesurés sur les sites de trafic. En été, l'évolution des concentrations à Piverdière se rapprochent de l'évolution des concentrations sur les sites de trafic.
Sur le site de Piverdière, la valeur guide de l'OMS (25 µg/m^3 en moyenne journalière) a été dépassée sur deux périodes en hiver, du 29 novembre au 1er décembre et le 6 décembre. Cette valeur guide a aussi été dépassée en été, les 6,9 et 16 septembre 2023. Sur cette période, quelques données jours sont manquantes à Piverdière notamment pendant le maximum atteint aux Halles.

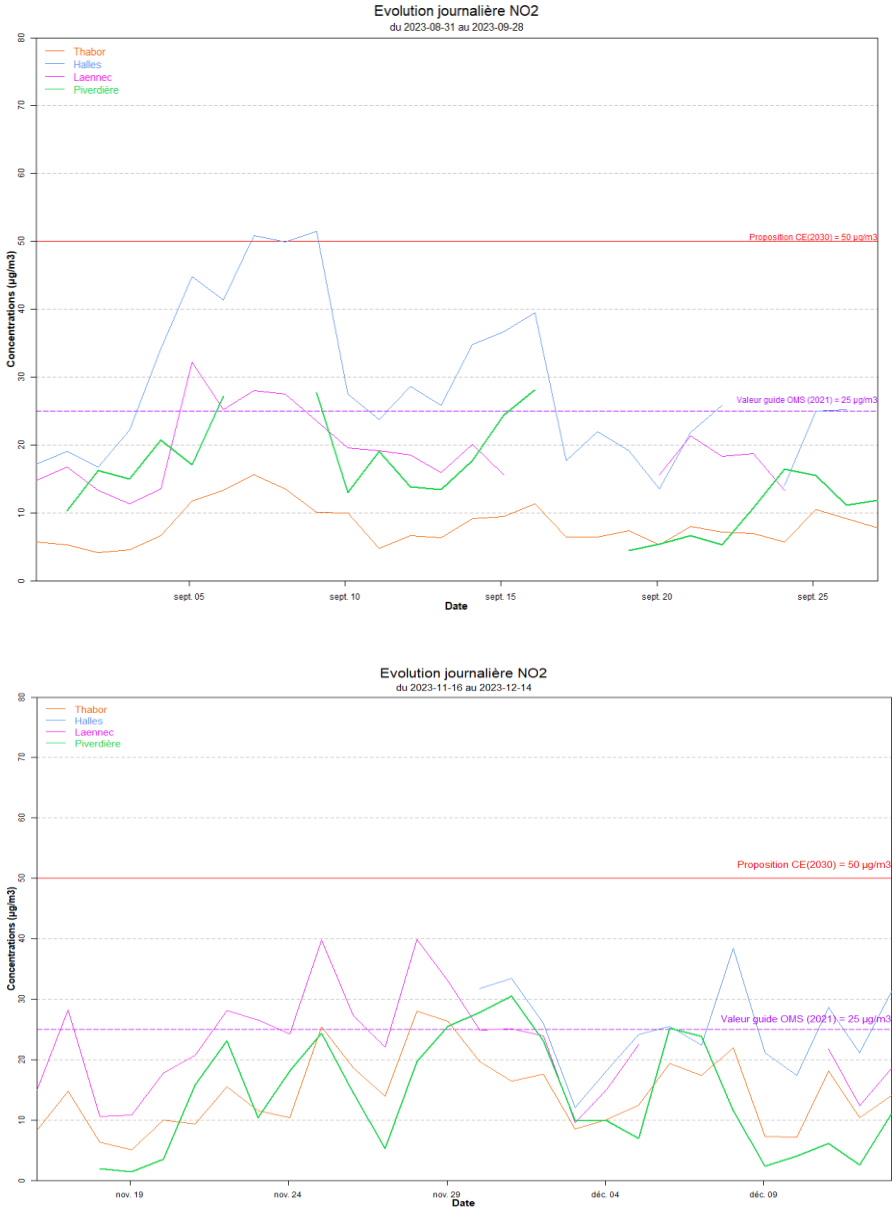


Figure 23: évolution journalière des concentrations en NO_2 sur les 4 sites de mesures

La figure 24 ci-après présente les profils journaliers des concentrations en NO_2 mesurées par le camion laboratoire sur le point 12 et par les stations Thabor (UF), Laënnec et les Halles (UT) sur la même période.

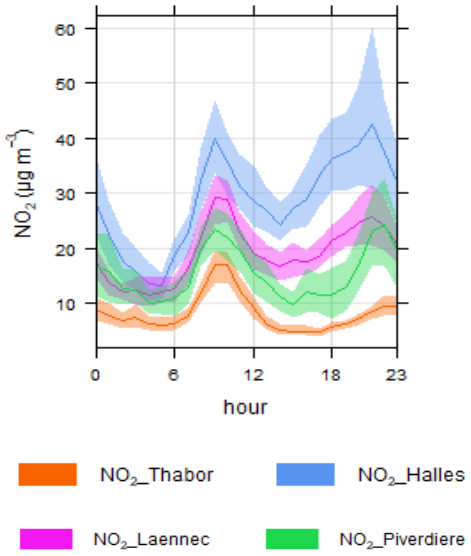


Figure 24: profils journaliers des concentrations en NO_2 sur les quatre sites de mesure

Les profils sont très proches entre les analyseurs, deux pics de concentration sont présents au cours de la journée : le matin (8h) et en début de soirée (18-19h). Ils correspondent aux heures où le trafic est le plus important (début et fin de la journée de travail). L'intensité de ces pics varient en fonction des sites, avec une amplitude minimale sur le site de Thabor. Sur le site de Piverdière, les amplitudes des pics sont inférieures à ceux observés sur les stations trafic. Cela peut s'expliquer par un éloignement supérieur du point de mesure sur la zone d'étude, une meilleure dispersion des concentrations

La figure 25 ci-après présente les jeux de données horaires des deux campagnes sous forme de box plot (boîte à moustaches).

