



La qualité de l'air dans le quartier Pleyel à Saint-Denis (93)

DIAGNOSTIC DANS LE CADRE DES RÉAMÉNAGEMENTS



L'Observatoire de l'air en Île-de-France

LA QUALITE DE L'AIR DANS LE QUARTIER PLEYEL A SAINT-DENIS (93) Diagnostic dans le cadre des réaménagements

Décembre 2021

« Le bon geste environnemental : N'imprimez ce document que si nécessaire et pensez au recto-verso ! »

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| SOMMAIRE | 3 |
| GLOSSAIRE | 5 |
| INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIFS | 7 |
| 1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE | 8 |
| 1.1 POLLUANTS MESURES | 8 |
| 1.2 LOCALISATION DES POINTS DE MESURES | 9 |
| 1.3 PERIODE DE MESURES | 12 |
| 2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES..... | 13 |
| 2.1 TAUX D'HUMIDITE ET PRECIPITATION | 14 |
| 2.2 VITESSE ET DIRECTION DE VENTS | 15 |
| 3. LES NIVEAUX DE DIOXYDE D'AZOTE : TRACEURS DE L'INFLUENCE DU TRAFIC ROUTIER | 17 |
| 3.1 VARIABILITE SPATIALE DES NIVEAUX DE NO ₂ | 17 |
| 3.2 LA VARIABILITE TEMPORELLE DES NIVEAUX DE NO ₂ | 20 |
| 3.3 LE TRAFIC ROUTIER COMME SOURCE PRINCIPALE | 23 |
| 3.4 LA COMPARAISON AUX VALEURS DE REFERENCE..... | 25 |
| 3.4.1 Respect des valeurs de références horaires et journalières en dioxyde d'azote (NO ₂) | 25 |
| 3.4.2 Des niveaux moyens annuels variables suivant les zones..... | 26 |
| 4. LES NIVEAUX DE PARTICULES INFLUENCES PAR LES CHANTIERS ET LE TRAFIC ROUTIER | 30 |
| 4.1 L'EMPOUSSIEREMENT : UN INDICATEUR DE L'INFLUENCE DES CHANTIERS | 30 |
| 4.1.1 Niveaux de référence | 30 |
| 4.1.2 Des niveaux d'empoussièrement localement élevés | 31 |
| 4.2 LES CONCENTRATIONS EN PARTICULES PM ₁₀ ET PM _{2.5} | 34 |
| 4.2.1 Les niveaux de PM ₁₀ et leur variabilité temporelle | 34 |
| 4.2.2 Les niveaux de PM _{2.5} et leur variabilité temporelle | 37 |
| 4.2.3 Les ratios PM _{2.5} /PM ₁₀ | 40 |
| 4.2.4 Des sources en particules PM ₁₀ différenciées | 41 |
| 4.2.5 Le trafic routier comme source principale de particules PM _{2.5} | 43 |
| 4.2.6 Comparaison aux valeurs de références à l'échelle journalière | 45 |
| 4.2.7 Des niveaux moyens annuels de particules variables suivant les points de mesures..... | 47 |
| 5. CONCLUSION..... | 50 |
| ANNEXES | 51 |
| ANNEXE 1 | 51 |
| ANNEXE 2..... | 52 |
| ANNEXE 3..... | 53 |
| ANNEXE 4..... | 55 |

| | |
|---------------|----|
| ANNEXE 5..... | 56 |
| ANNEXE 6..... | 58 |

GLOSSAIRE

Polluants unités et appareils de mesures :

NO Monoxyde d'azote

NO₂ Dioxyde d'azote

NO_x (NO+NO₂) Oxydes d'azote

PM₁₀ Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm

PM_{2.5} Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm

µg/m³ micro gramme par mètre cube

mg/m²/j milligramme par mètre carré par jour

Percentile un centile est chacune des 99 valeurs qui divisent les données triées en 100 parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/100 de l'échantillon de population. Par exemple, la valeur du percentile 25 est la valeur pour laquelle 25% des données sont inférieures à la valeur du percentile.

FDMS Filter Dynamics Measurement System : méthode de mesure des particules intégrant la partie volatile.

TEOM Tapered Element Oscillating Microbalance : méthode de mesure des particules.

Plaquettes DIEM : Mesures de retombées de poussières

Normes :

Objectif de qualité (OQ) : un niveau défini par la réglementation française à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur Limite (VL) : un niveau fixé par la réglementation européenne, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint. Ce sont des valeurs réglementaires contraignantes. En cas de dépassement de valeur limite, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite.

Valeur cible (VC) : un niveau fixé par la réglementation européenne, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée. Elle se rapproche dans l'esprit des objectifs de qualité français, puisqu'il n'y a pas de contrainte contentieuse associée à ces valeurs, mais des enjeux sanitaires avérés.

Recommandations OMS : valeurs guides préconisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) au-dessous desquels il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur la santé humaine ou sur la végétation.

Les résultats présentés dans ce rapport sont en **heure locale**. La mesure de l'heure H représente la teneur observée entre H-1 et H.

Typologies des stations selon l'environnement :

Stations urbaines et périurbaines : Les stations urbaines sont situées dans l'agglomération ; les stations périurbaines à sa périphérie.

Stations rurales : Elles caractérisent l'ambiance des zones rurales distantes de l'agglomération

Stations de fond : Ces stations ne sont pas directement influencées par une source locale d'émissions identifiée (telle que le trafic routier). Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution atmosphérique dite de fond, représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.

Station trafic : Ces stations mesurent la pollution atmosphérique dans les lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, etc). Les niveaux mesurés sur ces sites correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste. La représentativité des mesures est locale et diffère selon la configuration topographique et la nature du trafic.

DiRIF : Direction interdépartementale des routes d'Ile-de-France. La DiRIF est le service public des autoroutes et routes nationales en Île-de-France. Elle a vocation à permettre et faciliter les déplacements régionaux, nationaux et internationaux sur le réseau routier national dans la région capitale.

Airparif est l'Observatoire indépendant de la qualité de l'air (association loi 1901) en Ile-de-France. Conformément à la Loi sur l'Air et l'utilisation rationnelle de l'Energie, Airparif rassemble les différents acteurs impliqués dans les enjeux atmosphériques et susceptibles d'agir pour son amélioration. Les quatre collèges qui la composent (Etat, collectivités, acteurs économiques, milieu associatif et personnalités qualifiées) assurent son interaction avec les attentes de la société et lui garantissent indépendance et transparence dans ses orientations et ses activités.

Ses activités sont déclinées suivant trois axes :

- **Surveiller** par une combinaison technologique (modélisation, stations, émissions) permettant de renseigner 7 millions de points toutes les heures en Ile-de-France ; prévoir la qualité de l'air au jour le jour, les épisodes de pollution et les évolutions futures ;
- **Comprendre** la pollution atmosphérique et ses impacts en lien avec le climat, l'énergie et l'exposition des personnes ;
- **Accompagner** les décideurs dans l'amélioration de la qualité de l'air sur leur territoire, favoriser la concertation, informer les autorités, les médias et le public.

Introduction : Contexte et objectifs

Compte-tenu des inquiétudes de riverains et de parents d'élèves notamment relayées par la Ville de Saint-Denis à propos de projets urbains et routiers, dont le réaménagement des échangeurs A1-A86 de Pleyel et de la Porte de Paris, sur la commune de Saint-Denis (93), Airparif a proposé un protocole de surveillance des niveaux de pollution atmosphérique sur le secteur et plus spécifiquement des impacts des émissions du trafic routier et des nuisances dues à l'empoussièrément liés aux travaux. Le Programme de Surveillance de la qualité de l'air de l'Ile-de-France prévoit en effet de faire des diagnostics approfondis autour des zones franciliennes à enjeux particuliers et d'aider à la concertation.

De nombreux aménagements sont prévus sur la zone, notamment dans le cadre de la tenue des jeux olympiques et paralympiques de 2024. La zone d'étude intègre le réaménagement des échangeurs A1-A86 de Pleyel et de la Porte de Paris mais également d'autres projets tels que la Tour Pleyel, le village Olympique (Village des athlètes), le Centre Aquatique Olympique ou encore le franchissement urbain sur la zone, autant de projets susceptibles d'impacter la qualité de l'air. La Figure 1 présente la zone d'étude ainsi que les différents aménagements prévus.



Figure 1 : Zone d'étude : aménagements prévus dans le cadre des réaménagements des échangeurs A1-A86 et autres travaux.

Le présent rapport analyse les résultats de la campagne de mesure menée au printemps 2021.

1. Description de la campagne de mesure

1.1 Polluants mesurés

Compte-tenu des **problématiques liées au trafic routier et aux chantiers engendrés par les réaménagements des échangeurs**, les polluants d'intérêt retenus pour caractériser la qualité de l'air sur la zone ainsi que plus spécifiquement à proximité des échangeurs et plus largement sur les axes routiers sont :

- Les **Oxydes d'azote (NO et NO₂)**, dont la source principale est le trafic routier. Les oxydes d'azote proviennent également des installations de combustions, que ce soit le chauffage résidentiel ou des sources de combustion industrielles ; Le secteur du trafic routier représente la principale source de NO_x à l'échelle régionale et plus encore au sein de la zone d'étude ; A l'échelle de la commune de Saint-Denis, la contribution du transport routier aux émissions communales de NO_x est de 63 % (source : inventaire des émissions 2018 – Airparif) ;
- Les **particules en suspension PM₁₀ et PM_{2.5}** représentent les particules dont le diamètre est inférieur respectivement à 10 µm et 2,5 µm, c'est-à-dire aux particules inhalables. A l'échelle de la commune de Saint-Denis, le transport routier est responsable de 32 % des émissions de particules PM₁₀ du territoire, suivi par les chantiers (26 %). En ce qui concerne les particules PM_{2.5}, le transport routier est responsable de 35 % des émissions du territoire, suivi par le secteur résidentiel (28 %) et les chantiers (18 %) (source : inventaire des émissions 2018 – Airparif) ;
- Les **poussières sédimentables (PSED)**, d'origines naturelles ou anthropiques émises dans l'atmosphère qui tombent sous l'effet de leur poids, représentent l'empoussièrément général visible. Les chantiers sont une source non négligeable de poussières sédimentables.

Le dioxyde d'azote ainsi que les particules PM₁₀ et PM_{2.5} sont réglementés dans l'air ambiant.

1.2 Localisation des points de mesures

Afin de caractériser les niveaux de pollution de l'air autour des échangeurs A1-A86 du secteur Pleyel et du secteur de la Porte de Paris, ainsi qu'au sein d'une zone plus large intégrant différents projets d'aménagements, plusieurs moyens de mesures ont été mis en place :

- Quatre **laboratoires temporaires** équipés d'analyseurs automatiques permettant la caractérisation heure par heure de l'évolution des concentrations en oxydes d'azote (NO et NO₂) et particules PM₁₀ et PM_{2,5} durant 4 semaines. Le monoxyde d'azote NO ne présentant pas d'effets sur la santé, contrairement au dioxyde d'azote NO₂, et ayant une dynamique de transformation très rapide dans l'atmosphère, les données ne sont pas analysées ;
- 38 sites de mesures de dioxyde d'azote (NO₂) par **tubes à diffusions** avec un pas de temps hebdomadaire ;
- 30 sites de mesures de l'empoussièrément sur **plaquettes de dépôt** avec un pas de temps bimensuel.

La localisation des points de mesure sur le secteur d'étude a été choisie pour représenter différentes typologies de sites :

- Des points dits de « fond » permettent de caractériser la qualité de l'air générale du secteur, c'est-à-dire hors influence directe de sources spécifiques (trafic routier, activités industrielles, ...) ;
- Des points dits de « proximité » permettent de caractériser la qualité de l'air à proximité immédiate du trafic routier (moins de 10 m des voies) ;
- Des points dits « influencés » permettent de caractériser la qualité de l'air dans la zone d'influence d'un axe routier (situation entre la proximité d'un axe routier et la situation de fond).

La position des quatre laboratoires temporaires est présentée Figure 2 :

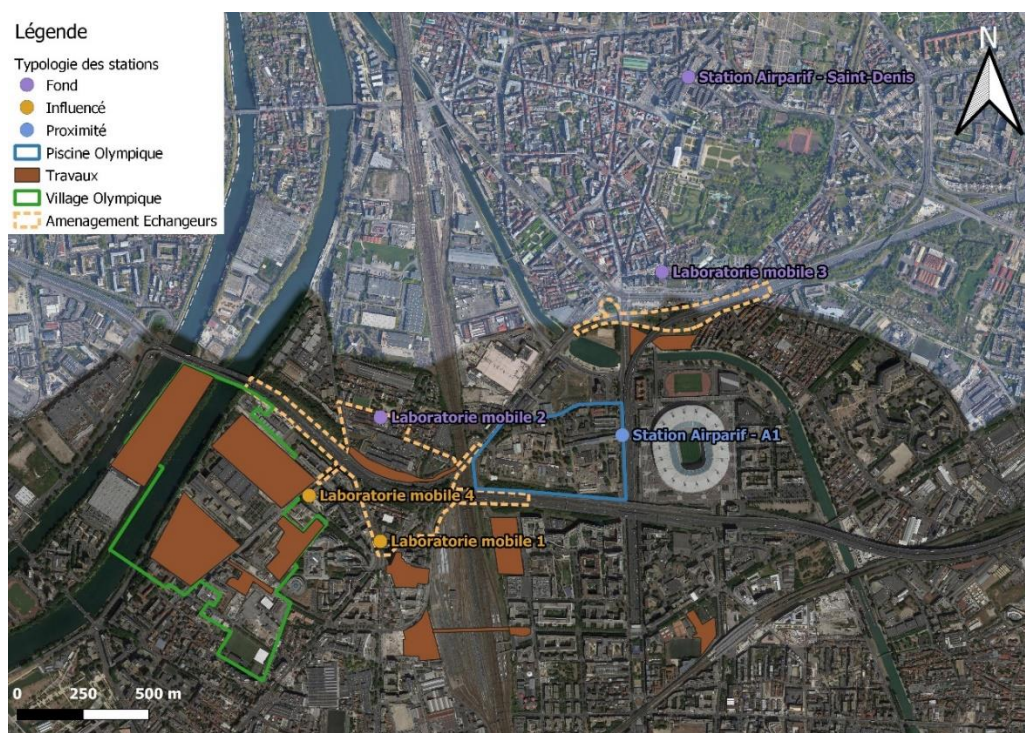


Figure 2 : Localisation des laboratoires temporaires et des différents aménagements prévus.

Le **laboratoire temporaire L1, de typologie « influencé »**, a été positionné au niveau du passage de la Harpe à Saint-Denis à proximité du groupe scolaire Anatole France. Ce laboratoire temporaire, implanté à 15 mètres environ du boulevard de la Libération, n'est pas à proximité immédiate du trafic routier mais il est toutefois suffisamment proche pour être largement influencé par celui-ci.

Afin de caractériser les teneurs au cœur du groupe scolaire Anatole France, des mesures complémentaires de NO₂ à l'aide d'un tube à diffusion ont été réalisées. Ce dispositif permet ainsi d'étudier au mieux à la fois les teneurs de polluants au plus près du groupe scolaire et des axes routiers environnants et au sein de la cour primaire.

Le **laboratoire L2** situé au nord de l'échangeur Pleyel à environ 200 mètres de l'autoroute A86, est plutôt **de typologie de fond**, malgré quelques influences. Il a été stationné dans le site de remisage de la RATP situé au 59 boulevard de la Libération à Saint-Denis.

Le **laboratoire L3, de typologie de fond**, a été installé au niveau de la Place René Dumont à Saint-Denis.

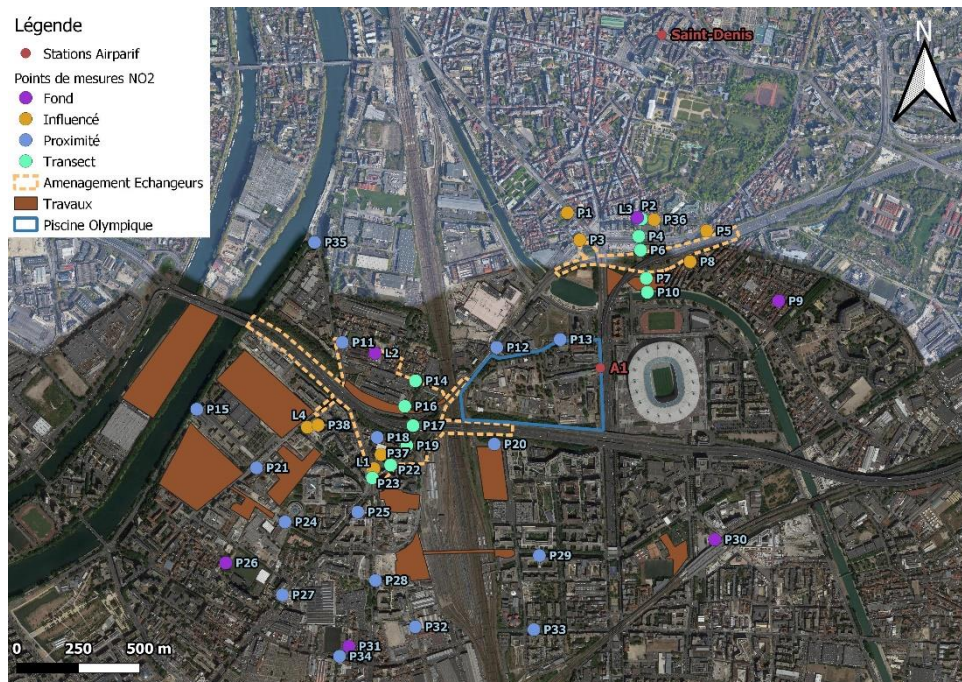
Le **laboratoire L4, de typologie « influencée »**, a été positionné devant l'entrée de la crèche Les Sonatines, au croisement de la rue Ampère et de l'allée de la Seine, à Saint Denis.

Afin de faciliter la lecture du rapport, les laboratoires temporaires sont nommés comme le lieu qui les accueille (L1 : Passage de la Harpe ; L2 : Site de remisage RATP ; L3 : Place René Dumont ; L4 : Rue Ampère).

La Figure 3 suivante présente l'emplacement des points de mesures dans la zone d'étude en fonction de leur typologie (fond, influencée et proximité).

Des points nommés « Transect » permettent **d'observer la décroissance des niveaux de pollution** au fur et à mesure que l'on s'éloigne du trafic routier via des points « alignés ». Ainsi, deux transects ont été instrumentés sur un axe Nord-Sud de part et d'autre de l'échangeur de la « Porte de Paris » et de l'échangeur « Pleyel ».

Les stations fixes les plus proches, faisant partie du réseau de surveillance réglementaire de la qualité de l'air d'Airparif sont également présentées. La station Autoroute A1 est une station de typologie trafic, et la station « Saint-Denis » (point S2) une station de typologie urbaine caractérisant la situation de fond du secteur.



(a) Points de mesure du NO₂



(b) Points de mesure de l'empoussièrement

Figure 3 : Emplacement des points de mesures de dioxyde d'azote (a) et de l'empoussièrement (b).

L'emplacement précis des points de mesures est présenté en Annexe 1.

Les résultats des laboratoires temporaires sont comparés aux données des stations du réseau Airparif suivantes (2 stations situées dans le secteur d'étude ou à proximité immédiate ainsi que 2 stations parisiennes de fond) :

- Saint-Denis : Station urbaine de fond située Place du Caquet à Saint-Denis ;
- A1 : Station trafic située au 361 Avenue du Président Wilson à Saint-Denis ;
- Paris 18^{ème} : Station urbaine de fond située 7 Rue Ferdinand Flocon dans le 18^{ème} arrondissement de Paris ;
- Paris 1^{er} : Station urbaine de fond située Jardin des Halles-Allée Jules Supervielle dans le 1^{er} arrondissement de Paris.

La Figure 4 présente la localisation de ses stations.



Figure 4 : Localisation des stations du réseau Airparif utilisées pour la comparaison des résultats.

1.3 Période de mesures

La campagne de mesure a débuté le **mardi 30 mars** et s'est terminée le **mardi 27 avril 2021**. Les laboratoires temporaires ont été installés à la même période à l'exception du laboratoire L3, situé au niveau de la Place René Dumont, installé le 8 Avril (des aménagements électriques spécifiques ont été nécessaires pour installer le laboratoire). Compte tenu de ce décalage, afin d'avoir le maximum de données disponibles sur les quatre laboratoires, les mesures se sont poursuivies jusqu'au **10 mai**.

Ce rapport traite donc des mesures réalisées entre le **30 mars et le 27 avril** pour les tubes à diffusion passive (NO₂) et les plaquettes DIEM (dépôt de poussières), et du **30 mars au 10 mai** pour les laboratoires temporaires.

La campagne de mesure a été menée pendant une période de couvre-feu et de confinement liée à la pandémie de COVID 19. Il n'était pas souhaitable cependant de retarder le démarrage de ces mesures, compte-tenu de l'ampleur des travaux en cours et prévus sur la zone d'étude. Il a été vérifié que ces restrictions de déplacement ne se sont pas traduites par une baisse significative du trafic routier dans la zone d'étude. En effet, les données des boucles de comptage sur la période du 30 mars au 10 mai montrent une baisse d'environ 16 000 véhicules.km entre les années 2021 et 2019 sur 8,8 millions comptabilisés. Bien que particulière, la période de mesures peut être considérée comme représentative d'une situation normale en termes de trafic routier.

2. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle **très important sur l'accumulation ou la dispersion** des polluants. La stabilité/l'instabilité de l'atmosphère peut être définie par plusieurs paramètres météorologiques, notamment les **températures** (et leur gradient entre la surface et l'altitude), la **hauteur de couche de mélange¹**, les **précipitations** et le **vent** (vitesse et direction). Tandis que les trois premiers paramètres permettent d'appréhender la stabilité verticale de l'atmosphère, les précipitations et le vent apparaissent comme des facteurs essentiels de dispersion météorologique.

Des conditions météorologiques dispersives (faible gradient thermique, hauteur de couche de mélange élevée, pluies, vitesse de vent modérée à forte) induisent des niveaux de polluants faibles. Toutefois, en période sèche, des vents forts peuvent remettre en suspension des poussières issues de zones de stockages de graves ou de terrains empoussiérés.

A contrario, les conditions défavorables de la pollution atmosphérique sont réunies dès lors que les températures sont froides (avec des gradients marqués), les hauteurs de couche de mélange basses et les vitesses de vent faibles.

Une analyse des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure a été réalisée afin de mieux appréhender leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés.

Les commentaires suivants s'appuient sur les observations de la station Météo-France située à Montsouris (Paris 14^{ème} arrondissement), mesurant notamment la vitesse et la direction de vent, l'humidité relative et les précipitations. Les vents mesurés à cet endroit sont représentatifs des vents sur un large secteur (station synoptique). Toutefois, il est possible que les conditions de vents locales diffèrent légèrement de celles la station Montsouris. La station Météo-France de Montsouris est située à environ 11 km au sud de la zone d'étude.

¹ Volume d'air dans lequel se mélangent les polluants atmosphériques.

2.1 Taux d'humidité et précipitation

La Figure 5 présente l'humidité relative moyenne journalière ainsi que le cumul de précipitations journalier sur l'ensemble de la campagne de mesure, du 30 mars au 10 mai.

Le temps a été **globalement sec** sur l'ensemble de la campagne de mesure. Lors de la deuxième semaine de la campagne, du 6 au 13 avril, les conditions météorologiques ont été au contraire humides et pluvieuses. Sur cette période, le cumul de précipitation a été de 29,8 mm contre 46,5 mm sur l'ensemble de la campagne, soit près des deux-tiers des précipitations observées lors de la campagne. Ces conditions ont été propices au lessivage de l'atmosphère et ont limité la remise en suspension des particules entraînant une baisse des concentrations en polluants, notamment en particules.

Le taux journalier d'humidité relative moyen enregistré durant la campagne a été de 56 %, variant de 38 % à 87 %. Les conditions les plus sèches ont pu favoriser la remise en suspension des particules et l'empoussièrément au sein de la zone d'étude.

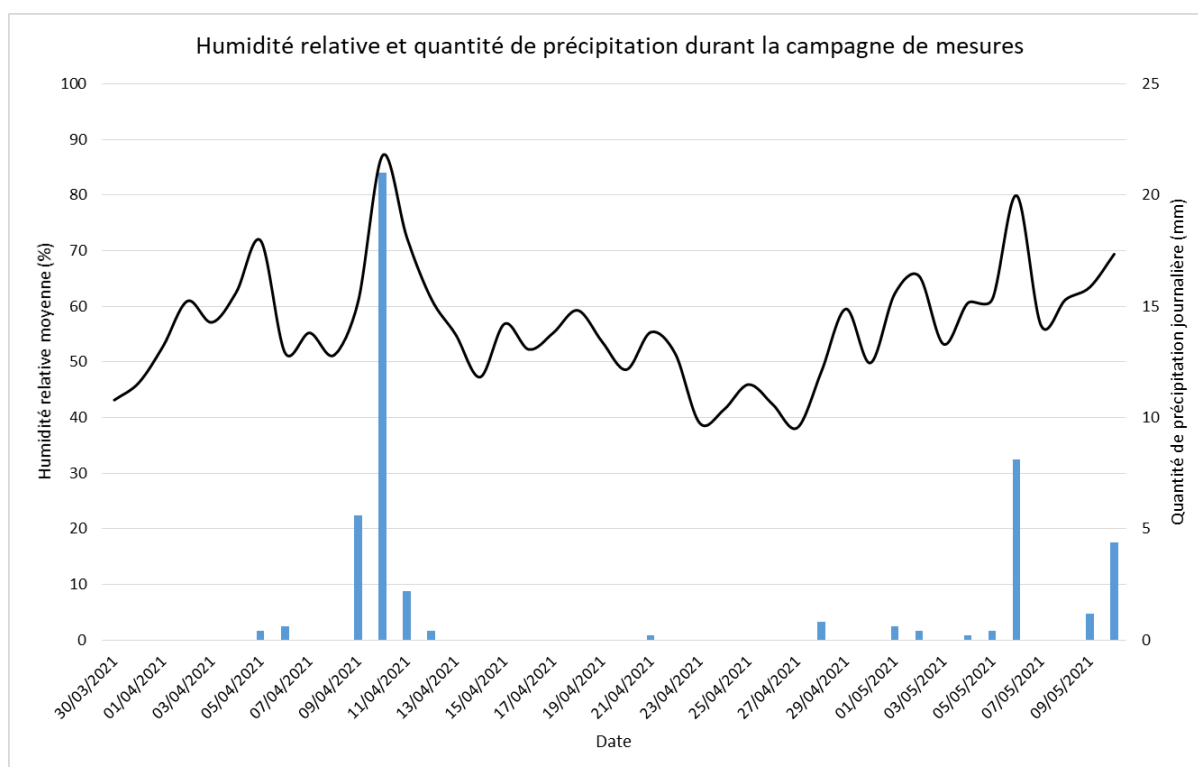


Figure 5 : Humidité relative et quantité de précipitation à la station Météo-France de Montsouris durant la campagne de mesure.

2.2 Vitesse et direction de vents

La Figure 6(a) représente, pour la campagne de mesure réalisée, entre le 30 mars et le 10 mai 2021, la fréquence des régimes de vent : les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles (vitesses de vent inférieures à 2 m/s), en orangé les vents dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s et en jaune les régimes de vents les plus dispersifs (vitesses de vents supérieures à 4 m/s). La Figure 6(b) présente les mêmes paramètres moyennés sur les dates de la campagne des dix dernières années.

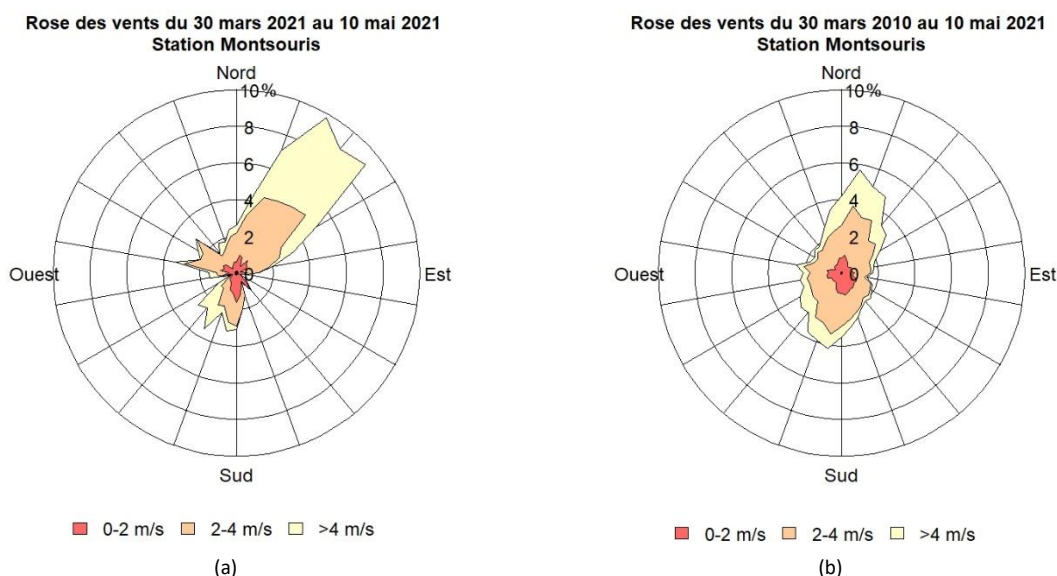


Figure 6 : Fréquence (en %) des vents observés à la station Météo-France de Montsouris durant la campagne de mesure du 30 mars au 10 mai 2021 (a) et en moyenne sur la période de campagne des dix dernières années (b) en fonction de leur secteur et leur vitesse. [Source : Météo-France ; traitement : Airparif]

Les **vents observés durant la campagne de mesure sont différents de ceux observés en moyenne sur la même période lors des dix dernières années**. En effet, durant la campagne de mesure, une plus forte proportion de vents de secteurs nord-est a été observée par rapport à l'historique (33 % de vents de secteurs nord-est durant la campagne contre 19 % pour les dix dernières années). Les autres secteurs de vents ont été sous-représentés durant la campagne par rapport à l'historique, dont le secteur sud-ouest généralement plus présent (10 % durant la campagne contre 15 % sur l'historique).

Concernant les vitesses de vents lors de la campagne de mesure, les vents modérés (entre 2 et 4 m/s) sont majoritaires (50 % du temps), suivi des vents forts (supérieurs à 4 m/s) avec 30 % du temps et des vents faibles, inférieurs à 2 m/s (20 % du temps). Durant la campagne, une plus grande part de vent fort a été observée par rapport à l'historique des dix dernières années, qui représentent 22 %. Ces vents dispersifs sont plus présents lors de régimes de vent de nord-est. Ainsi compte-tenu de la fréquence plus importante des vents de régimes de nord-est lors de la campagne, il en est de même pour les vitesses de vent supérieures à 4 m/s. Les vents faibles et modérés ont été observés dans les mêmes proportions que l'historique, 24 % de vents faibles (contre 20 % lors de la campagne) et 54 % de vents modérés (contre 50 %) enregistrés lors des dix dernières années sur la période du 30 mars au 10 mai.

La Figure 7 présente, pour les quatre premières semaines de la campagne, correspondant aux mesures de dioxyde d'azote par tubes à diffusion et de l'empoussièrèment, les roses des vents hebdomadaires construites à partir des données relevées à la station Météo-France Montsouris.

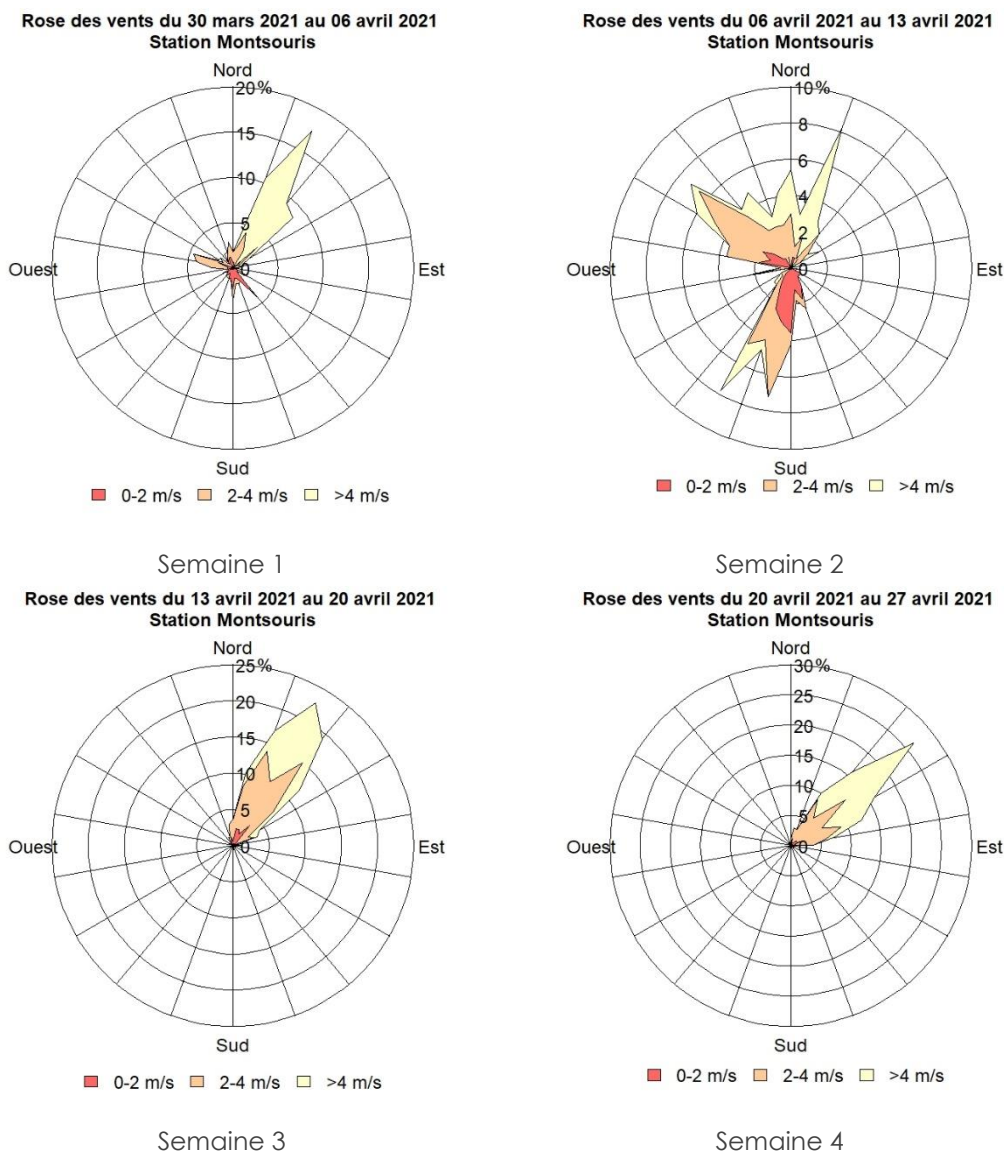


Figure 7 : Roses de vents hebdomadaires à la station Météo-France Montsouris durant la période de mesures (du 30 mars au 27 avril).

Lors de la 1^{ère}, 3^e et 4^e semaine de campagne (du 30 mars au 6 avril, du 13 au 20 avril et du 20 au 27 avril), les vents forts de secteur nord-est étaient largement majoritaires. Seule la 2^{ème} semaine de la campagne de mesure présente des régimes de vent différents avec des vents de secteurs nord-ouest et sud-ouest majoritaires accompagnés de vitesses faibles à modérées.

Globalement, durant l'ensemble de la campagne de mesure, **les conditions météorologiques ont été plutôt dispersives**, avec une **majorité de vents modérés et forts** (supérieurs à 4 m/s) **de secteur nord-est**.

3. Les niveaux de dioxyde d'azote : Traceurs de l'influence du trafic routier

3.1 Variabilité spatiale des niveaux de NO₂

Compte-tenu de l'importance du trafic routier sur la zone d'étude, 38 sites de mesures ont été équipés de tubes à diffusion passifs afin d'évaluer la variabilité spatiale des niveaux de dioxyde d'azote. Quatre séries de mesures hebdomadaires ont été réalisées durant la campagne de mesure :

- Du 30 mars au 6 avril ;
- Du 6 au 13 avril ;
- Du 13 au 20 avril ;
- Du 20 au 27 avril.

La Figure 8 présente la cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne (du 30 mars au 27 avril). Les résultats série par série sont présentés en Annexe 3.

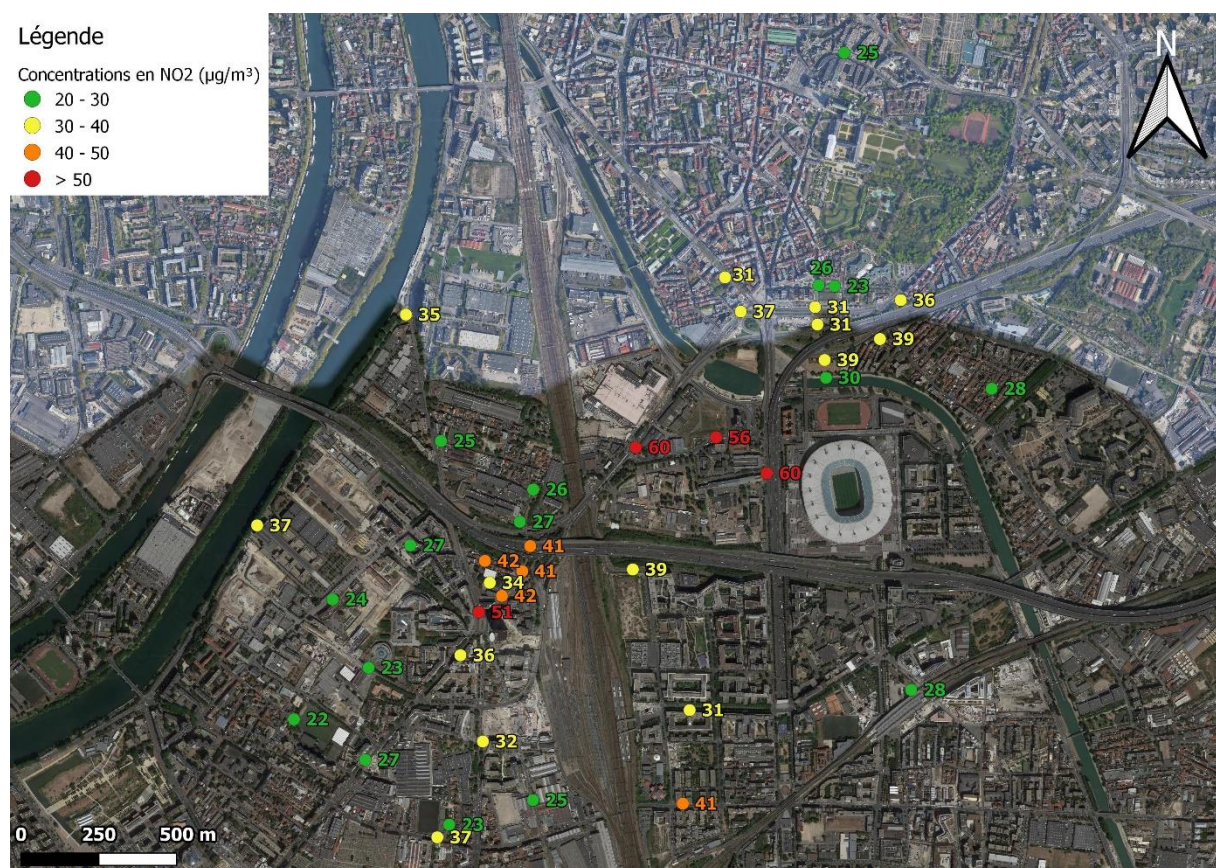


Figure 8 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote aux différents sites de mesures, du 30 mars au 27 avril 2021.