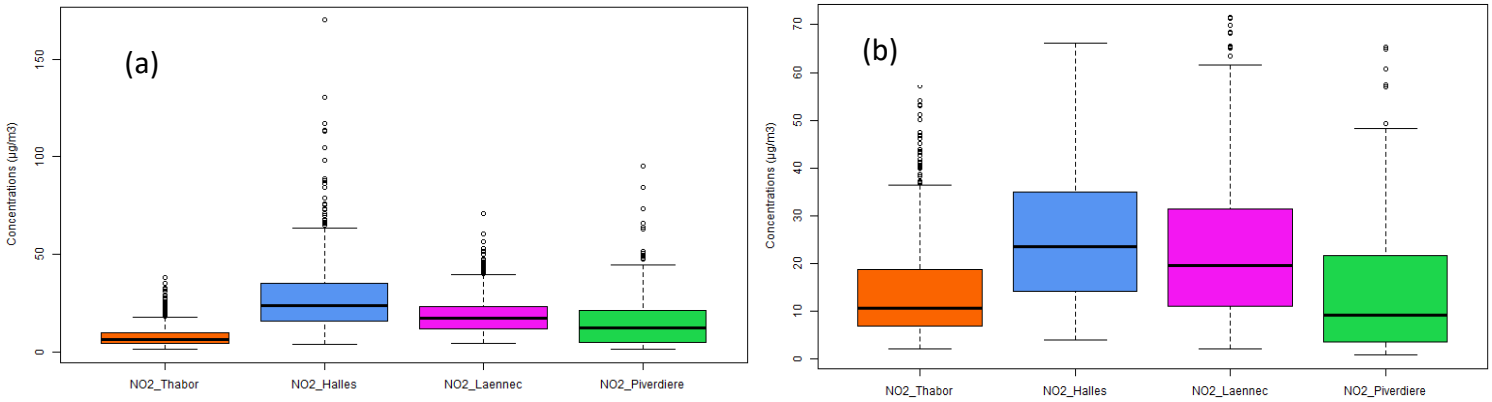


Figure 25: box plot pour le NO_2 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale

En été, les niveaux sur le site de Piverdière sont similaires à ceux observés sur le site de trafic de Laënnec mais ils sont inférieurs à ceux mesurés sur le site Les Halles (figure 25). Cependant en hiver, les niveaux sur la zone d'étude sont comparables à ceux de Thabor tandis que les deux sites de typologie urbaine trafic (Laënnec et Les Halles) présentent des niveaux plus élevés. Rappelons qu'en l'absence de vent d'Est durant la campagne hivernale (cf chapitre IV.1.a), le site de mesure Piverdière a peu été exposé aux émissions liées au trafic routier sur la rocade ce qui peut expliquer les niveaux plus bas mesurés.

Par ailleurs, pour préciser l'origine des concentrations mesurées et donc la localisation des sources d'émissions majoritaires, les mesures de l'analyseur automatique ont été croisées aux données de directions et vitesse des vents sous la forme de polar plot (figure 26).

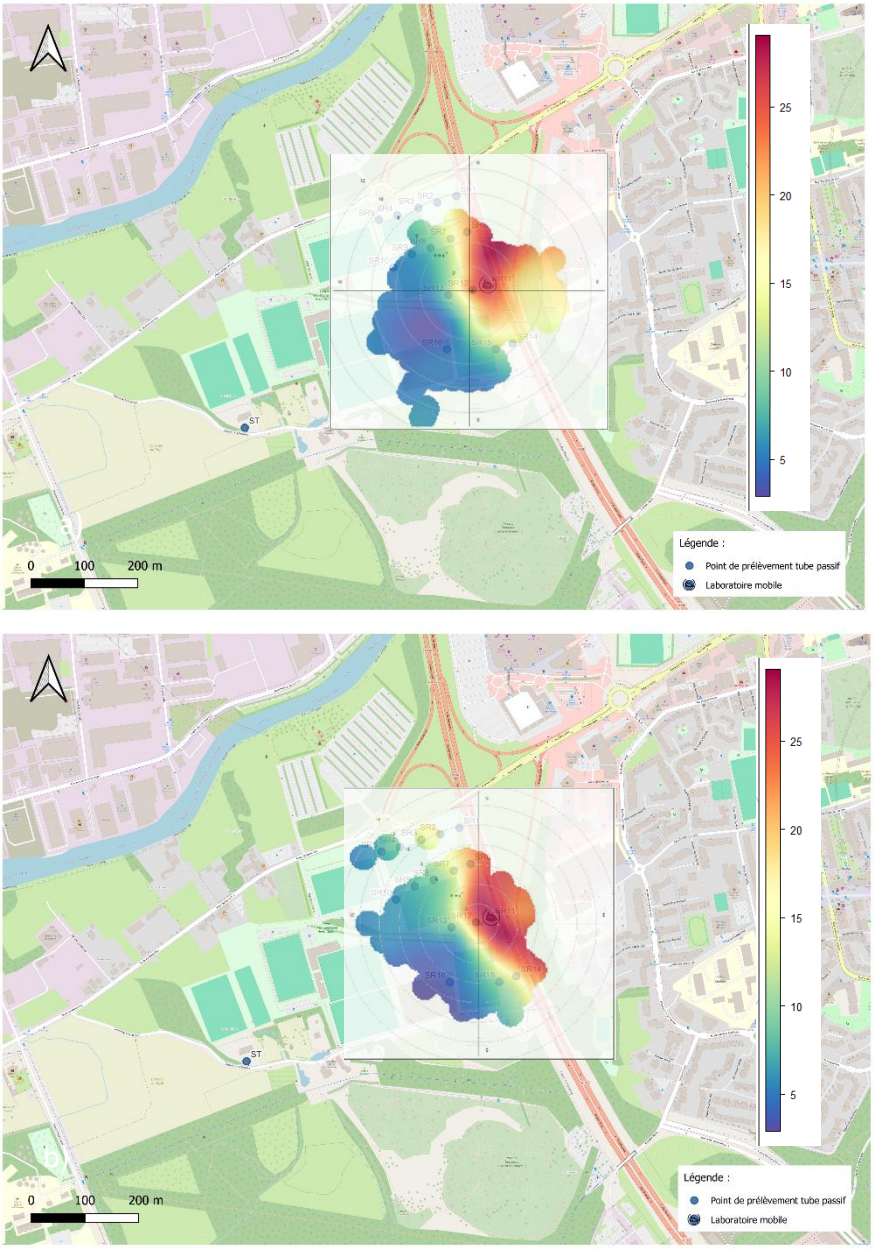


Figure 26: polar plot des concentrations moyenne de NO_2 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale

La figure 26 montre l'influence marquée des émissions liées au trafic routier sur les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le point 12 (situé à 50 mètres des voies), l'été comme l'hiver.
Bien que les vents en provenance de la rocade ont été peu représentés durant les campagnes, les concentrations sont nettement plus élevées en provenance de cette direction.

c) Evolution temporelle des niveaux de particules fines PM10

Lors des campagnes de mesures réalisées à Piverdière, les PM10 ont été mesurée par un analyseur automatique placé dans le camion laboratoire (P12). Les tableaux 9 et 10 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en PM10. Les maximums journaliers sont comparés aux seuils de référence et aux mesures des stations de surveillance réglementaire Thabor (UF) et Laënnec (UT).

Tableau 9: synthèse des mesures en continu de PM10 lors de la campagne estivale

PM10 été	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)
Valeur limite actuelle	50 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur limite CE 2030	45 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur guide OMS	45 µg/m^3 en moyenne journalière		
Minimum	5.2	5.6	6.4
1er quartile	8.9	9.5	10.1
Médiane	10.8	12.5	13.1
Moyenne	15.1	19.5	20.2
3ème quartile	13.3	19.5	18.6
Maximum	52.3	59.7	66.1

Tableau 10: synthèse des mesures en continu de PM10 lors de la campagne hivernale

PM10 hiver	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)
Valeur limite	50 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur limite CE 2030	45 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur guide OMS	45 µg/m^3 en moyenne journalière		
Minimum	5.0	6.0	6.6
1er quartile	8.1	9.8	12.1
Médiane	10.6	12.5	15.8
Moyenne	12.7	14.1	16.4
3ème quartile	23.2	18.8	20.2
Maximum	30.6	25.1	29.6

Lors de la campagne estivale, les concentrations en PM10 ont dépassé la valeur limite journalière de 50 µg/m^3 sur tous les sites de mesure, cependant en hiver, aucun site n'a dépassé la valeur limite ni la valeur guide de l'OMS.

La figure 27 ci-dessous présente l'évolution journalière des mesures en PM10 sur la zone d'étude (camion laboratoire) et aux stations Thabor (UF) et Laënnec (UT) lors de la campagne estivale.

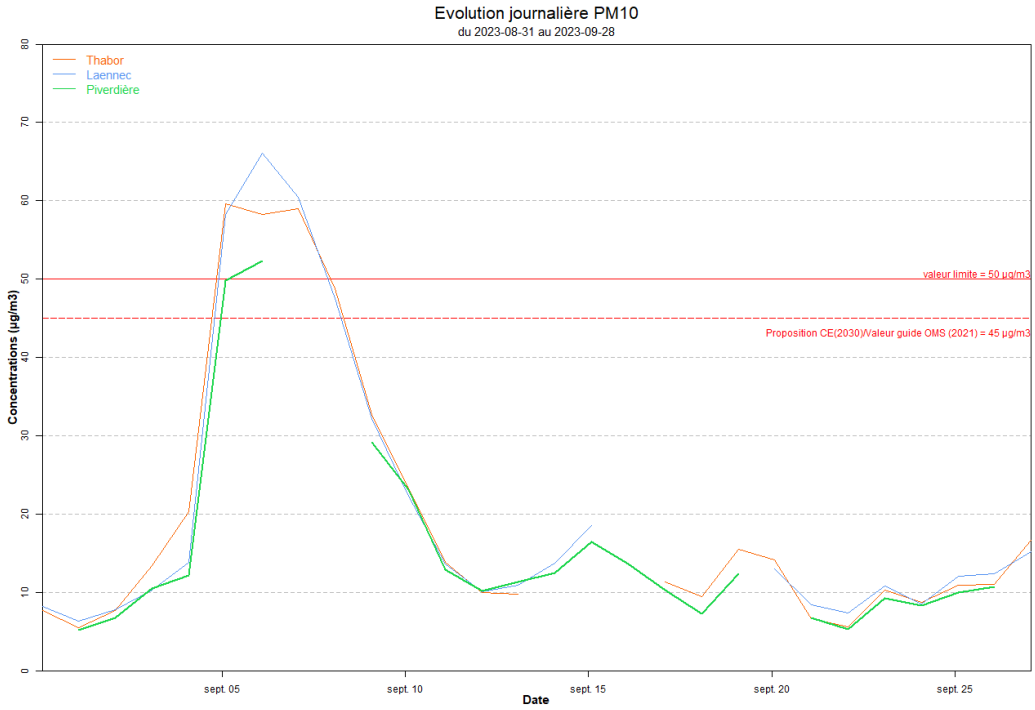


Figure 27: évolution journalière de la concentration en PM10 lors de la campagne estivale

On peut voir que les variations journalières sont proches entre les trois sites de mesure lors de la campagne estivale (figure 27) et de celle hivernale (annexe 2). Lors de la campagne estivale, la valeur limite et la valeur guide de l'OMS ont été dépassée deux fois (5 et 6 septembre 2023), cependant des données sont manquantes sur cette période. Ce pic est lié à un épisode de particules désertiques.