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote **les plus élevées ont été relevées à proximité** des axes routiers à fort trafic, à savoir à proximité du boulevard Anatole France (point P12) avec 60 µg/m³, Rue Jules Saulnier (P13) avec 56 µg/m³ et au sein de la Place Pleyel (P23) avec 51 µg/m³. A l'inverse, les concentrations **les plus faibles ont été relevées en situation de fond**, c'est-à-dire loin des axes routiers majeurs. Les concentrations les plus faibles ont été relevées au niveau des points

P26 (Impasse Jean-Jacques Rousseau), avec $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, P31 (Square du Stade de Landy) et P36 (cour du groupe scolaire Jacqueline de Chambrun) avec $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concernant le transect de la Porte de Paris (points P2, P4, P6, P7 et P10) une diminution des concentrations est bien observée au fur et à mesure de l'éloignement du point de mesure de l'autoroute A1. La diminution des concentrations est moins marquée au sud de l'autoroute (points P7 et P10), ce qui s'explique par l'origine des vents durant la campagne. Durant la campagne de mesure, des vents (modérés à forts) de secteur nord-est ont majoritairement été relevés entraînant des teneurs plus élevées sur les sites implantés au sud de l'autoroute, d'où une diminution plus faible des concentrations au sud du transect. L'influence du vent est également observée au niveau de la rue du Canal, point P8, situé à une trentaine de mètres au sud de l'autoroute A1 où les teneurs sont plus élevées qu'au nord de l'autoroute compte-tenu des régimes de vent plaçant ce site sous l'influence des émissions du trafic routier.

Comme pour le transect de la Porte de Paris, une diminution des concentrations en dioxyde d'azote est relevée au nord du transect Pleyel (points P14, P16, P17, P19 et P22). Au Sud du transect (points P17, P 19 et P22) les concentrations en dioxyde d'azote sont similaires ce qui s'explique d'une part par le fait que les points de mesures sont situés sous le vent de l'autoroute A86, mais aussi par l'influence du trafic routier du boulevard Anatole France, du boulevard de la Libération et de la Place Pleyel.

La concentration moyenne en NO_2 au niveau de la cour d'école du groupe scolaire Anatole France (point P37) avec $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est la plus faible de la zone délimitée par la rue du Docteur Poiré, le boulevard de la Libération et le boulevard Anatole France, ce qui s'explique par l'éloignement au trafic routier et l'effet d'écran du bâti autour de la cour (école primaire). En effet, les niveaux de NO_2 diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne des émissions du trafic routier.

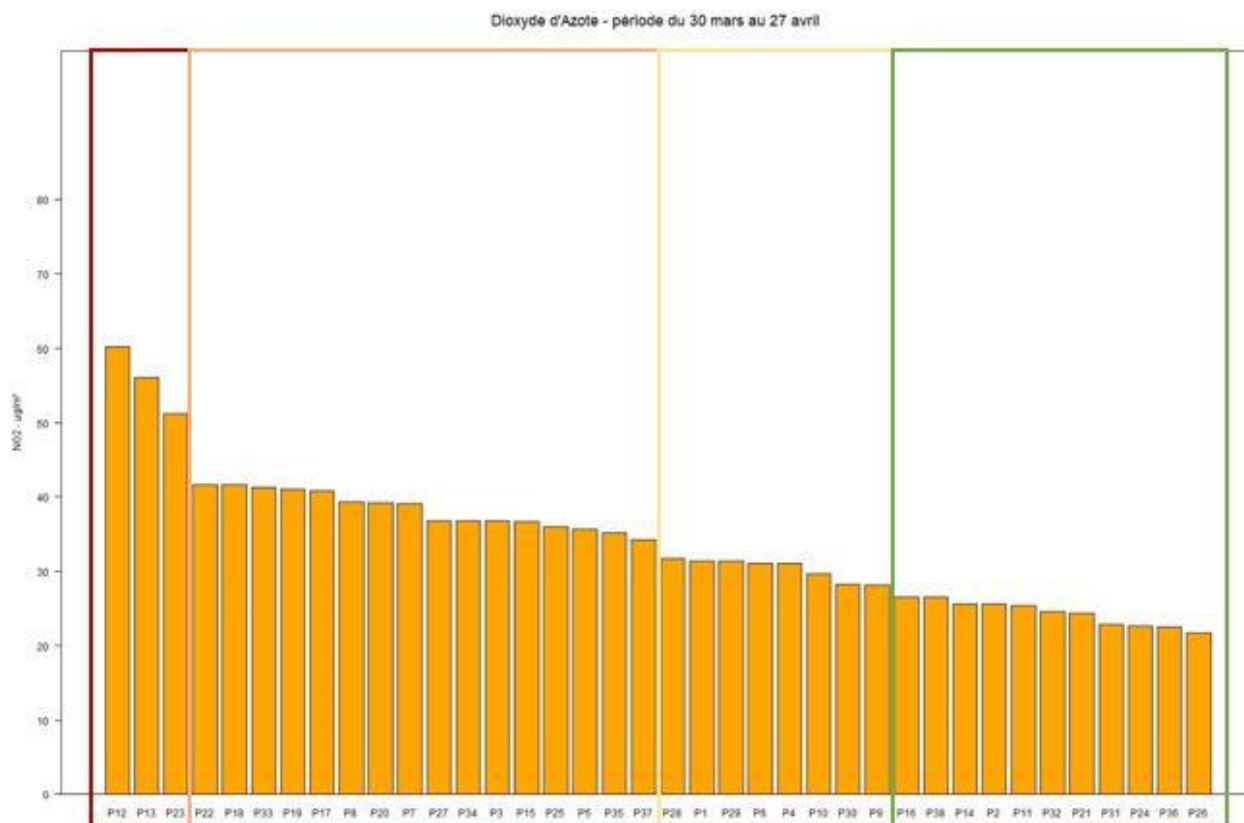


Figure 9 : Histogramme des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure.

Les concentrations en dioxyde d'azote relevées durant l'ensemble de la campagne de mesure peuvent être classées en différents groupes :

- Les concentrations les plus élevées (supérieures à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'ensemble de la campagne) ont été relevées au plus près des axes routiers majeurs, comme le boulevard Anatole France et la rue Jules Saulnier ainsi que la Place Pleyel (points P12, P13 et P23)
- Des concentrations de l'ordre de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été relevées :
 - o Au niveau du transect « Pleyel » (points P18, P22, P19, P17) où les concentrations en dioxyde d'azote sont influencées par l'autoroute A86 et le boulevard Anatole France ;
 - o Aux points P7 et P8 situés sous le vent de l'autoroute A1
 - o Au point P20 (rue Camille Moke) situé sous le vent de l'autoroute A86
 - o Aux points P33, P25, P35, P15, P27, P34, P5 et P3 situés à proximité d'axes routiers où le trafic moyen journalier annuel est de l'ordre de 15 000 véhicule/jour².
- Des concentrations de l'ordre de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été relevées sur différentes typologies de sites :
 - o Au niveau du point de fond P30, situé Place des Droits de l'Homme,
 - o Aux niveaux des points « influencés » P1 (7-9 Bd Marcel Sembat) et P10 (Quai du Canal)
 - o Aux niveaux des points de proximités au trafic routier P4, P6, P28 et P29
- Des concentrations comprises entre 20 et 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été relevées aux points P9, P16, P38, P14, P2, P11, P32, P21, P31, P24, P36 et P26. Ces points sont globalement situés dans des cours d'écoles et des jardins publics ou au niveau d'axes routiers très peu fréquentés, et caractérisent la situation de fond en dioxyde d'azote de la zone d'étude.

² Le trafic moyen journalier annuel (TMJA) d'une section routière est obtenu en calculant la moyenne sur une année du nombre de véhicules circulant sur cette section, tous sens confondus, au cours d'une journée (source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/trafic-moyen-journalier-annuel-sur-le-reseau-routier-national/>)

3.2 La variabilité temporelle des niveaux de NO₂

Les laboratoires temporaires, mesurant les niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) en temps réel à un pas de temps horaire, permettent d'étudier la variabilité des concentrations. Toutes les valeurs horaires mesurées durant la campagne sont présentées Figure 10 sous forme de boîtes à moustaches pour les sites temporaires de mesure de la campagne ainsi que pour les stations permanentes d'Airparif prises en référence.

Une boîte à moustache (ou box plot) est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. Pour ce faire, l'échantillon est séparé en 4 parties de même effectif, appelées quartiles. Un quartile est donc constitué de 25 % des données de l'ensemble de l'échantillon. Cette représentation graphique de la distribution d'une variable met en exergue les premier et troisième quartiles (P25 et P75), qui sont les bordures inférieure et supérieure de la boîte rectangulaire. La boîte rectangulaire contient 50 % des données. Ces extrémités se prolongent par des traits terminés par des cercles (minimum et maximum). Dans la boîte rectangulaire, le trait correspond à la médiane (50% des données sont inférieures, les 50 % restantes sont supérieures), et la marque '+' la moyenne. Des détails sont fournis en Annexe 4.

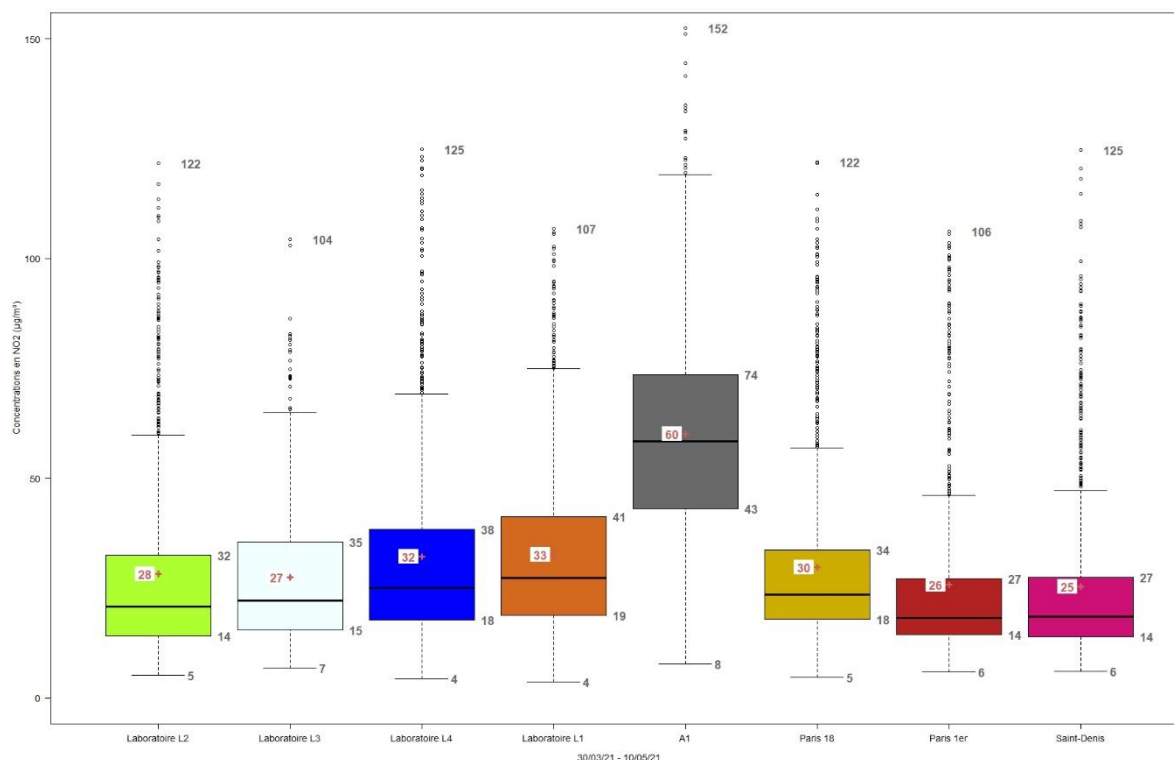


Figure 10 : Boîtes à moustaches des relevés horaires en NO₂ (µg/m³) des laboratoires temporaires et stations de référence durant la période de mesures.

Les boîtes à moustaches des relevés horaires en NO₂ des laboratoires temporaires présentent des distributions plutôt équilibrées malgré de nombreuses valeurs atypiques et des moyennes horaires supérieures aux médianes.

Les concentrations moyennes des laboratoires temporaires sont variables d'un site à l'autre, comprises entre 27 µg/m³ (site de mesure installé Place René Dumont – Laboratoire L3) et 33 µg/m³ (site implanté passage de la Harpe – Laboratoire L1). La variabilité des niveaux est également différente d'un site à l'autre. Ces concentrations en dioxyde d'azote relevées sont différentes suivant les sites de mesures temporaires en lien avec leurs typologies puisque situés plus ou moins proche d'axes routiers et de leurs influences.

Les concentrations relevées par les laboratoires temporaires L2 et L3 sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées par les stations de fond Saint-Denis, Paris 1^{er} et Paris 18^{ème} du réseau Airparif. Ils présentent une variabilité proche de celle des sites de fond de référence, que ce soit pour les valeurs minimales et maximales ou celle de la « boîte contenant 50 % des données ». Au niveau du site de remisage RATP (Laboratoire L2), 50 % des données sont comprises entre 14 et 32 µg/m³ pour une moyenne de 28 µg/m³ (médiane à 21 µg/m³). Le maximum horaire (122 µg/m³) a été enregistré le 31 mars entre 10h et 11h.

50 % des données horaires relevées au laboratoire temporaire situé place René Dumont (Laboratoire L3) sont comprises entre 15 et 35 µg/m³ pour une moyenne à 27 µg/m³ et une médiane à 22 µg/m³. Le maximum horaire a été atteint le 28 avril entre 9h et 10h, soit durant les heures de pointes du trafic routier du matin.

Ces niveaux de fond s'expliquent par l'éloignement de ces sites par rapport aux axes routiers majeurs, au-delà de 200 mètres notamment de l'autoroute A86 et par les régimes de vent. En effet, la campagne de mesure est caractérisée par des vents majoritairement de secteur nord-est, plaçant ces sites « au vent » des émissions du trafic routier.

Les deux autres sites sont influencés par le trafic routier des axes routiers environnants (autoroute A86, boulevard de la Libération et boulevard Anatole France). Les niveaux mesurés restent très inférieurs à ceux de la station Airparif de proximité au trafic routier, placée à moins de 5 m des voies de l'autoroute A1.

Concernant le laboratoire temporaire situé rue Ampère (Laboratoire L4) devant la crèche Les Sonatines, 50 % des données sont comprises entre 18 et 38 µg/m³ pour une moyenne de 32 µg/m³ (médiane à 25 µg/m³). Le maximum horaire, de 125 µg/m³, a également été atteint le 31 mars entre 10h et 11h.

Enfin, 50 % des données relevées horaire en NO₂ du laboratoire temporaire situé passage de la Harpe (Laboratoire L1) sont comprises entre 19 et 41 µg/m³ pour une moyenne de 33 µg/m³ et une médiane de 27 µg/m³. La concentration maximale a elle aussi été relevée le 31 mars entre 8h et 9h et a atteint 107 µg/m³.

Les niveaux les plus élevés relevés sur les sites de mesure le 31 mars s'expliquent, outre l'influence locale du trafic routier, par un air de mauvaise qualité (indice de la qualité de l'air en NO₂ qualifié de « mauvais ») dans un large secteur de l'agglomération parisienne. Ces maximas en dioxyde d'azote ne sont pas atypiques au regard des niveaux relevés aux stations du réseau Airparif. Au cours de la journée du 31 mars, les teneurs en dioxyde d'azote ont pu atteindre 169 µg/m³ à proximité du trafic routier à hauteur de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil³.

³ Boulevard Périphérique – Porte d'Auteuil Paris 16^{ème}

La Figure 11 présente les profils horaires journaliers moyens des concentrations en dioxyde d'azote relevées par les laboratoires temporaires ainsi que par les stations A1 et Saint-Denis, respectivement de typologie trafic et urbaine de fond, du réseau Airparif.

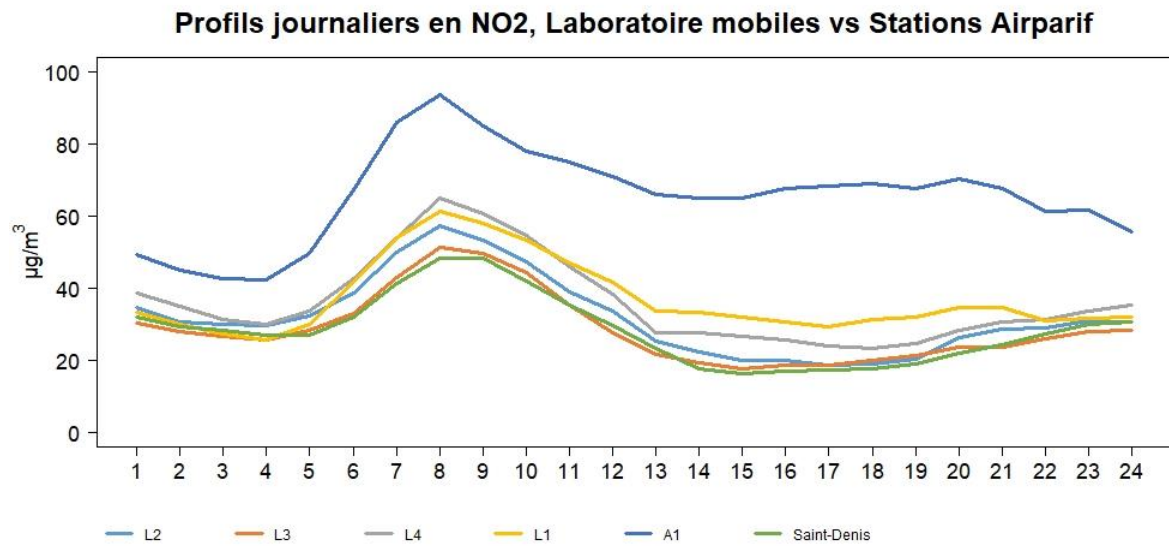


Figure 11 : Profils horaires journaliers en NO₂ des laboratoires temporaires et des stations de référence du réseau Airparif.

Pour l'ensemble des sites de mesure, les teneurs les plus élevées au cours de la journée sont observées lors du pic de trafic du matin entre 7h et 9h. Si les teneurs lors de ce pic du matin sont similaires entre Les laboratoires temporaires « Rue Ampère » (L4) et « Passage de la Harpe » (L1), au cours de l'après-midi, les concentrations à hauteur du passage de la Harpe y sont plus élevées. Cela peut démontrer un trafic routier au cours de cette période plus élevé et plus constant dans le secteur Pleyel (Boulevards de la Libération et Anatole France) que sur la rue Ampère.

Les laboratoires temporaires « Rue Ampère » (L4) et « Passage de la Harpe » (L1) ont relevés des niveaux plus élevés qu'à la station de fond de Saint-Denis, sans toutefois être aussi élevés que ceux de la station de typologie trafic A1, même si la dynamique des teneurs y est comparable.

3.3 Le trafic routier comme source principale

Dans ce paragraphe, les concentrations en dioxyde d'azote relevées par les laboratoires temporaires durant la campagne de mesure, sont analysées à l'aide de roses d'impact.

Une rose d'impact met en relief l'impact potentiel d'activités locales. La différence, pour chaque heure, entre les niveaux de pollution à un point d'étude et ceux mesurés sur une station urbaine de fond de référence du réseau Airparif, est calculée et représentées sous forme de « rose d'impact de pollution ».

Elle permet de visualiser la surconcentration d'un polluant par rapport au niveau de fond en fonction de l'origine des vents. Le cercle gris au centre représente l'écart nul entre les deux sites. La partie colorée de la rose d'impact (écart positif) représente un surcroît de pollution sur le site d'étude par rapport aux teneurs mesurées sur la station urbaine de fond de référence (pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, la station Paris 1^{er} Les Halles dans le 1^{er} arrondissement de Paris et la station Saint-Denis pour le NO₂). A l'inverse, la partie claire (écart négatif) traduit des niveaux plus faibles que ceux mesurés à la station Paris 1^{er} (ou Saint-Denis). Un impact zéro signifie que pour le secteur de vent considéré, en moyenne, le niveau de polluant dans l'air ambiant sur le site d'étude est similaire à celui relevé par la station de référence.