La figure 28 ci-après présente les jeux de données horaires de la campagne sous forme d'un box plot (boîte à moustaches).

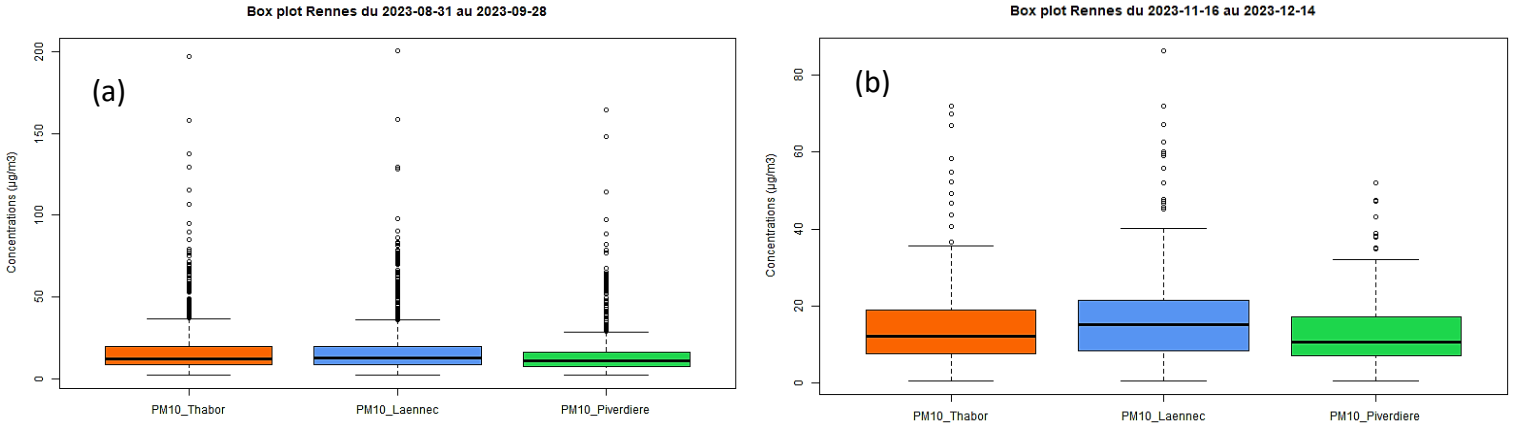


Figure 28: box plot pour les PM10 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale

Pour les trois sites de mesure, les concentrations médianes en PM10 sont du même ordre de grandeur en hiver et en été mais les maximums atteints sont plus importants en été en raison de l'épisode de particules désertiques.
Lors de la campagne de mesure estivale, les niveaux en PM10 observés sont similaires sur les 3 sites tandis qu'en hiver ils sont légèrement inférieurs sur le site de Piverdière.

d) Evolution temporelle des niveaux de particules fines PM2.5

Lors des deux campagnes de mesure sur le site de Piverdière, les PM2.5 ont été mesurées par l'analyseur automatique placé dans le camion laboratoire.
Les tableaux 11 et 12 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en PM2.5 réalisées sur le site P12 (camion laboratoire). Les maximums journaliers sont comparés aux seuils de référence et aux mesures des stations Thabor (UF) et Laënnec (UT).

Tableau 11: synthèse des mesures en continu de PM2.5 lors de la campagne estivale

PM2.5 Eté	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)
Valeur limite CE 2030	25 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur guide OMS	15 µg/m^3 en moyenne journalière		
Minimum	2.3	2.7	2.9
1er quartile	4.6	5.0	4.4
Médiane	5.8	6.2	5.7
Moyenne	6.9	8.2	7.8
3ème quartile	7.4	8.5	8.0
Maximum	16.6	20.2	19.4

Tableau 12: synthèse des mesures en continu de PM2.5 lors de la campagne hivernale

PM2.5 Hiver	Camion laboratoire (pt 12)	Station Thabor (UF)	Station Laënnec (UT)
Valeur limite CE 2030	25 µg/m^3 en moyenne journalière		
Valeur guide OMS	15 µg/m^3 en moyenne journalière		
Minimum	3.1	3.6	3.8
1er quartile	4.5	5.2	6.0
Médiane	6.6	7.5	8.2
Moyenne	8.4	9.8	9.9
3ème quartile	11.7	14.5	13.7
Maximum	20.7	22.6	21.5

Actuellement aucune valeur limite n'existe pour la concentration en PM2.5 dans l'air sur un pas de temps journalier cependant la nouvelle Directive CE 2030 fixe une valeur limite de 25 µg/m^3 en moyenne journalière. Cette valeur n'a jamais été dépassée pendant les deux campagnes de mesure, cependant la valeur guide de l'OMS de 15 µg/m^3 a été dépassée sur tous les sites de mesure sur les deux campagnes.

La figure 29 présente l'évolution journalière des concentrations en PM2.5 sur les sites de Piverdière, Thabor et Laënnec lors de la campagne estivale.

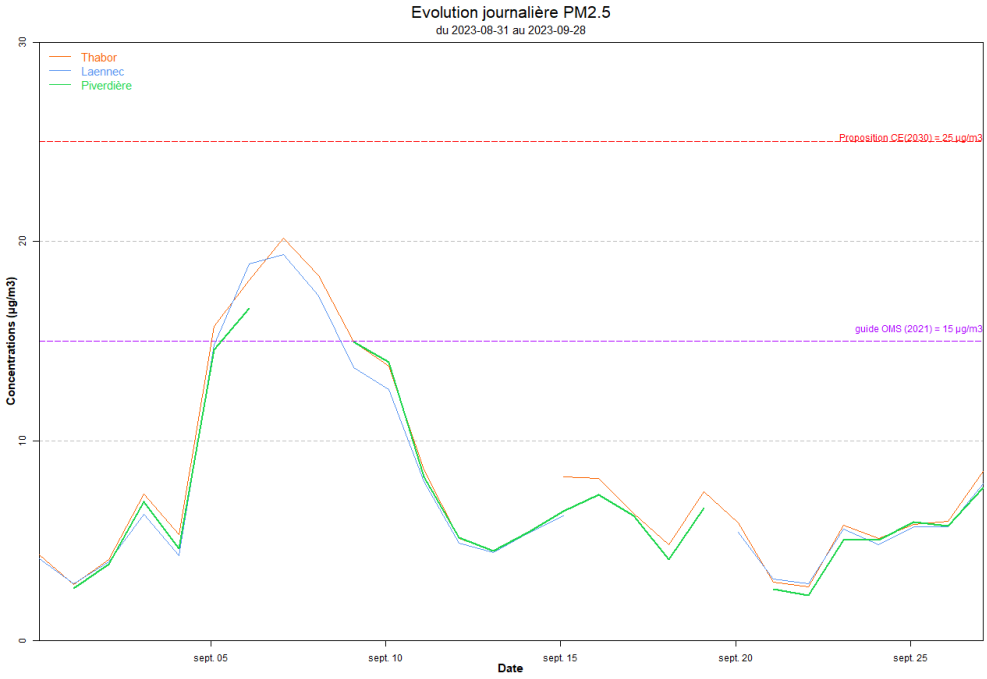


Figure 29: évolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne estivale

De même que pour les PM10, l'évolution des concentrations en PM2.5 est proche sur les trois sites de mesure lors de la campagne estivale (figure 29) et lors de la campagne hivernale (annexe 3).

La figure 30 ci-après présente les jeux de données horaires de la campagne sous forme d'un box plot (boîte à moustaches).

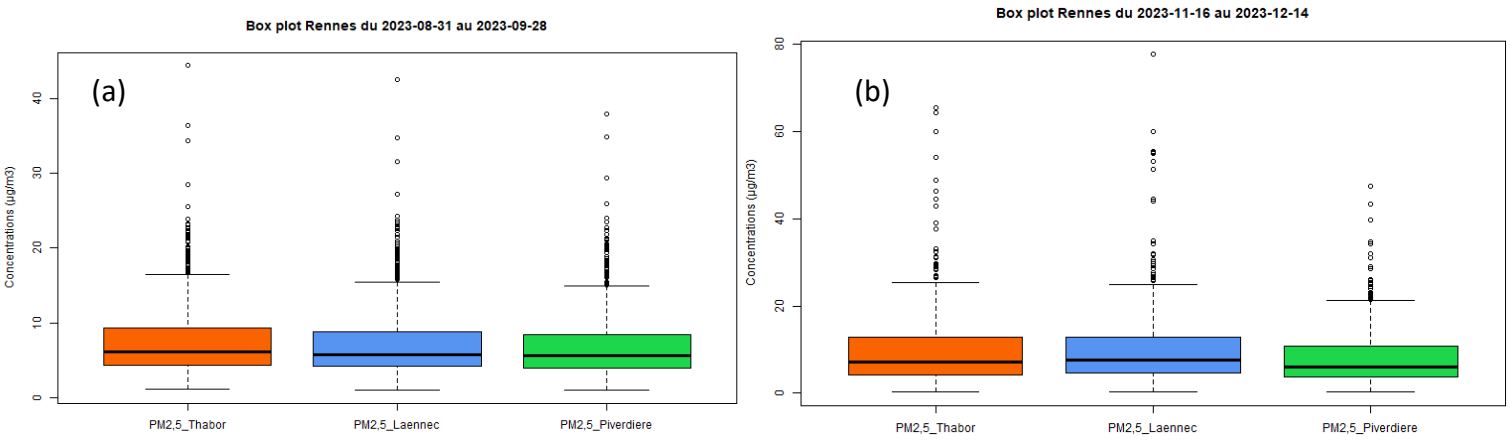


Figure 30: box plot pour les PM2.5 (a) lors de la campagne estivale (b) lors de la campagne hivernale

La figure 30 montre que sur les deux campagnes, les niveaux observés sont similaires sur les trois sites. En hiver, ils sont légèrement inférieurs sur le site de Piverdière ce qui peut être dû à une faible exposition à la rocade sur cette période.

VI. CONCLUSION

Le Stade Rennais Football Club dispose d'un centre d'entrainement à la Piverdière près de Rennes. Ce site se trouve à proximité de la rocade dont le niveau de fréquentation est important sur ce secteur.
Dans le cadre d'un projet de réaménagement du centre d'entrainement, et notamment la création d'un nouveau terrain à moins de 50 mètres de la rocade, le Stade Rennais Football Club s'interroge sur la qualité de l'air de la zone d'étude.
Air Breizh a alors été sollicité pour réaliser un état initial de la qualité de l'air avant aménagement.
Deux campagnes de mesure ont été réalisées en 2023 : du 31/08/2023 au 28/09/2023 pour la campagne estivale et du 16/11/2023 au 14/12/2023 pour la campagne hivernale.
Les mesures de la qualité de l'air ont été focalisées sur les polluants émis par le trafic routier (dioxyde d'azote et particules fines).
L'étude a pour objectif de documenter l'état de la qualité de l'air dans la zone d'étude et de comparer les niveaux aux valeurs réglementaires existantes. L'impact sanitaire éventuel lié à l'exposition des footballeurs à ces concentrations n'est pas traité.