Les roses d'impact permettent de mettre en relief les régimes de vent pour lesquels les sites d'étude peuvent être impactés par des sources émettrices. **Une rose d'impact indique toujours la direction d'où vient la pollution.**

La Figure 12 présente les roses d'impact en dioxyde d'azote de l'ensemble des laboratoires temporaires durant la période de mesures.



Figure 12 : Roses d'impact en dioxyde d'azote de l'ensemble des laboratoires temporaires durant la période de mesures.

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées par le laboratoire temporaire du « site de remisage RATP » sont globalement supérieures à celles relevées par la station de référence Saint-Denis. Les écarts les plus importants, d'environ une quinzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été observés par vents de secteur nord-ouest à sud-est. Ces secteurs de vents correspondent à des vents en provenance du boulevard de la Libération du nord-ouest au sud-ouest, de l'autoroute A86 au sud et du boulevard Anatole France au sud-est.

Le quart nord-est de la rose d'impact montre des concentrations en NO_2 du même ordre de grandeur que la référence, en lien avec l'absence d'axes routiers majeurs à proximité.

La rose d'impact du dioxyde d'azote du laboratoire temporaire « Place René Dumont » (L3) présente de nombreux écarts positifs (concentrations plus élevées) par rapport à la station de référence de Saint-Denis. Les écarts les plus importants, d'environ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été relevés par vents de secteurs sud-ouest à sud-est. Ces secteurs de vents correspondent à des vents en provenance de l'échangeur de la Porte de Paris et du boulevard Danielle Casanova. Des écarts d'environ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont également été relevés par vents de secteurs nord-ouest, lorsque les vents sont en provenance des rue de la Légion d'Honneur et Gabriel Péri. Par vents de secteur nord-est, lorsque les vents sont en provenance du Parc de la Légion d'Honneur, aucun écart n'a été relevé avec la station de référence.

La rose d'impact du dioxyde d'azote du laboratoire temporaire « Rue Ampère » (L2), situé au croisement de l'Allée de la Seine et de la Rue Ampère présente de nombreux écarts positifs avec la référence (station de fond Saint-Denis du réseau Airparif). Les écarts les plus importants, entre 10 et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ environ, ont été relevés par vents de secteur nord à sud-est. Ces secteurs de vents correspondent à des vents en provenance de l'autoroute A86 (du nord à l'est) et du boulevard de la Libération et de la Place Pleyel (est à sud-est). Les écarts les plus forts ont été relevés lorsque les vents étaient en provenance de la Place Pleyel et du boulevard de la Libération.

Des écarts positifs ont également été relevés par vents de secteurs ouest, lorsque les vents sont en provenance du trafic routier de la rue Ampère.

La rose d'impact en NO_2 du laboratoire temporaire « Passage de la Harpe » (L1) présente de nombreux écarts positifs (concentrations plus élevées) à la référence. Par vents de secteurs ouest sud-ouest et par vents de secteurs sud-est, lorsque les vents sont en provenance de la Place Pleyel et du boulevard de la Libération, des écarts à la référence de l'ordre de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observés. Des écarts de l'ordre de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été relevés par vents de secteur nord à est, vents en provenance de l'autoroute A86 et du boulevard Anatole France.

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées par le laboratoire temporaire ont été grandement influencées par le trafic routier alentour.

En conclusion, les concentrations en NO_2 mesurées par les laboratoires temporaires ont été globalement supérieures à celles de la station de référence de fond de Saint-Denis.

Les écarts à la référence sont liés à la présence d'axes routiers fréquentés, comme la Place Pleyel ou les boulevards de la Libération et Anatole France, mais également de l'autoroute A86, et de l'échangeur Porte de Paris. En effet, dans la commune de Saint-Denis, le trafic routier représente 63 % des émissions de NO_x , contre 4 % pour les chantiers, en 2018⁴.

⁴ Source : Airparif – Inventaire des émissions 2018

3.4 La comparaison aux valeurs de référence

Les directives européennes et la réglementation française définissent pour certains polluants des niveaux réglementaires pour différentes échelles de temps : horaire, journalière et annuelle.

De même les recommandations de l'OMS sont définies à différentes échelles temporelles. Les valeurs de référence pour les polluants mesurés sont détaillées en Annexe 5.

3.4.1 Respect des valeurs de références horaires et journalières en dioxyde d'azote (NO₂)

Durant la campagne de mesure, les concentrations horaires en dioxyde d'azote relevées par les laboratoires temporaires n'ont jamais dépassé le seuil horaire de 200 µg/m³.

Les résultats des stations de mesure permanentes montrent un respect de la valeur limite horaire (200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 h par an) sur l'ensemble de l'Ile-de-France. Au regard des niveaux horaires enregistrés sur les sites équipés de laboratoires et en comparaison avec les niveaux relevés aux stations de référence, la probabilité d'un dépassement de cette valeur limite horaire sur la zone est ainsi très faible.

La valeur limite horaire pour le dioxyde d'azote ne peut être estimée. Cependant, elle a été respectée sur toutes les stations de mesure du réseau fixe d'Airparif en 2019 et en 2020.

En revanche, l'absence de dépassement de la recommandation de l'OMS (200 µg/m³ à ne pas dépasser) sur le secteur Pleyel ne peut être garantie. En effet, en 2019, la station trafic Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil a enregistré 13 heures de dépassement (site ayant enregistré le maximum d'heures de dépassement du 200 µg/m³) et la station autoroute A1 à Saint-Denis, 3 h. Les dépassements en 2020 sont plus limités, du fait de la situation particulière liée à la pandémie de COVID19 mais non nuls.

Les concentrations moyennes journalières en dioxyde d'azote ont dépassés plusieurs fois le seuil recommandé par l'OMS (25 µg/m³) :

- 27 dépassements au niveau du laboratoire temporaire L1 ;
- 21 dépassements pour le laboratoire temporaire L2 ;
- 13 dépassements pour le laboratoire L3 ;
- Et 22 dépassements pour le laboratoire L4.

A titre de comparaison, la moyenne journalière de 25 µg/m³ a également été dépassée à de nombreuses reprises à la station de référence de fond de Saint-Denis (12 fois) et plus encore à proximité immédiate de l'autoroute A1 avec 42 jours de dépassement, soit l'intégralité des jours de la campagne.

3.4.2 Des niveaux moyens annuels variables suivant les zones

La valeur limite et l'objectif de qualité du NO₂ (40 µg/m³) **sont définis en moyenne annuelle par la réglementation française. Les teneurs observées pendant la période de campagne illustrent les niveaux de pollution durant cette période et les niveaux relevés ne peuvent pas être directement comparés aux différents seuils réglementaires.**

Cette partie traite de l'estimation des niveaux annuels à partir des niveaux mesurés lors de la campagne au regard des normes en vigueur. L'année considérée pour l'estimation des moyennes annuelles est comprise entre le 1^{er} juin 2020 et le 31 mai 2021, intervalle incluant la période de mesure. La méthodologie de l'estimation des concentrations moyennes annuelles et l'incertitude associée est détaillée en

Annexe 6.

Le Tableau 1 présente les qualificatifs du risque de dépassement des normes annuelles pour le dioxyde d'azote en prenant en compte les bornes de concentrations établies à partir de l'incertitude associée.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|--------------|---------------|---------|
| Code couleur | | | | |

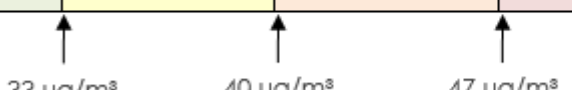

33 µg/m³ 40 µg/m³ 47 µg/m³

Tableau 1 : Qualificatif du risque de dépassement en NO₂ de la valeur limite, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle pour les tubes passifs.

Les moyennes annuelles reconstituées pour l'ensemble des points de mesures tubes passifs NO₂ sont présentées dans le Tableau 2. Les codes couleurs associés indiquent, s'il existe ou non, un risque de dépassement du seuil considéré, en prenant en compte l'incertitude de reconstitution de la moyenne annuelle, qui est de 17 %.

| | Moyenne campagne | Moyenne annuelle estimée | Intervalle incertitude | |
|-----|----------------------|--------------------------|------------------------|-----|
| | en µg/m ³ | en µg/m ³ | Min | Max |
| P1 | 31 | 29 | 24 | 34 |
| P2 | 26 | 24 | 20 | 28 |
| P3 | 37 | 34 | 28 | 40 |
| P4 | 31 | 29 | 24 | 34 |
| P5 | 36 | 33 | 27 | 38 |
| P6 | 31 | 29 | 24 | 34 |
| P7 | 39 | 36 | 30 | 42 |
| P8 | 39 | 36 | 30 | 42 |
| P9 | 28 | 26 | 22 | 30 |
| P10 | 30 | 27 | 23 | 32 |
| P11 | 25 | 24 | 19 | 28 |
| P12 | 60 | 55 | 46 | 65 |
| P13 | 56 | 51 | 43 | 60 |
| P14 | 26 | 24 | 20 | 28 |
| P15 | 37 | 34 | 28 | 40 |
| P16 | 27 | 25 | 20 | 29 |
| P17 | 41 | 38 | 31 | 44 |
| P18 | 42 | 38 | 32 | 45 |
| P19 | 41 | 38 | 31 | 44 |
| P20 | 39 | 36 | 30 | 42 |
| P21 | 24 | 23 | 19 | 27 |
| P22 | 42 | 38 | 32 | 45 |
| P23 | 51 | 47 | 39 | 55 |
| P24 | 23 | 21 | 17 | 25 |
| P25 | 36 | 33 | 28 | 39 |
| P26 | 22 | 20 | 17 | 24 |
| P27 | 37 | 34 | 28 | 40 |
| P28 | 32 | 29 | 24 | 34 |
| P29 | 31 | 29 | 24 | 34 |
| P30 | 28 | 26 | 22 | 31 |
| P31 | 23 | 21 | 18 | 25 |
| P32 | 25 | 23 | 19 | 27 |
| P33 | 41 | 38 | 32 | 44 |
| P34 | 37 | 34 | 28 | 40 |
| P35 | 35 | 32 | 27 | 38 |
| P36 | 23 | 21 | 17 | 25 |
| P37 | 34 | 32 | 26 | 37 |
| P38 | 27 | 25 | 20 | 29 |

Tableau 2 : Estimation des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sur les sites de mesures équipé de tubes à diffusion passif du 30 mars au 27 avril 2021.

La cartographie suivante présente les concentrations moyennes annuelles estimées en fonction du niveau de risque de dépassement.



Figure 13 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles estimées en NO₂

La majorité des sites de mesures ne présentent pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle ou de l'objectif de qualité du dioxyde d'azote (40 µg/m³).

Douze sites de mesures, globalement situés à proximité d'axes routiers fréquentés, présentent un risque peu probable de dépassement de ce seuil. Les points P33 et P34, situés le long de la départementale 20 (rue du Landy), le point P15 situé sur la départementale 1 (Quai de Seine) et les points P7, situé au niveau de la bretelle N410-A1 et P8, situé Rue Voisine sont concernés par un risque peu probable de dépassement du seuil de 40 µg/m³. C'est également le cas pour l'ensemble des points situés au sud de l'autoroute A86 au niveau de la Place Pleyel (P17 – passage piéton sous l'A86, P18 – Rue du Dr Poiré, P19 - Croisement Rue du Dr Poiré / Boulevard Anatole France et P22 – 153 Boulevard Anatole France), **à l'exception du point P37 situé dans la cour d'école du groupe scolaire Anatole France qui ne présente pas de risque de dépassement** et du **point P23 situé au cœur de la Place Pleyel qui présente au contraire un risque vraisemblable de dépassement.**

Deux points de mesures présentent un risque certain de dépassement du seuil de 40 µg/m³ de NO₂. Il s'agit des points P12 et P13 situés au niveau du boulevard Anatole France et de la rue Jules Saulnier.

Les moyennes annuelles reconstituées concernant les laboratoires temporaires sont présentées dans le tableau suivant. Les codes couleurs associés indiquent, s'il existe ou non, un risque de dépassement du seuil considéré, en prenant en compte l'incertitude de reconstitution de la moyenne annuelle. Les concentrations annuelles reconstituées, sont comparées à la valeur limite et l'incertitude est de **15 % pour le NO₂**.

| | Site de remisage RATP (L2) | Place René Dumont (L3) | Rue Ampère (L4) | Passage de la Harpe (L1) | A1 | Paris 18 | Paris 1er – Les Halles | Saint-Denis |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----|----------|------------------------|-------------|
| NO₂ | 27 | 26 | 31 | 32 | 61 | 27 | 22 | 26 |

Tableau 3 : Estimation des concentrations moyennes annuelles en particules en NO₂ sur les sites de mesures temporaire instrumentés du 30/03/2021 au 10/05/2021 et moyenne annuelles mesurées aux différentes stations permanentes du réseau Airparif.

Les concentrations moyennes annuelles estimées sont comprises entre 26 (Place René Dumont – L3) et 32 µg/m³ (Passage de la Harpe – L1) et ne présentent pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle ou de l'objectif de qualité.

4. Les niveaux de particules influencés par les chantiers et le trafic routier

4.1 L'empoussièrément : un indicateur de l'influence des chantiers

Les plaquettes DIEM, qui permettent de mesurer l'empoussièrément, ont été installées sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces mesures permettent notamment d'étudier l'influence des activités de chantiers sur la qualité de l'air environnante. La méthode de mesure des poussières permet d'estimer un niveau global d'empoussièrément, dans la zone d'étude, par périodes de deux semaines d'exposition. Au total, 30 sites ont été installés dans la zone d'étude, à proximité des chantiers et/ou du trafic routier, ainsi qu'en situation de fond (cf. Figure 3).

4.1.1 Niveaux de référence

En l'absence de seuil réglementaire, des ordres de grandeur qualifiant l'empoussièrément ont été définis par ATMO Occitanie, qui a une longue expérience dans ces mesures. Cette échelle s'appuie sur les niveaux d'empoussièrément mesurés généralement en région Occitanie (suivi des retombées de poussières à proximité de carrières et de zones industrielles). En moyenne mensuelle, deux seuils ont été définis : une « gêne potentielle importante » rencontrée à partir d'un empoussièrément de 350 mg/m²/j ; un empoussièrément exceptionnel au-dessus de 1000 mg/m²/j.

| Empoussièrément annuel | |
|-----------------------------------|---|
| < 150 mg/m ² /jour | Empoussièrément faible |
| 150 à 250 mg/m ² /jour | Empoussièrément moyen |
| > 250 mg/m ² /jour | Empoussièrément fort |
| Empoussièrément mensuel | |
| > 350 mg/m ² /jour | Gêne potentielle importante |
| > 1000 mg/m ² /jour | Exceptionnel, il se rencontre dans l'environnement immédiat de certaines carrières ou de certains centres industriels particulièrement empoussiérés, généralement au cours de mois secs et / ou ventés. |

Tableau 4 : Niveaux de référence de l'empoussièrément définis par ATMO Occitanie

Par ailleurs, la norme allemande fixe à 350 mg/m²/jour le seuil des nuisances importantes en moyenne mensuelle.

4.1.2 Des niveaux d'empoussièrement localement élevés

Les niveaux d'empoussièrement moyens relevés sur l'ensemble des sites instrumentés durant la campagne de mesure, du 30 mars au 27 avril 2021, sont présentés ci-dessous. Les résultats série par série sont présentés en Annexe 2.



Poussières sédimentables - période du 2021-03-30 au 2021-04-27

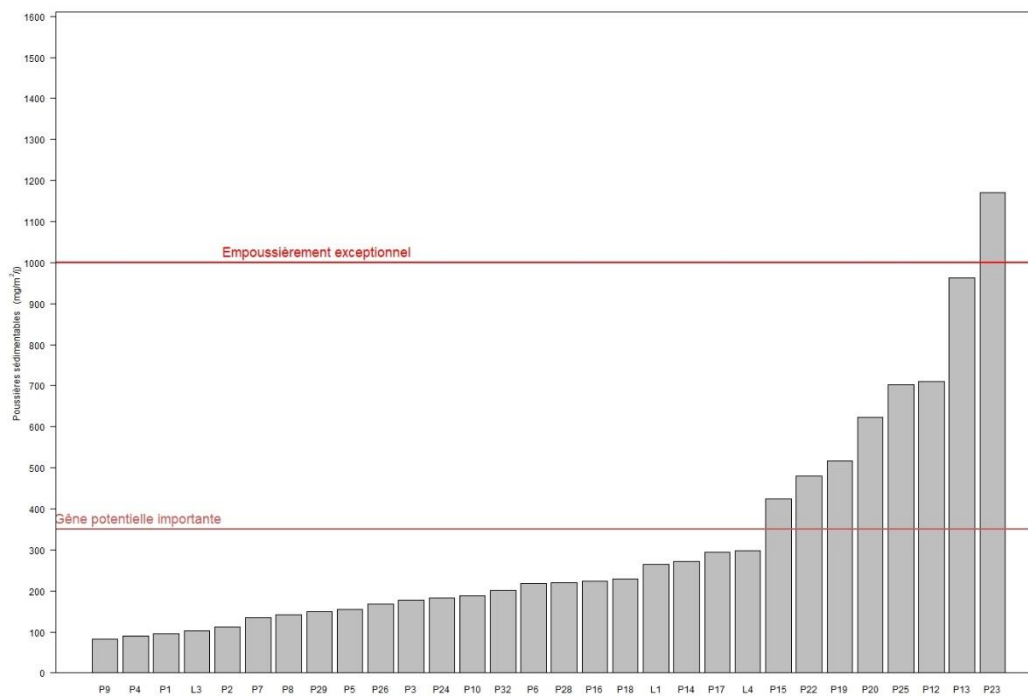


Figure 14 : Niveaux d'empoussièrement moyens aux différents sites de mesures relevés durant la période de mesure – du 30 mars au 27 Avril 2021.

Sur l'ensemble de la période de mesures, des niveaux d'empoussièrement très différents ont été relevés, allant de 83 mg/m²/j au niveau de la Rue du Progrès (P9) à 1171 mg/m²/j au niveau de la Place Pleyel (P23).

Les niveaux d'empoussièrement les plus élevés ont été relevés au niveau du Carrefour Pleyel. Les chantiers sont principalement émetteurs de grosses particules, ainsi les forts niveaux relevés autour du Carrefour Pleyel sont à mettre en lien avec les différents chantiers environnants. De plus, sur ce secteur empoussiéré, le trafic routier participe à la remise en suspension des poussières.

Globalement le **secteur Pleyel** présente un environnement empoussiéré avec les teneurs les plus élevées au cœur de la place Pleyel où l'empoussièrement y est important (supérieur à 1000 mg/m²/j). En s'éloignant de la place Pleyel, le niveau d'empoussièrement est plus faible mais reste élevé, principalement sur le boulevard Anatole France où les teneurs mensuelles sont comprises entre 480 et plus de 700 mg/m²/j. La proximité aux chantiers et la remise en suspension de poussières par le trafic routier entraînent un empoussièrement élevé le long de cet axe routier. Les niveaux moyens d'empoussièrement relevés sur les points passage de la Harpe (L1) et rue du Docteur Poiré (P18) présentent des niveaux élevés mais inférieurs à ceux relevés Place Pleyel (P23) et boulevard Anatole France (P19 et P22), ce qui peut s'expliquer à la fois par l'éloignement aux chantiers et par l'effet d'écran du bâti sur le dépôt des poussières. Toutefois, l'empoussièrement y est plus élevé que dans des situations de fond, à la fois plus éloignées des chantiers et du trafic routier, où les niveaux d'empoussièrement sont inférieurs à 100 mg/m²/j. Le secteur Pleyel présente ainsi un environnement empoussiéré plus ou moins important en fonction de la proximité aux chantiers et aux axes de circulation pouvant entraîner de la remise en suspension de poussières.