Contexte des mesures

Les **conditions météorologiques** (vents, température et précipitation) **pendant les deux campagnes de mesure ont été proches des normales mesurées à la station Météo France** de Rennes Saint-Jacques. Cependant, lors des deux campagnes, les vents du Nord-Est ont été peu présents ce qui peut induire une sous-estimation de l'impact du trafic routier sur la rocade.

Le trafic routier à proximité de la zone d'étude (rocade N136) a été représentatif des conditions habituelles de circulation. Le trafic moyen journalier est de l'ordre de 100 000 véhicules par jour.

Pour compléter cette analyse sur la représentativité des périodes de campagne retenues pour cette étude, les moyennes annuelles calculées à partir des mesures effectuées durant toute l'année 2023 sur les stations rennaises ont été comparées aux moyennes estimées à partir des données collectées uniquement sur les périodes de la campagne (sur les stations de surveillance rennaises). Les moyennes annuelles estimées à partir des données collectées sur la campagne sont supérieures à celles calculées à partir des données collectées sur l'année entière ce qui semble indiquer une **surestimation possible des moyennes annuelles estimées** du fait des conditions rencontrées durant ces deux mois de mesure.

Une explication possible pour les particules serait la survenue d'un épisode de particules désertiques pendant la campagne estivale qui a contribué à augmenter les niveaux de fond habituellement faibles à cette période de l'année.

Résultats des mesures en dioxyde d'azote :

➔ ***Une décroissance des niveaux de dioxyde d'azote en fonction de l'éloignement à la rocade***

Seize points de mesure ont été mis en place sur la zone d'étude sous la forme de transects perpendiculaires aux voies de circulation. L'objectif était d'étudier la distribution spatiale des niveaux de concentration en dioxyde d'azote en fonction de l'éloignement à la rocade.
Les mesures par tube ont permis de montrer que les concentrations en NO_2 diminuent avec l'éloignement de la rocade.
Les concentrations annuelles en NO_2 les plus élevées (comprises entre 20 et 30 µg/m^3) ont été relevées sur les 4 points les plus proches des voies de la rocade (10-20m). Ces niveaux sont comparables à ceux des stations trafic de Rennes (Les Halles et Laënnec).
La décroissance des niveaux de dioxyde d'azote est rapide dans les 50 premiers mètres des voies. La 2nde rangée de points situés à 50 mètres du bord des voies présente des niveaux de l'ordre de 15 µg/m^3.
Au-delà de 50 mètres, les niveaux diminuent plus lentement en fonction de l'éloignement à la rocade. Ils sont de l'ordre de 10 à 15 µg/m^3.
Seul le point témoin, très éloigné des axes de circulation, présente une concentration inférieure à 10 µg/m^3 (valeur guide OMS).
Le futur terrain de foot se trouvera entre 50 et 130 mètres de la rocade. Les concentrations relevées de part et d'autre de ce terrain sont comprises entre 12 et 16 µg/m^3.

La valeur réglementaire en vigueur sur un pas de temps annuel (40 µg/m^3) est respectée sur l'ensemble des points. En revanche la valeur limite de la nouvelle Directive (20 µg/m^3 - objectif 2030) est dépassée sur les 4 points les plus proches de la rocade (situé entre 10 et 20 mètres des voies).

➔ ***A 50 mètres de la rocade : des pics de concentrations en dioxyde d'azote lors des périodes de fort trafic***

Un camion laboratoire équipé d'analyseurs de mesure en continu des concentrations, a été installé sur l'un des points de mesure de la zone d'étude, situé en bordure d'un terrain existant, à environ 50 mètres des voies de circulation.
Ces mesures en continu ont permis de mettre en évidence l'influence ponctuelle des pics de circulation sur les niveaux mesurés. Sur ce site de mesure de la zone d'étude, les niveaux sont les plus élevés le matin et en fin de journée, ce qui coïncide avec les périodes de fortes affluences trafic. Les amplitudes des pics observés sont toutefois inférieures à celles observées sur les stations trafic de Rennes pour différentes raisons : éloignement supérieur du point de mesure sur la zone d'étude, meilleure dispersion des concentrations.
La valeur limite horaire en vigueur n'a pas été dépassée sur le site de mesure lors des deux campagnes au même titre que sur les stations de surveillance rennaises.
L'OMS et la nouvelle Directive européenne recommandent des valeurs guide et limite sur un pas de temps journalier (respectivement 25 et 50 µg/m^3). Plusieurs dépassements journaliers de la valeur guide OMS ont été observés sur le point de mesure de la zone d'étude. En revanche, la valeur limite de la nouvelle Directive a été respectée.

Résultats des mesures en PM10 et PM2.5 :

➔ ***A 50 mètres de la rocade : des niveaux de particules proches des stations de surveillance rennaise***

Ces deux polluants ont fait l'objet de mesure en continu au niveau du camion laboratoire installé à environ 50 mètres de la rocade en bordure d'un terrain existant.
Pour ces deux polluants, les évolutions journalières et les niveaux rencontrés sur le site de la zone d'étude sont similaires à ceux des stations rennaises (Thabor et Laënnec).
Les concentrations mesurées sur le site de mesure lors de la campagne estivale ont été influencées par l'épisode de particules désertiques qui a concerné l'ensemble de la région ce qui a occasionné un dépassement du seuil d'information/recommandation.
Les valeurs de référence annuelles sont respectées pour les particules PM10 ; en revanche la valeur guide OMS est dépassée pour les PM2.5, au même titre que sur l'ensemble des sites de surveillance réglementaire.