Les niveaux d'empoussièrement relevés au niveau de la **Porte de Paris** sont globalement plus faibles (points P1 à P10 et P36) et de l'ordre de ceux habituellement observés dans le cœur dense de l'agglomération. En situation de fond, les niveaux d'empoussièrement sont inférieurs à 100 mg/m²/j et présentent ainsi l'empoussièrement le plus faible de l'ensemble du secteur d'étude. Dans ce secteur, les niveaux les plus élevés ont été relevés au cœur de l'échangeur avec un empoussièrement moyen supérieur à 200 mg/m²/j (P6). Le plus fort empoussièrement est engendré par une zone en travaux à proximité et par l'influence du trafic routier de l'ensemble de l'échangeur.

Au-delà des secteurs autour des échangeurs Pleyel et de la Porte de Paris, l'empoussièrement est plus ou moins élevé en fonction de la proximité de chantiers. Ainsi, plusieurs secteurs présentent un empoussièrement élevé. C'est le cas le long de la Rue Jules Saulnier et du boulevard Anatole France, à proximité du chantier lié à la ZAC Plaine Saulnier comprenant le futur centre aquatique Olympique, où l'empoussièrement est compris entre 700 et près de 1000 mg/m²/j.

Bien que les conditions météorologiques aient été très différentes entre les deux séries de mesures (du 30 mars au 13 avril et du 13 au 27 avril), avec de fortes précipitations lors de la première série et aucune lors de la seconde, de forts niveaux d'empoussièrement ont été relevés sur la zone d'étude et notamment au niveau du secteur Pleyel, où le trafic est dense et les chantiers nombreux.

La rue Camille Moke, située au sud de l'autoroute A86, présente un niveau d'empoussièrement élevé avec un niveau moyen sur la campagne supérieur à 600 mg/m²/j. La proximité des travaux liés aux nouveaux aménagements de l'échangeur Pleyel explique cet empoussièrement parmi les plus élevés du secteur d'étude.

Enfin, un empoussièrement au-delà de 400 mg/m²/j est observé sur la période de la campagne le long du quai de Seine. De la même manière, ce site est influencé à la fois par les chantiers liés au village Olympique présents non loin de ce site et la remise en suspension de poussières par le trafic routier.

La hiérarchie des niveaux d'empoussièrement diffère de ceux de dioxyde d'azote. En effet, les niveaux de dioxyde d'azote les plus élevés ont été relevés à proximité des axes routiers les plus

fréquentés, alors que les niveaux d'empoussièrement les plus forts ont été relevés à proximité des chantiers.

En conclusion, des niveaux d'empoussièrement les plus élevés et pouvant présenter une **gêne potentielle importante** ont été relevés **autour du secteur Pleyel**. Ces forts niveaux peuvent s'expliquer par les **différents chantiers en cours dans cette zone**, mais également par la proximité des points de mesures à **des axes routiers à fort trafic pouvant entraîner la remise en suspension de poussières sur des axes empoussiérés**.

Des niveaux plus faibles, de l'ordre de ceux habituellement observés dans le cœur dense de l'agglomération francilienne, ont été relevés au niveau du secteur de la Porte de Paris, ce qui s'explique notamment par l'absence de chantiers dans la zone.

4.2 Les concentrations en particules PM₁₀ et PM_{2.5}

4.2.1 Les niveaux de PM₁₀ et leur variabilité temporelle

Les laboratoires temporaires, mesurant les niveaux particules PM₁₀ à un pas de temps horaire, permettent d'étudier la variabilité des niveaux. Les principaux résultats (minimum, maximum horaire, moyenne, médiane et percentiles 25 et 75 des données horaires) sont présentés Figure 15 sous forme de boîtes à moustaches pour les différents laboratoires temporaires et les stations de référence du réseau Airparif sur l'ensemble de la période de mesure (du 30 mars au 10 mai).

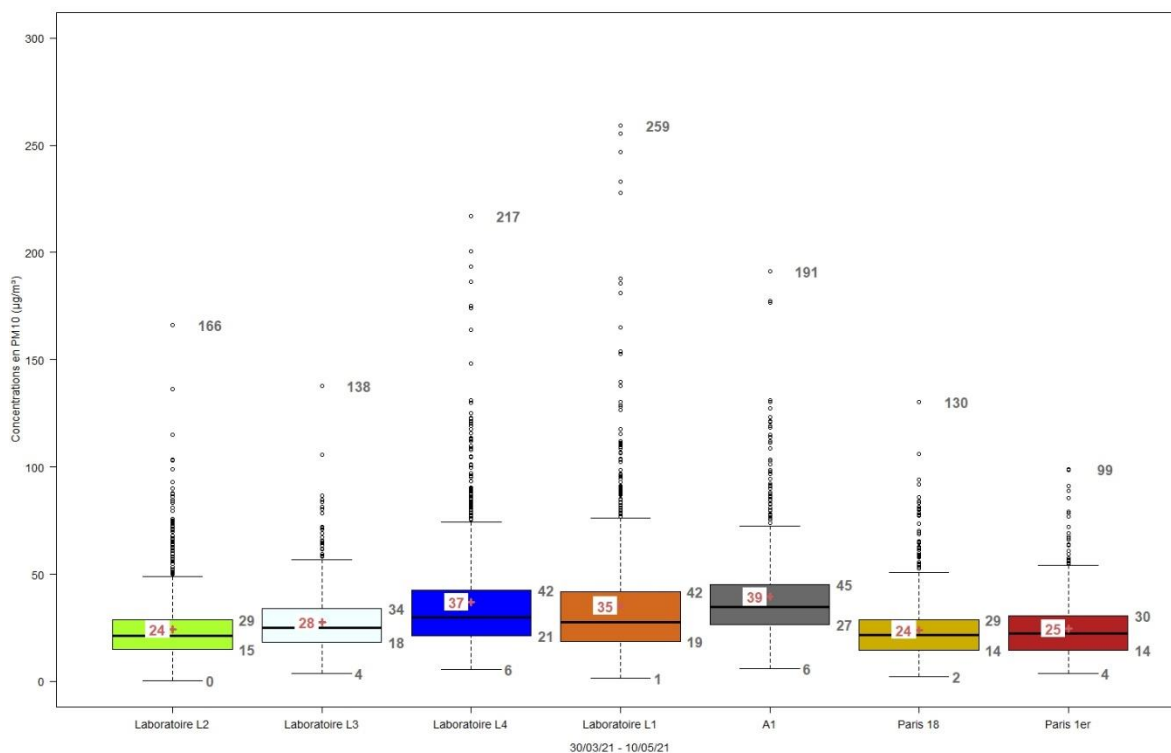


Figure 15 : Boîtes à moustaches des relevés horaires en PM₁₀ (en µg/m³) des laboratoires temporaires et stations de référence durant la période de mesures.

Les boîtes à moustaches présentant les résultats des relevés horaires en particules PM₁₀ des laboratoires temporaires montrent des répartitions plus ou moins « équilibrées⁵ » des mesures, avec toutefois des maxima horaires ponctuellement (« valeurs atypiques ») élevés.

En considérant l'ensemble des données, 50 % des données horaires en particules PM₁₀ relevés par le laboratoire temporaire situé sur le site de remisage RATP sont comprises entre 15 et 29 µg/m³, pour une moyenne de 24 µg/m³ (médiane légèrement inférieure à 21 µg/m³). Le maximum atteint sur ce site est de 166 µg/m³, enregistré le 31 mars entre 9h et 10h, probablement en lien avec l'épisode de pollution aux particules PM₁₀ qui a sévit ce jour (43 % de la population de Seine-Saint-Denis était exposé à des concentrations journalières en particules supérieures à 50 µg/m³ ⁶) et l'influence du trafic routier de l'autoroute A86. Au cours de cette journée, les concentrations en particules PM₁₀ ont pu atteindre 191 µg/m³ à la station A1. La distribution des concentrations en particules PM₁₀ de ce site est semblable aux distributions des concentrations en particules des stations de fond Paris 18^{ème} et Paris 1^{er} du réseau Airparif, le laboratoire temporaire peut donc être considéré comme de typologie de fond.

⁵ Répartition équilibrée : la taille des moustaches (différence entre valeur minimale et percentile 25 et entre le percentile 75 et valeur maximale hors valeur(s) aberrantes(s) présente un ordre de grandeur cohérent par rapport) à la boîte (différence entre le percentile 25 et 75), ou encore la moyenne et la médiane sont présentes dans la boîte.

⁶ Source : Airparif <https://www.airparif.asso.fr/historique-des-episodes-de-pollution>

Au niveau du laboratoire temporaire situé place René Dumont (L3), 50 % des données relevées sont comprises entre 18 et 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une moyenne de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (médiane légèrement inférieure à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Le maxima horaire atteint sur ce site est de 138 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, relevé le 9 avril entre 9h et 10h. La distribution des concentrations en particules PM_{10} de ce site est similaire à celles des stations de fond Paris 18^{ème} et Paris 1^{er} du réseau Airparif, bien que légèrement plus élevée. Les concentrations en particules du laboratoire peuvent donc être considérées légèrement influencées par les activités locales.

Les concentrations au niveau du laboratoire temporaire situé devant la crèche Les Sonatines « Rue Ampère » (L4) et de celui passage de la Harpe (L1) présentent une plus grande variabilité avec des niveaux entre le percentile 25 et 75 plus dispersés (« boîte » plus grande) et un nombre et une ampleur des valeurs extrêmes plus importants que pour les deux autres sites de la campagne et que les sites de référence de fond. Les valeurs les plus fortes y dépassent les niveaux mesurés au niveau de l'autoroute A1, illustrant une source complémentaire au trafic routier.

Pour le site « Rue Ampère » (L4), 50 % des données sont comprises entre 21 et 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une moyenne de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une médiane inférieure à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur ce site de mesure, le maximum atteint est de 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, enregistré le 6 avril entre 16h et 17h. A cette période, les concentrations en particules relevées par les stations de fond du réseau Airparif Paris 18^{ème} et Paris 1^{er} sont respectivement de 9 et 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et de 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la station de typologie trafic A1. Le maximum enregistré par le laboratoire temporaire a donc été influencé par des activités locales, très probablement par les chantiers de la zone d'étude.

Pour le laboratoire temporaire « passage de la Harpe » (L1), 50 % des données sont comprises entre 19 et 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une moyenne de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une médiane inférieure à 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le maximum atteint est le plus important des quatre laboratoires temporaires avec 259 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré durant l'épisode de pollution aux particules PM_{10} le 31 mars entre 15 et 16h. Au regard des niveaux enregistrés par les stations de fond du réseau Airparif à cette période (34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Paris 1^{er}, donnée indisponible pour la station Paris 18^{ème}), ce pic de particules n'a pas été uniquement lié à l'épisode de pollution mais également au trafic routier (A86) et aux chantiers du secteur Pleyel. Parmi les quatre laboratoires temporaires, celui-ci présente la répartition des données la moins équilibrée ce qui illustre la variabilité des données mesurées au cours de la campagne.

Globalement, les concentrations en particules PM_{10} sont similaires au niveau des laboratoires temporaires situés sur le site de remisage RATP et Place René Dumont (L3) et très proches des niveaux relevés par les stations de fond Paris 18^{ème} et Paris 1^{er} du réseau Airparif. Des concentrations supérieures aux stations de fond ont été relevées par les autres laboratoires temporaires (Rue Ampère – L4 et Passage de la Harpe – L1) où les niveaux relevés sont plus proches et ponctuellement plus forts, de ceux de la station de typologie trafic A1. Cela s'explique par la proximité d'axes routiers et des vents pendant la campagne ayant mis ces sites majoritairement sous le vent de l'autoroute A86, mais également par la présence de chantiers sur le secteur.

La Figure 16 présente les profils journaliers horaires des concentrations en particules PM₁₀ mesurées par les laboratoires temporaires ainsi que par les stations A1, de typologie trafic et Paris 18^{ème}⁷, de typologie de fond du réseau Airparif.

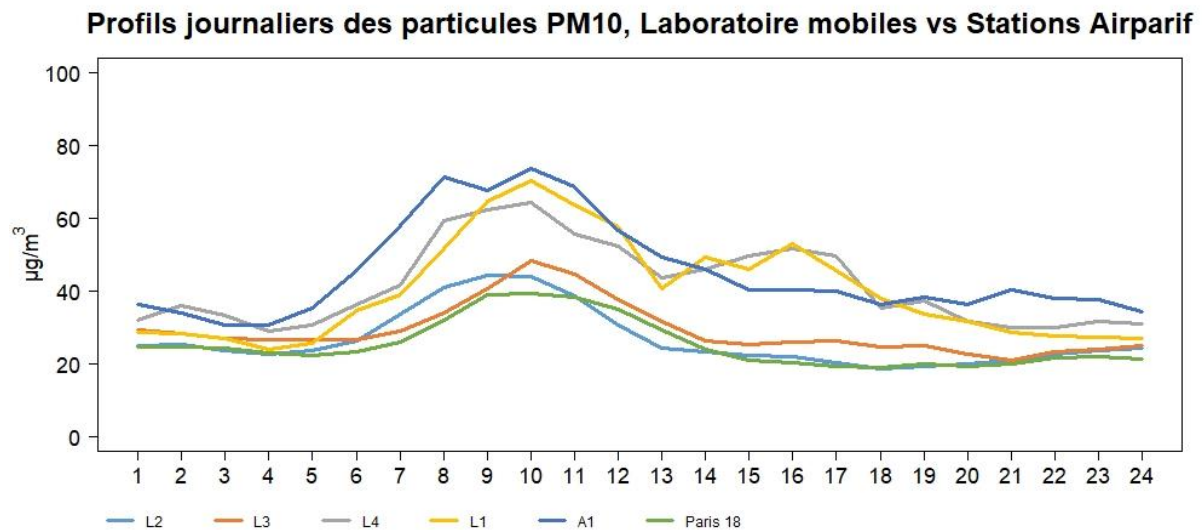


Figure 16 : Profils journaliers des concentrations en particules PM₁₀ relevées par les laboratoires temporaires et par les stations A1 et Paris 18^{ème} du réseau Airparif.

Au cours de la campagne de mesure, les niveaux les plus élevés en particules PM₁₀ ont été relevés au niveau de la station A1. Cela s'explique par sa typologie (station trafic, située à moins de 5 m des voies), le trafic routier étant responsable d'émissions de particules à l'échappement, de particules issues de l'abrasion (frein, pneu et route) et de la remise en suspension de particules déposées sur les voies.

Au regard des niveaux en particules PM₁₀ relevés par les laboratoires temporaires « site de remisage RATP » (L2) et « Place René Dumont » (L3), légèrement supérieurs à ceux de la station de typologie de fond Paris 18^{ème}, et au regard de leur localisation dans la zone d'étude (éloigné des zones de chantiers), les niveaux en particules PM₁₀ relevés par ces deux laboratoires temporaires semblent être légèrement influencés par le trafic routier alentour (Rue Danielle Casanova et boulevard de la Libération, respectivement pour les laboratoires temporaires « Place René Dumont » (L3) et « Site de remisage RATP » (L2), confirmant les résultats des roses de pollution de dioxyde d'azote.

Les niveaux des deux autres laboratoires temporaires (« Rue Ampère » (L4) et « Passage de la Harpe » (L1)) sont influencés par le trafic routier, comme montré par les niveaux de NO₂. Si les niveaux en particules PM₁₀ étaient seulement influencés par le trafic routier, alors ils seraient, à toute heure, inférieurs à ceux de la station A1, comme les niveaux en NO₂. Hors des concentrations plus élevées sont observées entre 14h et 17h, lorsque le trafic routier est moindre. Cela peut s'expliquer par l'influence des chantiers environnants les laboratoires temporaires « Rue Ampère » (L4) (construction du village olympique) et « Passage de la Harpe » (L1) (nombreux chantiers alentours).

⁷ La station Saint-Denis ne mesurant pas les particules PM₁₀, les concentrations sont comparées à la station de typologie urbaine de fond la plus proche : Paris 18, située au 7 rue Ferdinand Flocon Paris 18^{ème}.

4.2.2 Les niveaux de PM_{2.5} et leur variabilité temporelle

La variabilité des concentrations en particules PM_{2.5} relevées par les laboratoires temporaires et les stations de référence du réseau Airparif est présentée ci-dessous par des boîtes à moustaches.

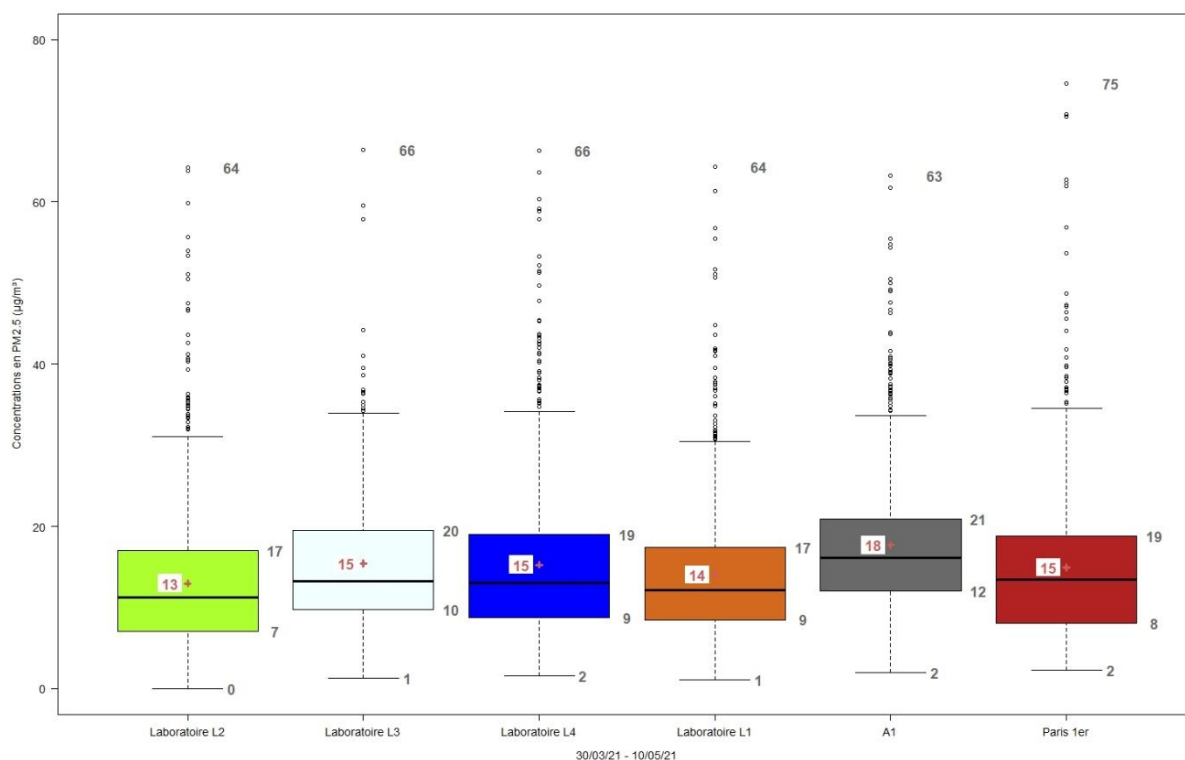


Figure 17 : Boîtes à moustaches des relevés horaires en PM_{2.5} (µg/m³) des laboratoires temporaires durant la période de mesures.

Contrairement aux particules PM₁₀, les différences de teneurs entre les laboratoires temporaires sont bien moins marquées pour les particules PM_{2.5}. Les concentrations en particules PM_{2.5} relevées par les laboratoires temporaires sont du même ordre de grandeur que celles mesurées par la station de fond Paris 1^{er} du réseau Airparif avec une variabilité similaire.

Les boîtes à moustaches des concentrations en particules PM_{2.5} relevées par les laboratoires temporaires montrent des répartitions plutôt équilibrées avec des moyennes proches, allant de 13 à 15 µg/m³. Comme pour les PM₁₀ de nombreuses valeurs ponctuellement élevées sont observées, mais contrairement aux PM₁₀, les maxima sont similaires entre les laboratoires temporaires, c'est-à-dire qu'ils sont survenus à la même période (21/04/2021 entre 9 et 11h), et à celui de la station de typologie trafic de l'A1. Le maxima enregistré par la station Paris 1^{er} n'a pas été relevé à la même période (1^{er} avril 2021 durant l'épisode de pollution aux particules PM₁₀).