Synthèse et perspectives

Les conditions de vent rencontrées durant les deux campagnes n'ont pas été les plus pénalisantes du fait de vents d'Est (en provenance de la rocade) peu représentés.
Malgré cela, l'influence des émissions de dioxyde d'azote en lien avec le trafic routier sur la rocade sur les niveaux mesurés a été mise en avant.
Au bord des terrains de football (situés à environ 50 mètres de la rocade), les concentrations relevées en dioxyde d'azote sont inférieures à la valeur limite de la nouvelle Directive européenne. En revanche la valeur limite recommandée par l'OMS est dépassée.
Des aménagements sont prévus à proximité des voies (plantations).
Une nouvelle campagne, centrée sur la mesure en continu du dioxyde d'azote, pourra être réalisée dans quelques années pour suivre l'évolution des niveaux de concentrations après réaménagement.

VII. ANNEXES

VII.1. Présentation d'Air Breizh

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate à la préfecture et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte.

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986.

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2022, de 17 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles.

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

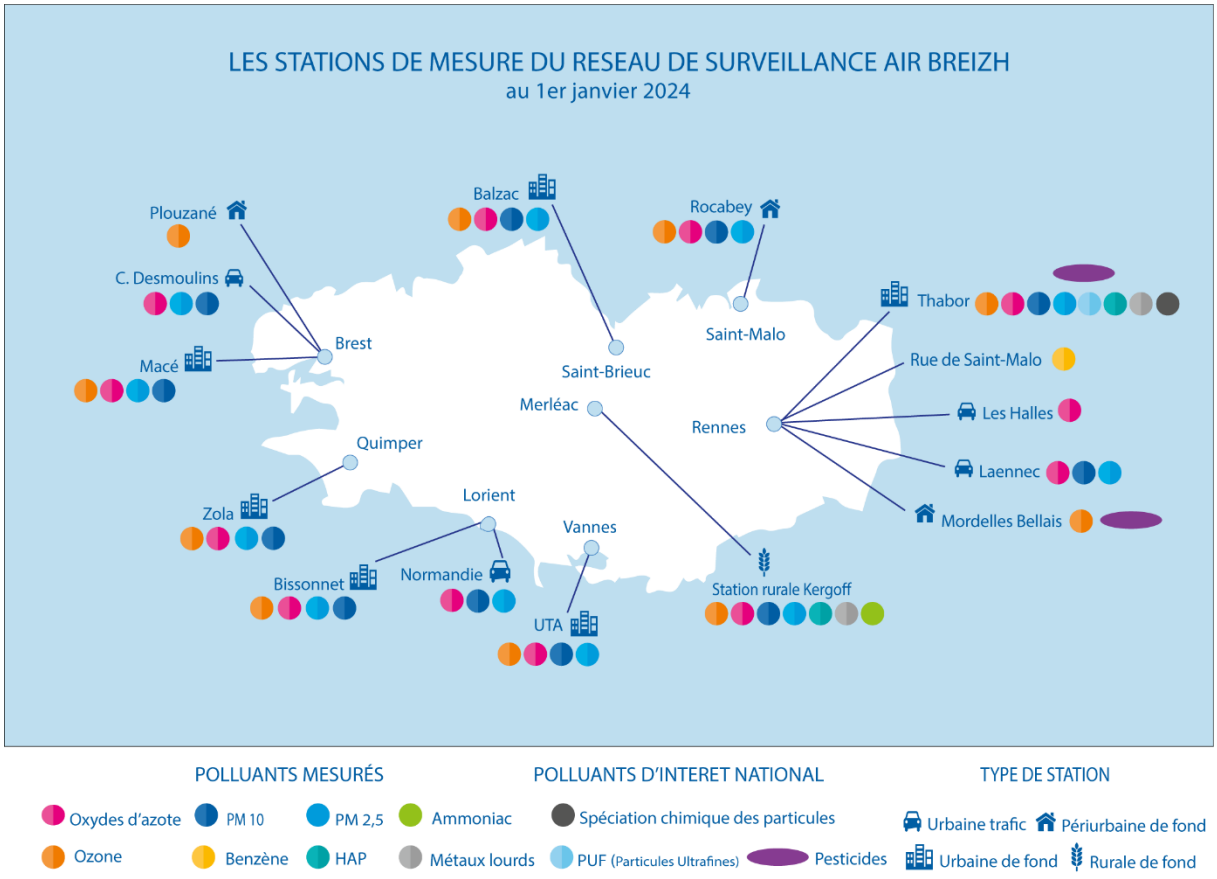
- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO_2, NO_2, CO, O_3, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM10 et PM2.5) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels…, notamment en cas de pic de pollution. Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web…,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation.
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN…) dans l'air ambiant extérieur et intérieur.

Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes. Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région.



Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/24)

Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte 20 salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre d'1,9 million d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers

VII.2. Evolution journalière des concentrations en PM10 lors de la campagne hivernale

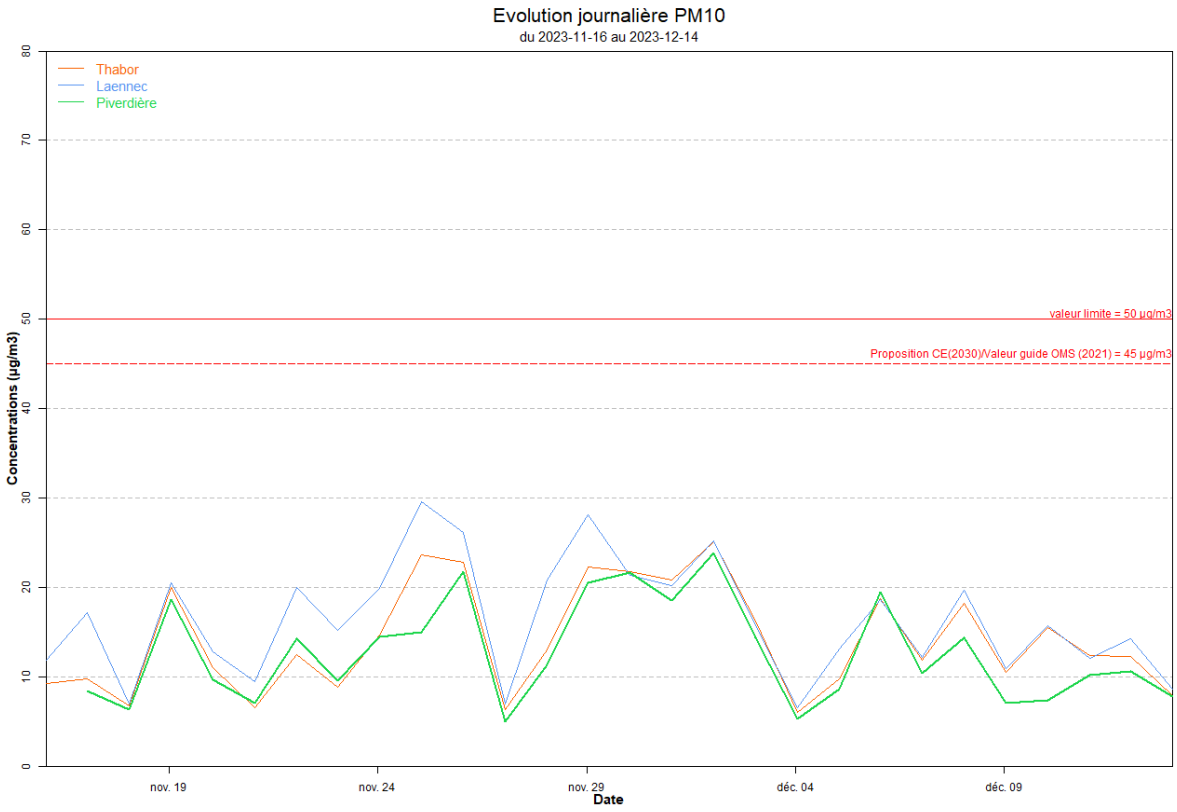


Figure 31: évolution journalière des concentrations en PM10 lors de la campagne hivernale

VII.3. Evolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne hivernale

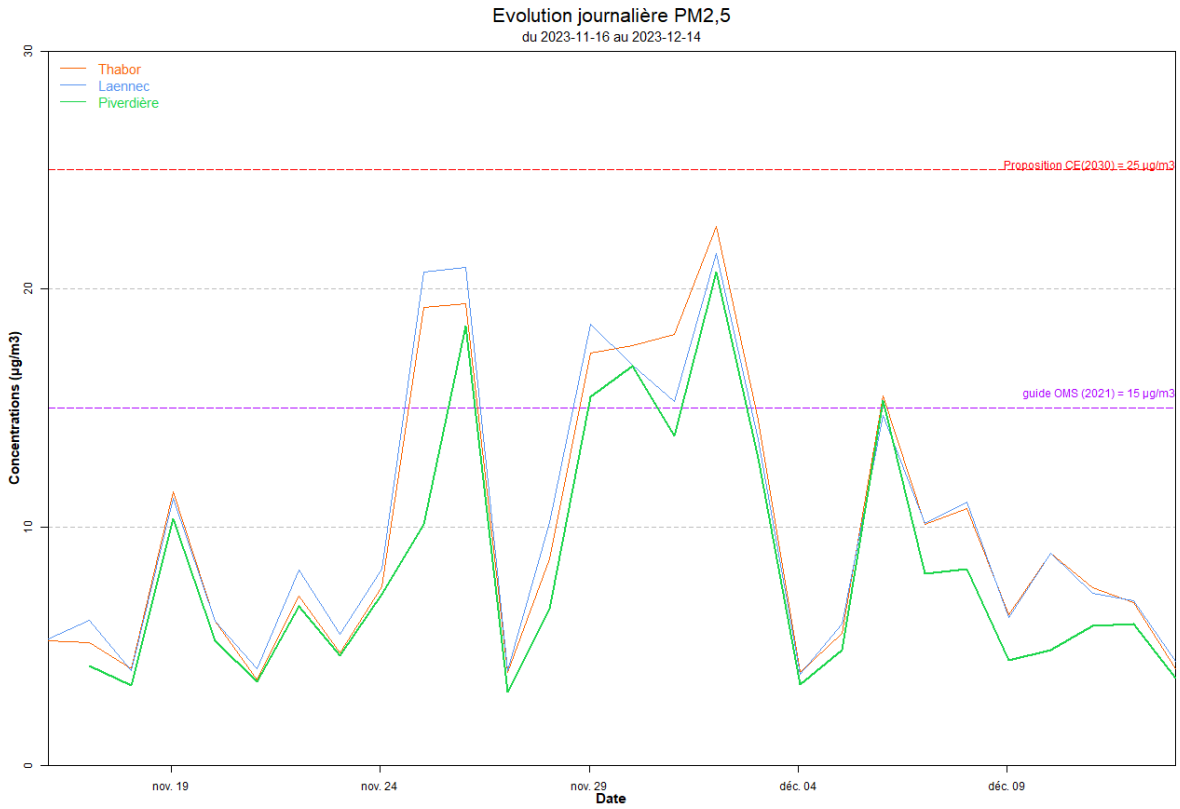


Figure 32: évolution journalière des concentrations en PM2.5 lors de la campagne hivernale