Au niveau du site de remisage de la RATP, 50 % des données sont comprises entre 7 et 17 µg/m³ pour une moyenne de 13 µg/m³ (médiane légèrement inférieure avec 11 µg/m³). Sur la période de mesures, le maximum atteint est de 64 µg/m³, relevé le 21 avril entre 9h et 10h.

Le laboratoire temporaire situé au niveau de la place René Dumont (L3) a relevé des concentrations dont 50 % sont comprises entre 10 et 20 µg/m³ pour une moyenne de 15 µg/m³ et une médiane à 13 µg/m³. Le maximum horaire (66 µg/m³) a été également relevé le 21 avril, mais entre 10 et 11h.

50 % des données enregistrées par le laboratoire temporaire situé devant la crèche Les Sonatines « Rue Ampère » (Laboratoire L4) sont comprises entre 9 et 19 µg/m³ pour une moyenne à 15 µg/m³ et une médiane légèrement inférieure à 13 µg/m³. Le maximum horaire a été atteint le 21 avril entre 10h et 11h, comme pour le laboratoire temporaire de la place René Dumont (L3).

Enfin, pour le laboratoire « passage de la Harpe », 50 % des données sont comprises entre 9 et 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une moyenne de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$ et une médiane légèrement inférieure avec 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le maximum horaire a atteint 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ également le 21 avril entre 9h et 10h.

La journée du 21 avril a été marquée par de fortes concentrations en particules $\text{PM}_{2.5}$ et une qualité de l'air « mauvaise »⁸ sur le quart nord-ouest de la région Ile-de-France et la ville de Saint-Denis comme illustré par la cartographie de l'indice de la qualité de l'air (Figure 18) de ce jour et les indices associés à Saint-Denis (Figure 19).

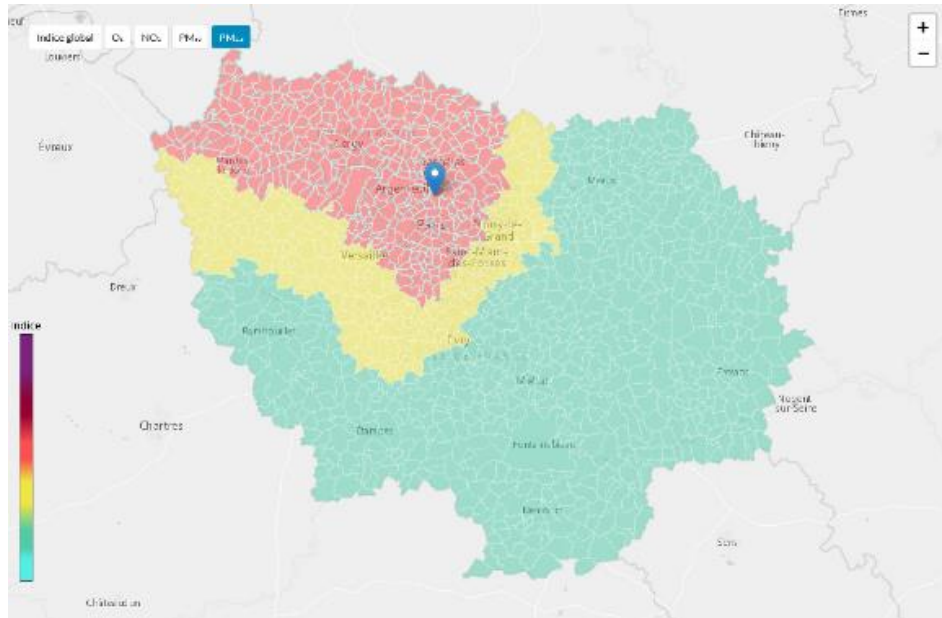


Figure 18 : Indices de qualité de l'air communaux en Ile-de-France pour la journée du 21 avril 2021.

| Qualité de l'air à Saint-Denis | |
|---|--|
| | ■ Mauvaise |
| Qualité de l'air par polluant | |
| Ozone (O_3) | ■ Dégradée |
| Dioxyde d'Azote (NO_2) | ■ Moyenne |
| Particules (diamètre inférieur à $10\mu\text{m}$) (PM_{10}) | ■ Dégradée |
| Particules fines (diamètre inférieur à $2,5\mu\text{m}$) ($\text{PM}_{2.5}$) | ■ Mauvaise |
| Dioxyde de soufre (SO_2) * | ■ Bonne |

| Qualité de l'air | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
| ■ Bonne | ■ Moyenne | ■ Dégradée | ■ Mauvaise | ■ Très mauvaise | ■ Extrêmement mauvaise |

* SO_2 - Du fait des faibles concentrations observées en Ile-de-France, la qualité de l'air pour le SO_2 est toujours "Bonne". Pour ne pas alourdir le site, la carte du sous-indice n'est pas diffusée sur cette page.

Figure 19 : Indice de qualité de l'air à Saint-Denis pour la journée du 21 avril 2021.

Cette mauvaise qualité de l'air pour les particules $\text{PM}_{2.5}$ s'explique par des conditions météorologiques peu favorables à la dispersion des polluants émis localement, avec notamment des vents faibles et une couche limite atmosphérique basse⁹.

⁸ La qualité de l'air est jugée « mauvaise » pour les particules $\text{PM}_{2.5}$ lorsque la concentration moyenne journalière est comprise entre 26 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁹ La couche limite atmosphérique est la couche de l'atmosphère au contact du sol d'une hauteur de 50m à 3km. La hauteur de cette couche impacte grandement les concentrations en polluants. Les transferts de polluants entre cette couche et les couches supérieures de l'atmosphère sont longs.

Les maxima enregistrés par les laboratoires temporaires sont liés à cette mauvaise qualité de l'air pour les PM_{2.5}.

La Figure 20 présente les profils journaliers horaires moyens des concentrations en particules PM_{2.5} mesurées par les laboratoires temporaires, ainsi que par les stations A1, de typologie trafic, et Paris 1^{er}¹⁰, de typologie de fond urbain.

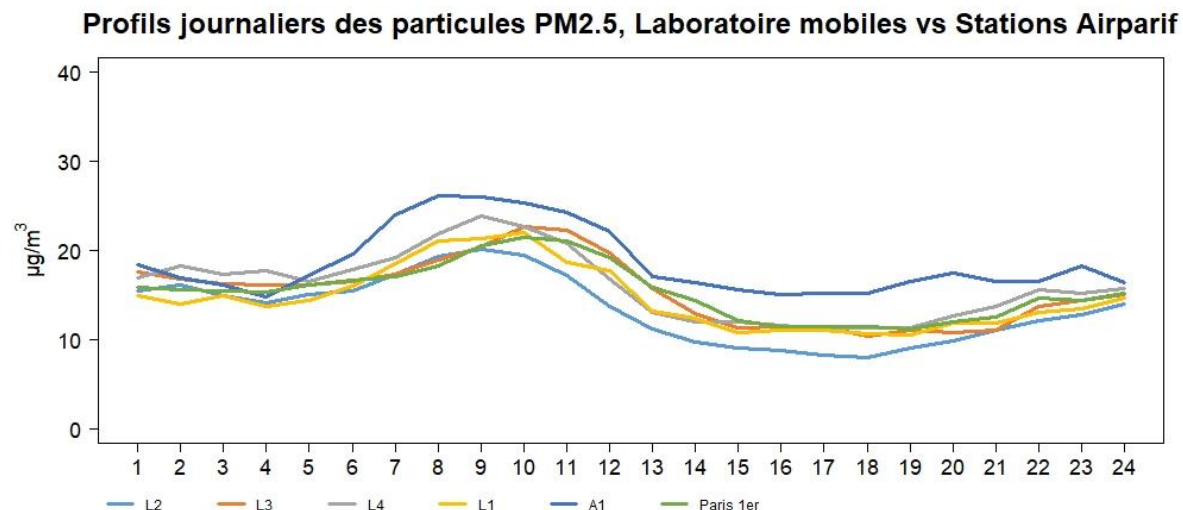


Figure 20 : Profils horaires journaliers en particules PM_{2.5} des laboratoires temporaires et des stations A1 et Paris 1^{er} du réseau Airparif.

Les niveaux en particules PM_{2.5} les plus importants sont relevés au niveau de la station A1, en lien avec l'influence du trafic routier (émission à l'échappement et dans une moindre mesure remise en suspension).

Concernant les laboratoires temporaires, les concentrations relevées sont globalement similaires à celles de la station de fond Paris 1^{er}.

Des niveaux légèrement plus élevés ont toutefois été observés aux heures de pointes du matin au niveau du laboratoire temporaire « Rue Ampère » et « Passage de la Harpe », confirmant l'influence du trafic routier au niveau de ces sites. Contrairement aux concentrations en particules PM₁₀, plus élevées entre 14h et 17h, au niveau de ces deux laboratoires temporaires, les concentrations en particules PM_{2.5} diminuent au cours de la journée pour atteindre les niveaux de fonds urbains. Les particules PM_{2.5} étant peu émises par les chantiers (les chantiers sont globalement plus émetteurs de grosses particules), cette différence de comportement entre les deux fractions des particules confirme la contribution importante des chantiers sur les concentrations en particules PM₁₀.

En conclusion, les concentrations en dioxyde d'azote et en particules PM_{2.5} mesurées durant la campagne de mesure sont influencées majoritairement par le trafic routier, et les concentrations en particules PM₁₀ sont influencées d'une part par le trafic routier et la remise en suspension qu'il engendre et d'autre part par les chantiers situés à proximité.

¹⁰ Les stations Saint-Denis et Paris 18, utilisées comme référence dans les paragraphes précédents ne mesurant pas les particules PM_{2.5}, la station Paris 1^{er} est donc utilisée.

4.2.3 Les ratios $PM_{2.5}/PM_{10}$

Le ratio $PM_{2.5}/PM_{10}$ peut servir à l'identification de sources de particules, il est généralement compris entre 0,5 et 0,6 en situation de fond (données Airparif – 2019). La Figure 21 présente les boîtes à moustaches des ratios horaires en $PM_{2.5}/PM_{10}$ des laboratoires temporaires et des stations de référence A1 et Paris 1^{er} du réseau Airparif, sur l'ensemble de la période de mesures (du 30 mars au 10 mai).

Un ratio proche de 1 illustre une situation où les niveaux de particules PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont proches alors qu'un ratio faible, permet de mettre en relief des teneurs de PM_{10} plus importantes que celles de $PM_{2.5}$.

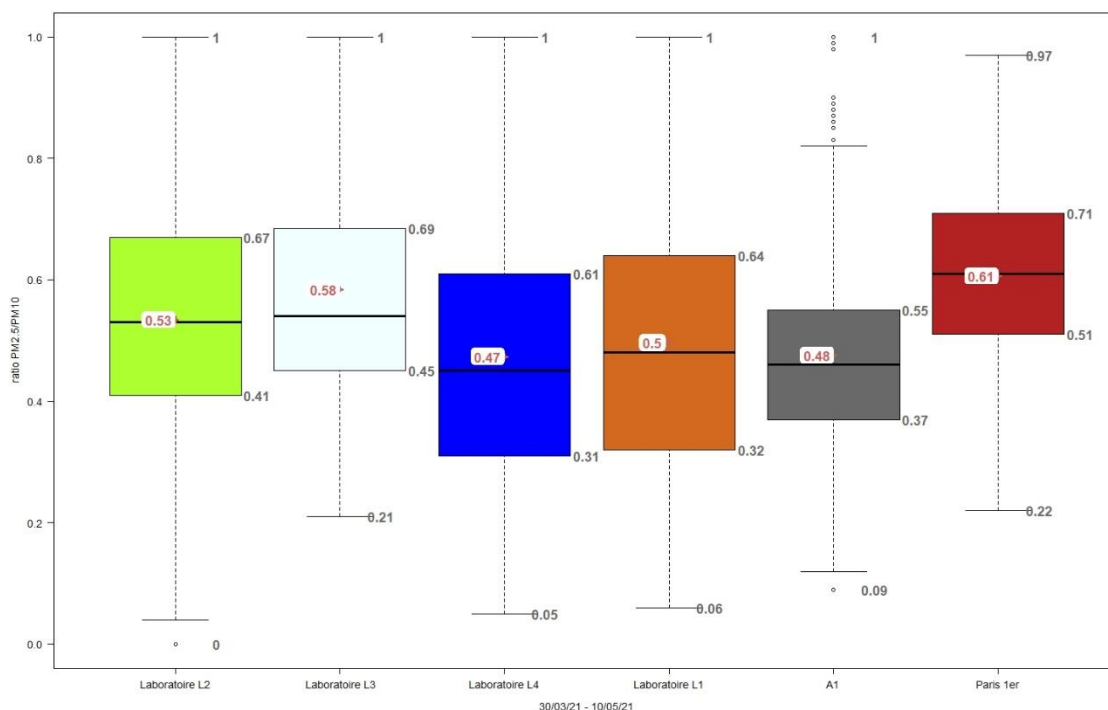


Figure 21 : Boîtes à moustaches des ratios horaires $PM_{2.5}/PM_{10}$ de l'ensemble des laboratoires temporaires et stations de référence du réseau Airparif.

Comme montré dans les paragraphes précédents, les variations de concentrations en particules $PM_{2.5}$ sont bien moins marquées que les variations de concentrations en particules PM_{10} , ainsi les variations de ratios $PM_{2.5}/PM_{10}$ sont plus dictées par les variations de concentrations en particules PM_{10} , que par celles de $PM_{2.5}$.

Deux groupes peuvent être établis à partir de ces graphiques. Le premier, regroupant la station de fond Paris 1^{er} et les laboratoires temporaires, considérés comme sites de fond, « site de remisage RATP » (L2) et « Place René Dumont » (L3). Le second groupe regroupant les laboratoires temporaires « Rue Ampère » (L4), « Passage de la Harpe » (L1) et la station de typologie trafic Autoroute A1. Les ratios relevés par le second groupe (station A1, « Rue Ampère L4 » et « Passage de la Harpe L1 ») sont plus faibles que ceux du premier groupe et inférieurs ou égaux à 0,5. Ces sites sont donc d'avantage influencés par des activités émettrices de particules PM_{10} que les sites du premier groupe (où les ratios sont compris entre 0,5 et 0,6).

4.2.4 Des sources en particules PM₁₀ différenciées

La Figure 22 présente les roses d'impact des particules PM₁₀ pour l'ensemble des laboratoires temporaires durant la période de mesures.



Figure 22 : Roses d'impact des particules PM₁₀ de l'ensemble des laboratoires temporaires.

Les concentrations en particules PM₁₀ mesurées par le laboratoire temporaire « site de remisage RATP » sont en moyenne similaires à celles relevées par la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. Des concentrations plus élevées, de l'ordre de 10 µg/m³, ont été observées durant la campagne par vents de secteur sud-est et ouest nord-ouest. Ces deux secteurs de vents correspondent à des vents provenant des axes routiers à fort trafic (Boulevard de la Libération et autoroute A86) et des travaux d'aménagements rue Camille Moke (pour le secteur sud-est).

Les concentrations en particules PM₁₀ mesurées par le laboratoire temporaire « Place René Dumont » (L3) sont supérieures à celles mesurées par la station de référence pour certains secteurs de vents. L'écart de concentration le plus élevé (15 µg/m³ environ) entre le laboratoire temporaire et la station de référence a été observé par vents de secteur sud, ce qui correspond à des vents provenant du boulevard Danielle Casanova et de l'autoroute A86. Les écarts observés par vents de secteur ouest à nord sont très probablement liés au trafic routier des rues Pinel, Gabriel Péri et de la Légion d'Honneur.

Concernant le laboratoire « Rue Ampère » (L4), les concentrations relevées sont globalement supérieures à celles de la station de référence Paris 1^{er} Les Halles, d'environ 15 µg/m³. De nombreux écarts de concentrations ont été observés durant la campagne de mesure entre le laboratoire temporaire et la station de référence. Les écarts les plus importants ont été observés par vents de secteur sud sud-ouest à nord. Les vents de secteur sud à nord-ouest sont des vents provenant des différents chantiers du Village Olympique et du trafic routier de la rue Ampère (émissions liées au trafic et à la remise en suspension de poussières). Par secteur nord, le vent est en provenance de l'autoroute A86. Des augmentations de concentrations ont également été observées par vents de

secteur sud-est à est. Ces secteurs correspondent à des vents en provenance des chantiers avoisinants.

Enfin, Les concentrations relevées par le laboratoire temporaire situé passage de la Harpe (Passage de la Harpe – L1) sont supérieures à celles mesurées par la station de référence Paris 1^{er} Les Halles, pour l'ensemble des secteurs de vents. Les écarts les plus importants entre le laboratoire temporaire et la référence ont été relevés par vents de secteur sud-est, sud et sud-ouest. Ces secteurs de vents correspondent à des vents qui proviennent respectivement du chantier de la Tour Pleyel, du trafic routier de la Place Pleyel et du boulevard Anatole France (remise en suspension des poussières par le trafic routier). L'impact du boulevard Anatole France sur les concentrations en particules PM₁₀ a également été observé par vents de secteur est et est nord-est.

Pour conclure, les roses d'impact des particules PM₁₀ montrent un impact important des chantiers et des axes routiers très fréquentés sur les concentrations en particules PM₁₀ mesurées par les différents laboratoires temporaires.

L'impact des axes routiers sur les concentrations en particules PM₁₀ a surtout été observé au niveau des laboratoires temporaires « Site de remisage RATP – L2 » et « Place René Dumont – L3 », plus éloignés des chantiers d'aménagements.

A l'inverse, l'impact des chantiers sur les concentrations en particules PM₁₀ a été observé au niveau des laboratoires temporaires « Rue Ampère – L4 » et « Passage de la Harpe – L1 », l'écart de concentration entre les laboratoires et la station de référence pouvant presque atteindre 50 µg/m³ pour certains secteurs de vents.

4.2.5 Le trafic routier comme source principale de particules PM_{2.5}

La Figure 23 présente les roses d'impact en particules PM_{2.5} de l'ensemble des laboratoires temporaires durant la période de mesures, du 30 mars au 10 mai.



Figure 23 : Roses d'impact des particules PM_{2.5} de l'ensemble des laboratoires temporaires.

Les concentrations en particules PM_{2.5} mesurées par le laboratoire temporaire « site de remisage RATP – L2 » sont globalement légèrement plus faibles que celles mesurées par la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. Quelques écarts positifs ont été toutefois observés durant la campagne de mesure, par vents de secteur d'est à sud. Ces secteurs de vents correspondent à des vents en provenance de l'autoroute A86 et du Boulevard Anatole France, mettant ainsi en avant l'impact du trafic routier sur les concentrations en particules PM_{2.5}. Cet impact est toutefois limité et inférieur à 5 µg/m³. A l'inverse, lors de vents de secteur nord, les teneurs sont inférieures à celles enregistrées au cœur de Paris.

Les concentrations en particules PM_{2.5} mesurées par le laboratoire temporaire « Place René Dumont – L3 » sont légèrement supérieures à celles mesurées par la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. Par vents de secteur nord à est, en provenance du parc de la Légion d'Honneur, des concentrations plus faibles que la référence ont été observées. Pour les autres secteurs de vents, en provenance du boulevard Danielle Casanova, de l'autoroute A1, de la Porte de Paris, et de la rue de la Légion d'Honneur, des concentrations plus élevées ont été observées par le laboratoire temporaire, mettant en avant l'impact du trafic routier sur les concentrations en particules PM_{2.5}. Les impacts les plus élevés ont été observés par vents de secteur sud et est sud-est, en provenance du boulevard Danielle Casanova et de l'autoroute A86.

La rose d'impact des concentrations en particules PM_{2.5} du laboratoire temporaire « Rue Ampère – L4 » montre des concentrations globalement plus élevées que celles de la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. L'écart de concentration le plus élevé a été relevé par vents de secteur est sud-est,

avec un écart d'environ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce surcroît très ponctuel de $\text{PM}_{2.5}$ par rapport à la station de référence a été observé de manière plus ou moins marquée sur les 4 laboratoires temporaires et n'illustre ainsi pas un impact spécifique sur ce site. Les autres écarts, plus faibles, ont été relevés par vents de secteur ouest à nord. Ces secteurs de vents correspondent à des vents provenant des différents chantiers du Village des athlètes (village olympique), de la rue Ampère et de l'autoroute A86.

Concernant le laboratoire temporaire « Passage de la Harpe – L1 », les concentrations en particules $\text{PM}_{2.5}$ sont très proches de celles mesurées par la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. Des écarts avec la référence, de quelques $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été observés par vents du large secteur sud, d'ouest à est. Ces secteurs de vents correspondent à des vents en provenance du boulevard de la Libération, de la Place Pleyel (au sud), et du boulevard Anatole France et du chantier de la Tour Pleyel (au sud-est et à l'est).

En conclusion, les roses d'impact des différents laboratoires temporaires montrent des concentrations en particules $\text{PM}_{2.5}$ légèrement plus élevées que celles mesurées par la station de référence Paris 1^{er} – Les Halles. Les écarts à la référence ont été observés lorsque les vents étaient en provenance des axes routiers à fort trafic routier comme les autoroutes A86 et A1, le boulevard Danielle Casanova, la Place Pleyel, le boulevard de la Libération ou le boulevard Anatole France.

4.2.6 Comparaison aux valeurs de références à l'échelle journalière

La valeur limite journalière de PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus 35 Jours/an) ne peut pas être extrapolée sur une année entière. Toutefois, les laboratoires temporaires ont enregistré lors de la campagne de mesure des dépassements journaliers, comme illustré ci-dessous :

- Site RATP (L2) : 2 dépassements : 31 mars ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 1^{er} avril ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Passage de la Harpe (L1) : 4 dépassements : 30 mars ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 31 mars ($126 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 1^{er} avril ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 21 avril ($64 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Rue Ampère (L4) : 5 dépassements : 31 mars ($84 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 1^{er} avril ($82 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2 avril ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 6 avril ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 21 avril ($64 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Place René Dumont (L3) : 1 dépassement le 9 avril ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il est à noter que le seuil d'information aux particules PM_{10} a été dépassé le 31 mars et le 1^{er} avril sur l'ensemble de l'Ile-de-France et que les conditions de dispersions n'étaient pas très bonnes le 21 avril : qualité de l'air qualifiée de dégradée en PM_{10} sur tout le quart nord-ouest de l'Ile-de-France (cf. Figure 18).

Au cours de la campagne de mesure, les seuils **recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé** en particules PM_{10} ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière) et $PM_{2.5}$ ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière) ont été dépassés au niveau des quatre laboratoires temporaires.

Les dates de dépassements des recommandations de l'OMS pour les particules PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont présentés dans les tableaux suivants. La couleur orange indique un épisode de pollution aux particules en Ile-de-France. Lors de ces périodes, le dépassement a ainsi été constaté en Ile-de-France et ne sont pas spécifiquement liés au secteur d'étude.

| Laboratoire L1 | Laboratoire L2 | Laboratoire L3 | Laboratoire L4 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 8 dépassements | 4 dépassements | 2 dépassements | 8 dépassements |
| 30-03 | 30-03 | 09-04 | 31-03 |
| 31-03 | 31-03 | 21-04 | 01-04 |
| 01-04 | 01-04 | | 02-04 |
| 20-04 | 21-04 | | 06-04 |
| 21-04 | | | 20-04 |
| 22-04 | | | 21-04 |
| 26-04 | | | 28-04 |
| 28-04 | | | 29-04 |

Tableau 5 : Dates de dépassements des recommandations de l'OMS en particules PM_{10} ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les laboratoires temporaires « Passage de la Harpe – L1 » et « Rue Ampère – L4 », présentant à la fois les niveaux moyens de particules PM_{10} et les teneurs maximales les plus élevés, ont observés 8 jours de dépassement de la recommandation de l'OMS dont deux liées à des teneurs également élevées en Ile-de-France (en orange).

Concernant les particules PM_{2,5}, les nombres de dépassements journaliers sont nombreux (jusqu'à 14 jours sur les laboratoires temporaires L3 et L4). Toutefois, contrairement aux PM₁₀, ce constat est également vrai durant cette période notamment dans le cœur de Paris avec 19 dépassements journaliers durant la campagne de mesure.

| Laboratoire L1 | Laboratoire L2 | Laboratoire L3 | Laboratoire L4 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11 dépassements | 10 dépassements | 14 dépassements | 14 dépassements |
| 30-03 | 30-03 | 09-04 | 30-03 |
| 01-04 | 31-03 | 14-04 | 31-03 |
| 04-04 | 01-04 | 16-04 | 01-04 |
| 09-04 | 09-04 | 17-04 | 02-04 |
| 16-04 | 17-04 | 18-04 | 04-04 |
| 20-04 | 20-04 | 19-04 | 09-04 |
| 21-04 | 21-04 | 20-04 | 14-04 |
| 27-04 | 28-04 | 21-04 | 20-04 |
| 28-04 | 29-04 | 27-04 | 21-04 |
| 29-04 | 01-05 | 28-04 | 27-04 |
| 01-05 | | 29-04 | 28-04 |
| | | 01-05 | 29-04 |
| | | 02-05 | 01-05 |
| | | 03-05 | 02-05 |

Tableau 6 : Dates de dépassements des recommandations de l'OMS en particules PM_{2,5} (15 µg/m³).

4.2.7 Des niveaux moyens annuels de particules variables suivant les points de mesures

L'année considérée pour l'estimation des moyennes annuelles est comprise entre le 1^{er} juin 2020 et le 31 mai 2021, intervalle incluant la période de mesure. Les moyennes annuelles (reconstituées selon la méthodologie présentée en annexe 6 pour les laboratoires temporaires), sont présentées dans le tableau suivant. Les codes couleurs associés indiquent, s'il existe ou non, un risque de dépassement du seuil considéré, en prenant en compte l'incertitude de reconstitution de la moyenne annuelle. Les incertitudes sont de **12 % pour les particules PM₁₀** et **14 % pour les particules PM_{2.5}**. Les concentrations moyennes annuelles reconstituées, sont comparées à la valeur limite annuelle. Il est à noter que la valeur limite journalière ne peut être constituée suite à la campagne de mesure, le nombre de jours dépassant 50 µg/m³ ne pouvant être extrapolé sur l'année.

| | Site de remisage RATP (L2) | Place René Dumont (L3) | Rue Ampère (L4) | Passage de la Harpe (L1) | A1 | Paris 18 | Paris 1er – Les Halles | Saint-Denis |
|-------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----|----------|------------------------|-------------|
| PM ₁₀ | 19 | 23 | 30 | 29 | 35 | 19 | 18 | - |
| PM _{2.5} | 10 | 13 | 13 | 11 | 18 | - | 11 | - |

Tableau 7 : Estimation des concentrations moyennes annuelles en particules PM₁₀ et PM_{2.5} sur les sites de mesures temporaires et moyenne annuelle mesurées aux différentes stations permanentes du réseau Airparif.

Les Tableau 8 et Tableau 9 présentent les qualificatifs du risque de dépassement des normes de particules PM₁₀ et PM_{2.5} en prenant en compte les bornes de concentrations établies à partir de l'incertitude associées.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Code couleur | | | | |
| | | ↑ 35 µg/m ³ | ↑ 40 µg/m ³ | ↑ 45 µg/m ³ |

Tableau 8 : Qualificatif du risque de dépassement en PM₁₀ de la valeur limite, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Code couleur | | | | |
| | | ↑ 21 µg/m ³ | ↑ 25 µg/m ³ | ↑ 29 µg/m ³ |

Tableau 9 : Qualificatif du risque de dépassement en PM_{2.5} de la valeur limite, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes annuelles reconstituées en particules PM₁₀ des laboratoires temporaires sont inférieures ou égales à 30 µg/m³, donc sans risque de dépassement de la valeur limite annuelle. Elles varient entre 19 et 30 µg/m³ respectivement au laboratoire temporaire « site de remisage RATP – L2 » et « Passage de la Harpe – L1 ».

Les concentrations moyennes annuelles les plus fortes sont estimées au niveau des laboratoires « Rue Ampère – L4 » avec 29 µg/m³ et « Passage de la Harpe – L1 » avec 30 µg/m³. Ces laboratoires temporaires ont enregistré les concentrations les plus élevées durant la campagne de mesure, ce

qui peut s'expliquer par leurs implantations, plus proches des différents chantiers et des axes routiers à fort trafic. Il est à noter que ces moyennes reconstituées sont entachées d'une très forte incertitude et potentiellement majorées puisqu'il est considéré que les chantiers émettent des quantités similaires de particules tout au long de l'année, alors que les émissions dépendent des phases des chantiers.

Concernant les concentrations en particules PM_{2.5}, les concentrations moyennes annuelles estimées sont très proches, variant de 10 à 13 µg/m³, sans risque de dépassement de la valeur limite annuelle, comme cela est le cas sur toute l'Île-de-France.

Les concentrations moyennes annuelles peuvent également être comparées aux objectifs de qualité. Le tableau suivant présente les concentrations moyennes annuelles reconstituées sur la période de mesures, comparées aux objectifs de qualité. Pour rappel, l'objectif de qualité est de 30 µg/m³ pour les particules PM₁₀ et de 10 µg/m³ pour les PM_{2.5}.

| | Site de remisage RATP (L2) | Place René Dumont (L3) | Rue Ampère (L4) | Passage de la Harpe (L1) | A1 | Paris 18 | Paris 1er – Les Halles | Saint-Denis |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----|----------|------------------------|-------------|
| PM₁₀ | 19 | 23 | 30 | 29 | 35 | 19 | 18 | - |
| PM_{2.5} | 10 | 13 | 13 | 11 | 18 | - | 11 | - |

Tableau 10 : Estimation des concentrations moyennes annuelles en particules PM₁₀ et PM_{2.5} sur les sites de mesures temporaires et moyennes annuelles mesurées aux différentes stations permanentes du réseau Airparif.

Les Tableaux 11 et 12 présentent les qualificatifs du risque de dépassement des objectifs de qualité des particules PM₁₀ et PM_{2.5} et en NO₂ en prenant en compte les bornes de concentrations établies à partir de l'incertitude associées.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Code couleur | | | | |
| | | ↑ 26 µg/m ³ | ↑ 30 µg/m ³ | ↑ 34 µg/m ³ |

Tableau 11 : Qualificatif du risque de dépassement en PM₁₀ de l'objectif de qualité, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Code couleur | | | | |
| | | ↑ 9 µg/m ³ | ↑ 10 µg/m ³ | ↑ 11 µg/m ³ |

Tableau 12 : Qualificatif du risque de dépassement en PM_{2.5} de l'objectif de qualité, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle.

Concernant les particules PM₁₀, le dépassement de l'objectif de qualité est qualifié de « peu probable » pour les laboratoires temporaires « Rue Ampère – L4 » et « Passage de la Harpe – L1 ». Il est à noter que ces moyennes reconstituées sont entachées d'une très forte incertitude et potentiellement majorées puisqu'il est considéré que les chantiers émettent des quantités similaires de particules tout au long de l'année, alors que les émissions dépendent des phases des chantiers. Pour les laboratoires temporaires « site de remisage RATP – L2 » et « Place René Dumont – L3 », il n'y a pas de risque de dépassement de l'objectif de qualité des particules PM₁₀.

Enfin, concernant les particules PM_{2,5}, le risque de dépassement de l'objectif de qualité (10 µg/m³) est qualifié de « peu probable » pour le laboratoire temporaire « site de remisage RATP », de « vraisemblable » pour le laboratoire temporaire situé à proximité du Passage de la Harpe (Laboratoire L1) et de « certain » pour les laboratoires temporaires « Place René Dumont – L3 » et « Rue Ampère - L4 » et.

5. Conclusion

Une campagne de mesure a été menée du 30 mars au 10 mai 2021 sur un large secteur de la commune de Saint-Denis en lien avec les projets urbains et routiers en cours, dont le réaménagement des échangeurs A1-A86 de Pleyel et de la Porte de Paris. Elle visait à évaluer les niveaux de dioxyde d'azote, de particules PM₁₀ et PM_{2.5} et à évaluer l'empoussièrément sur la zone.

L'impact du trafic routier à proximité des axes routiers importants de la zone d'étude est confirmé sur les niveaux de dioxyde d'azote et de particules PM_{2.5}.

Les niveaux de dioxyde d'azote les plus importants, supérieurs à 50 µg/m³ en moyenne sur la campagne ont été relevés au niveau de la Place Pleyel, du boulevard Anatole France et de la rue Jules Saulnier, en lien avec le fort trafic routier de ces axes. Les points de mesures présentant les niveaux les plus élevés sont majoritairement situés autour de la Place Pleyel, du fait du trafic routier important dans cette zone et de l'influence de l'autoroute A86. Des concentrations de l'ordre de 30 µg/m³ ont été relevées dans le secteur de la Porte de Paris, en lien avec le trafic routier du boulevard Danielle Casanova et de l'influence de l'autoroute A1. A l'inverse, les niveaux les plus faibles ont été relevés loin des axes routiers majeurs de la zone d'étude.

Parmi les 38 points de mesures NO₂, **2 points présentent un risque certain de dépasser le seuil réglementaire annuel** en dioxyde d'azote, fixé à 40 µg/m³. Il s'agit des points de mesures situés rue Jules Saulnier et au niveau du carrefour entre le boulevard Anatole France et la rue Jules Saulnier. Le point de mesure situé au cœur de la Place Pleyel présente un risque vraisemblable de dépassement de seuil et 12 points de mesures, principalement situés dans le secteur Pleyel, présentent un risque « peu probable » de dépassement de seuil. Les autres points de mesures **(23 points de mesures) ne présentent pas de risque de dépassement de seuil.**

Lorsque les cours des écoles sont encadrées par des bâtiments, le bâti apporte à la fois un éloignement des axes routiers et agit comme un écran qui engendrent des concentrations en dioxyde d'azote mesurées dans ces cours « intérieures » des écoles du groupe scolaire Anatole France, de la crèche Les Sonatines et du groupe scolaire Jacqueline de Chambrun moindres que celles relevées directement au droit des axes routiers.

Cette étude de la qualité de l'air **a également permis de mettre en évidence l'impact des différents chantiers de la zone d'étude sur la qualité de l'air et plus spécifiquement sur l'empoussièrément (particules visibles mais ne pénétrant pas dans l'appareil respiratoire) et les particules PM₁₀**, ce qui s'explique notamment par le fait que les chantiers sont majoritairement émetteurs de grosses particules.

De forts niveaux d'empoussièrément, pouvant dépasser les seuils de « gêne potentielle importante » voir « d'empoussièrément exceptionnel », ont été relevés autour de la Place Pleyel. Ces forts niveaux sont notamment liés aux différents chantiers de construction présents autour de la Place Pleyel, comme le chantier de Tour Pleyel ou du Village des athlètes, et des axes routiers à fort trafic, comme l'autoroute A86 ou les boulevards Anatole France et de la Libération. **De forts niveaux d'empoussièrément ont également été relevés à proximité du chantier du Centre Aquatique Olympique.** Au nord de la zone d'étude, dans le quartier de la Porte de Paris, des niveaux plus faibles d'empoussièrément ont été relevés, du fait de l'absence de chantiers majeurs.

Des concentrations en particules PM₁₀ élevées ont été relevées lorsque les laboratoires temporaires se trouvaient sous le vent des chantiers de la Tour Pleyel, du Village des athlètes et du Centre Aquatique Olympique, mettant en avant un impact de ces chantiers sur la qualité de l'air.

ANNEXES

Annexe 1

Emplacement des points de mesures

| Points | Emplacement | Typologie | Mesure |
|--------|---|--------------------|--|
| P1 | 7-9 Bd Marcel Sembat | Influencé | NO ₂ et DIEM |
| P2 | 38 Rue Pinel | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P3 | 10 Bd Anatole France | Influencé | NO ₂ et DIEM |
| P4 | Croisement Rue Pinel / Rue Danielle Casanova | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P5 | 4 Rue Voisine | Influencé | NO ₂ et DIEM |
| P6 | Rue Pinel - Entrée parking Novotel | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P7 | Bretelle N410 / A1 | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P8 | Parc quai du Canal | Influencé | NO ₂ et DIEM |
| P9 | 14 Rue du Progrès | Fond | NO ₂ et DIEM |
| P10 | Quai du Canal | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P11 | Croisement Rue Calon / Bd de la Libération | Proximité | NO ₂ |
| P12 | Croisement N410 / N412 - Point P | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P13 | N412 - Rue Jules Saulnier | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P14 | Croisement Rue des Beaumonts / Rue de l'industrie | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P15 | D1 - Quai de Saint-Ouen | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P16 | Croisement Rue des Beaumonts /Route de la révolte | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P17 | Passage piéton sous A86 | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P18 | Rue du Dr Poiré | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P19 | Croisement Rue du Dr Poiré / Bd Anatole France | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P20 | Rue Camille Moke | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P21 | Collège Dora Maar | Proximité | NO ₂ |
| P22 | 153 Bd Anatole France | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P23 | Place Pleyel | Transect | NO ₂ et DIEM |
| P24 | 22 BD Finot | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P25 | 165 Bd Anatole France | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P26 | Stade Pablo Neruda | Fond | NO ₂ et DIEM |
| P27 | 223 Bd Anatole France | Proximité | NO ₂ |
| P28 | 39-53 Bd Ornano | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P29 | 11 Avenue François Mitterrand | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P30 | Place des Droits de l'Homme | Fond | NO ₂ |
| P31 | Stade du Landy | Fond | NO ₂ |
| P32 | 72 Rue Pleyel | Proximité | NO ₂ et DIEM |
| P33 | 112 Rue du Landy | Proximité | NO ₂ |
| P34 | 118 Rue du Landy | Proximité | NO ₂ |
| P35 | Croisement D1 / N14 | Proximité | NO ₂ |
| P36 | Groupe scolaire Jacqueline de Chambrun - La Roseaie | Influencé | NO ₂ |
| P37 | Groupe Scolaire Anatole France | Influencé | NO ₂ |
| P38 | Crèche Les Sonatines | Influencé | NO ₂ |
| L1 | Passage de la Harpe (GS Anatole France) | Laboratoire Mobile | NOx, PM ₁₀ et PM _{2,5} et DIEM |
| L2 | 59 Bd de la Libération (Site de Remisage RATP) | Laboratoire Mobile | NOx, PM ₁₀ et PM _{2,5} et DIEM |
| L3 | Place René Dumont (GS Jacqueline de Chambrun) | Laboratoire Mobile | NOx, PM ₁₀ et PM _{2,5} |
| L4 | Croisement Allée de la Seine / Rue Ampère (Les Sonatines) | Laboratoire Mobile | NOx, PM ₁₀ et PM _{2,5} et DIEM |

Tableau 13 : Emplacement précis des points de mesures durant la campagne.

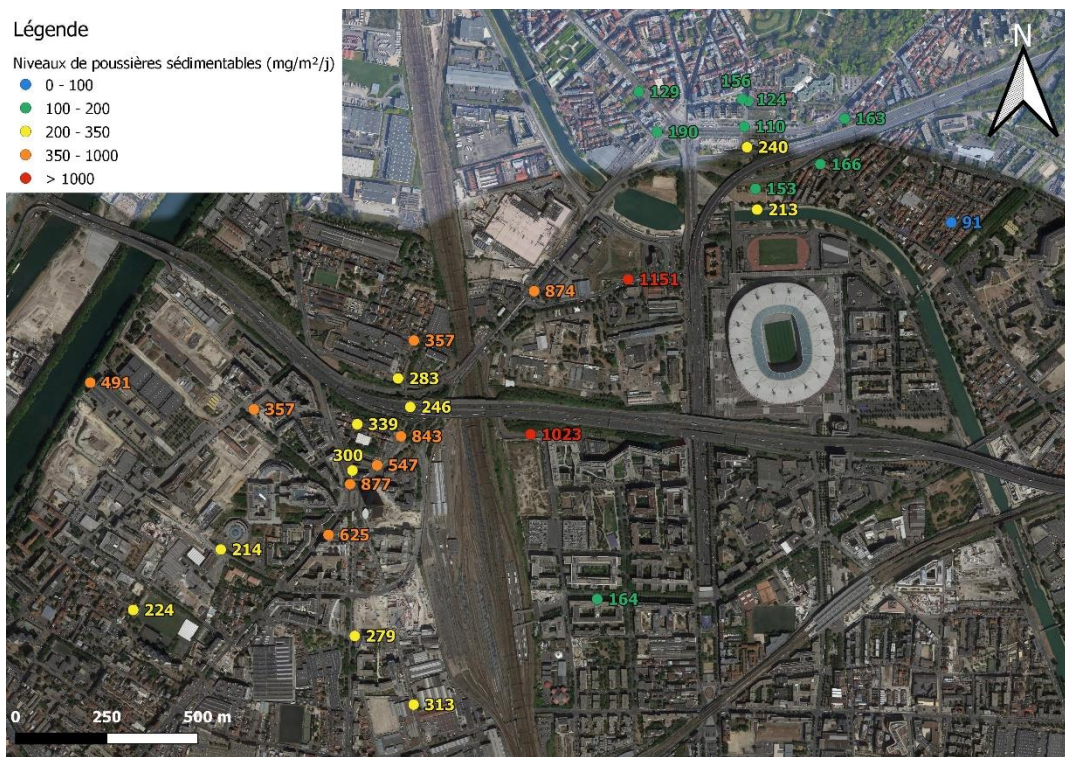
Annexe 2

Résultats d'empoussièrement

Série 1, du 30 mars au 13 avril 2021



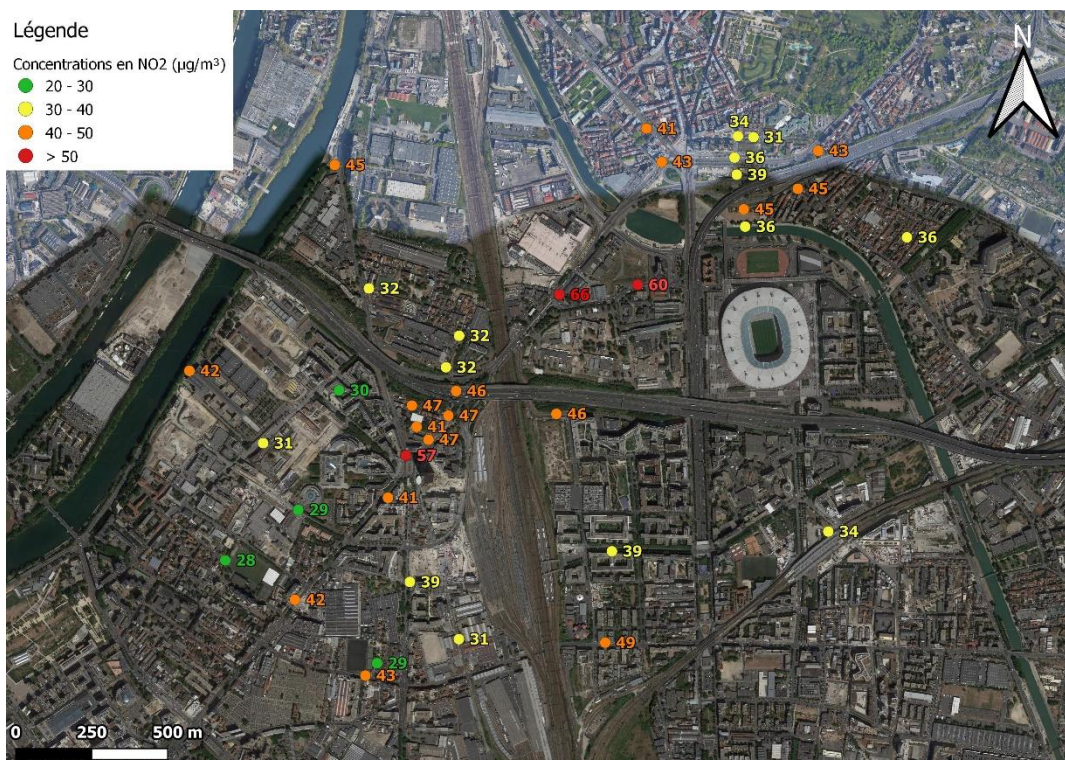
Série 2, du 13 au 27 avril 2021



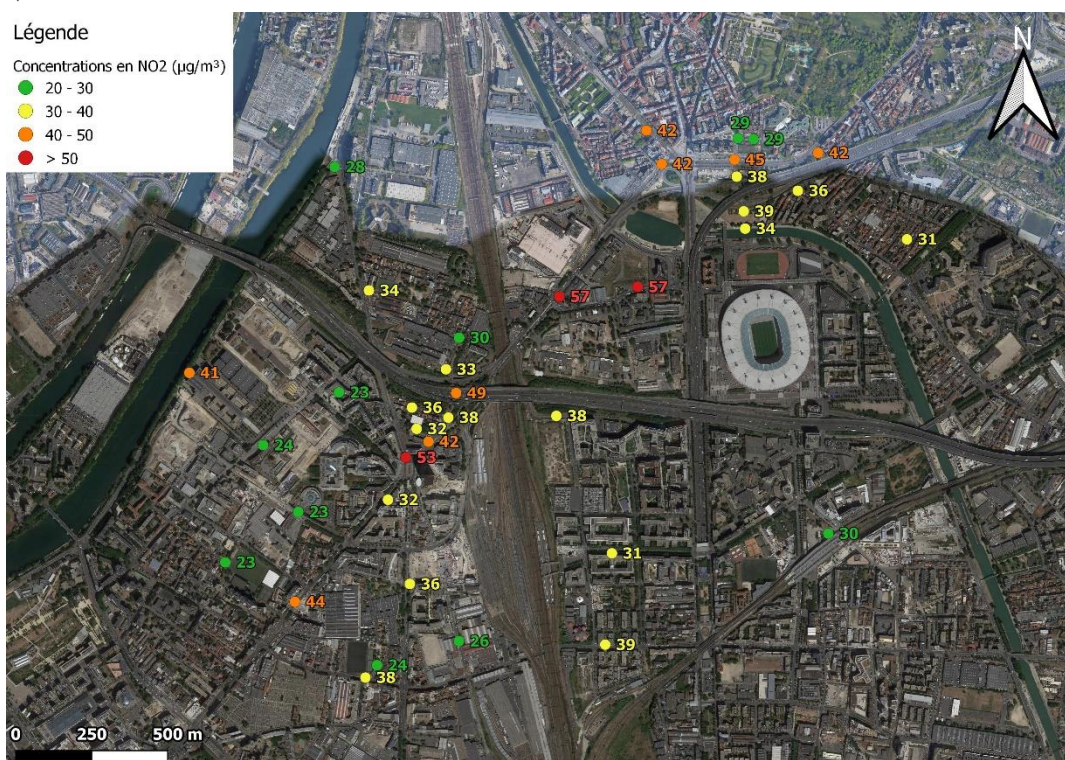
Annexe 3

Résultats de NO₂

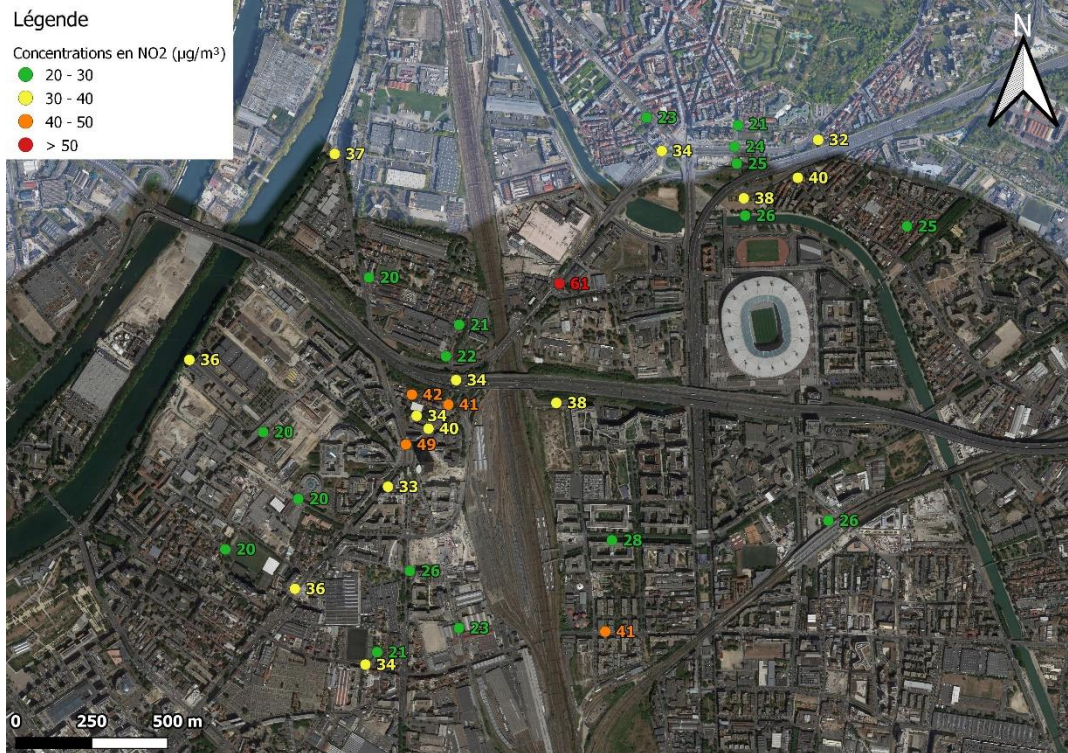
Série 1, du 30 mars au 6 avril 2021



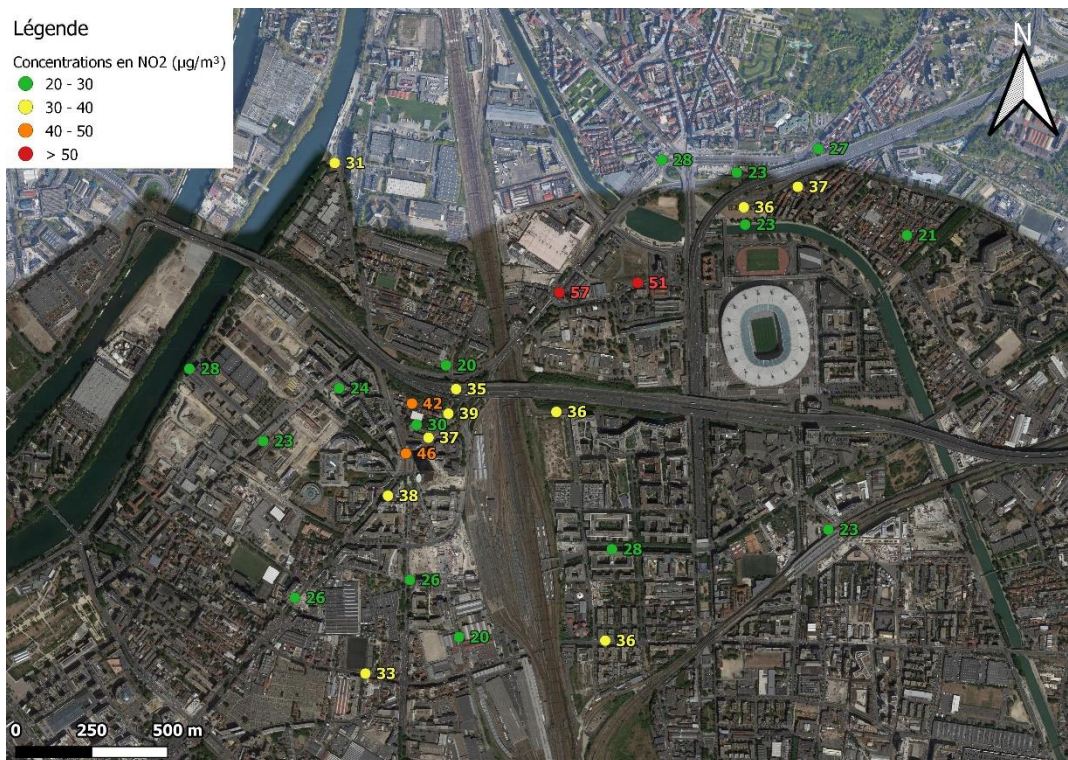
Série 2, du 6 au 13 avril 2021



Série 3, du 13 au 20 avril 2021



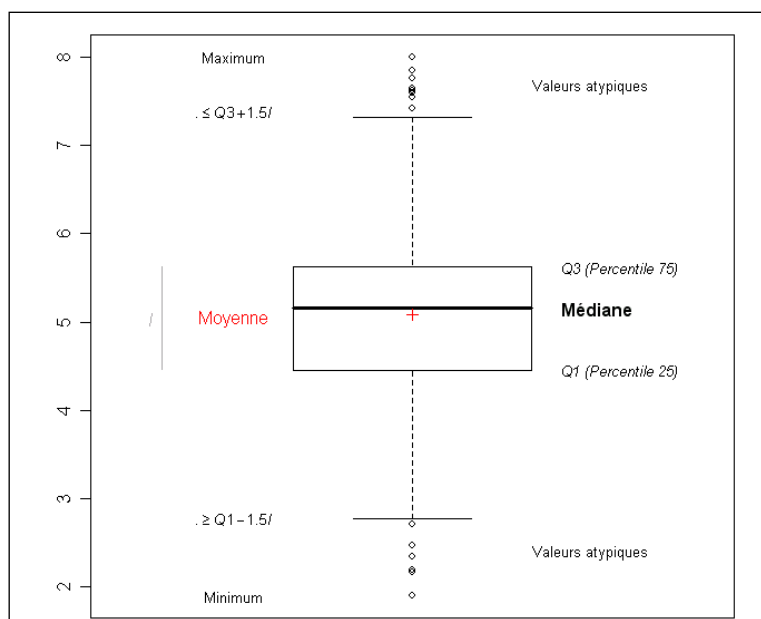
Série 4, du 20 au 27 avril 2021



Annexe 4

Boîte à moustache – Définition

Une boîte à moustache (ou box plot) est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. Pour ce faire, l'échantillon est séparé en 4 parties de même effectif, appelées quartiles. Un quartile est donc constitué de 25 % des données de l'ensemble de l'échantillon. Le deuxième quartile (percentile 50) est appelé plus couramment la médiane (50% des valeurs y sont inférieures, 50% y sont supérieures).



La partie centrale correspondant à une « boîte » représente 50 % des données. Ces données se situent dans le 2^{ème} et 3^{ème} quartile. La différence entre les deux est appelée l'écart inter quartiles. Les moustaches réparties de chaque côté de la boîte représentent généralement près de 25 % des données, mais n'excèdent pas en termes de longueur, $1.5*I$ (I étant l'écart interquartile, c'est-à-dire la longueur de la boîte), ce qui peut amener la présence de points atypiques en dehors des moustaches. La fin de la moustache supérieure correspond donc soit à la valeur $3Q+1.5I$ (3^{ème} quartile + une fois et demi l'intervalle inter quartile), soit au maximum de l'échantillon s'il est plus faible que cette valeur.

La fin des moustaches est très proche des centiles 1 et 99, lorsque la distribution de l'échantillon est gaussienne (suit une loi Normale).

Annexe 5

Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2021

Afin de juger de la qualité de l'air d'une année, la réglementation fait appel à plusieurs définitions.

Les **valeurs limites** sont définies par la réglementation européenne et reprises dans la réglementation française. Elles correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir, ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, **à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint**. Par conséquent, ce sont des **valeurs réglementaires contraignantes**. Elles doivent être respectées chaque année. Un dépassement de valeur limite doit être déclaré au niveau européen. Dans ce cas, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites ont vu leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM₁₀, les valeurs limites ont atteint leur niveau planché en 2005. Le seuil des valeurs limites du dioxyde d'azote (NO₂) a achevé sa décroissance au 1^{er} janvier 2010 et celui des particules PM_{2,5}, au 1^{er} janvier 2015.

Les **valeurs cibles** définies par les directives européennes et reprises dans la réglementation française, correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement dans son ensemble, **à atteindre dans la mesure du possible dans un délai donné**. Elles se rapprochent dans l'esprit des objectifs de qualité français, puisqu'il n'y a **pas de contraintes contentieuses associées à ces valeurs**, mais des enjeux sanitaires avérés. De ce fait, un dépassement de valeur cible doit être déclaré au niveau européen et des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur cible.

Les **objectifs de qualité** sont définis par la réglementation française. Ils correspondent à un niveau **à atteindre à long terme et à maintenir**, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Normes françaises (F)
Normes européennes (E)

Valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité, objectifs à long terme niveaux critiques, seuils d'information et d'alerte

| Dioxyde d'azote (NO ₂) | | | |
|------------------------------------|---|--|--|
| X | | Objectif de qualité | Niveau annuel 40 µg/m ³ |
| X | X | Valeurs limites | Niveau annuel 40 µg/m ³ |
| X | X | | Niveau horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année 200 µg/m ³ |
| X | | Seuil de recommandation et d'information | Niveau horaire 200 µg/m ³ |
| Particules PM ₁₀ | | | |
| X | | Objectif de qualité | Niveau annuel 30 µg/m ³ |
| X | X | Valeurs limites | Niveau annuel 40 µg/m ³ |
| X | X | | Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année 50 µg/m ³ |

| Particules PM _{2.5} | | | |
|------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| X | Objectif de qualité | Niveau annuel | 10 µg/m ³ |
| X | Valeur cible | Niveau annuel | 20 µg/m ³ |
| X | Valeur cible | Niveau annuel | 25 µg/m ³ |
| X | Valeur limite | Niveau annuel | 25 µg/m ³ |
| X | Valeur limite | Niveau annuel | 2020 : 20 µg/m ³ |

Les recommandations de l'OMS sur les concentrations en polluants atmosphériques sont présentées ci-dessous¹¹ :

| Polluant | Durée retenue | Cible intermédiaire | | | | Niveau recommandé |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----|------|----|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| PM _{2.5} , µg/m ³ | Annuel | 35 | 25 | 15 | 10 | 5 |
| | 24 heures ^a | 75 | 50 | 37,5 | 25 | 15 |
| PM ₁₀ , µg/m ³ | Annuel | 70 | 50 | 30 | 20 | 15 |
| | 24 heures ^a | 150 | 100 | 75 | 50 | 45 |
| O ₃ , µg/m ³ | Saison de pointe ^b | 100 | 70 | – | – | 60 |
| | 8 heures ^a | 160 | 120 | – | – | 100 |
| NO ₂ , µg/m ³ | Annuel | 40 | 30 | 20 | – | 10 |
| | 24 heures ^a | 120 | 50 | – | – | 25 |
| SO ₂ , µg/m ³ | 24 heures ^a | 125 | 50 | – | – | 40 |
| CO, mg/m ³ | 24 heures ^a | 7 | – | – | – | 4 |

^a 99^e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)

^b Moyenne de la concentration moyenne en O₃ maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O₃ des moyennes glissantes sur six mois.

¹¹ <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Annexe 6

Estimation de la concentration moyenne annuelle : méthodologie de calcul et incertitude associée

Les conditions météorologiques et dispersives observées lors de la réalisation des séries de mesure n'étant pas représentatives des situations à l'échelle de l'année, l'évaluation de la concentration moyenne annuelle ne peut se faire que par le biais d'un calcul prenant en compte la différence entre les conditions météorologiques et les autres facteurs environnementaux observés lors des séries de mesure d'une part, et ceux observés tout au long de l'année d'autre part.

Pour cela, les résultats annuels connus à partir des mesures réalisées en continu sur l'ensemble des stations permanentes du réseau Airparif sont utilisés. Une comparaison directe entre les niveaux relevés lors des quatre semaines de mesure aux stations permanentes de fond et le niveau moyen annuel de ces stations permet de déterminer la **fonction de transfert qui reflète au mieux les différences météorologiques entre les périodes de mesure**. Cette fonction de transfert est appliquée aux résultats obtenus au site de mesure instrumenté durant la campagne afin d'évaluer la concentration moyenne annuelle au point de mesure.

Le niveau annuel évalué représente l'estimation la plus probable de la concentration moyenne annuelle du site de mesure qui aurait été obtenue si l'on avait surveillé la qualité de l'air tout au long d'une année. La concentration annuelle ainsi déterminée est nécessairement obtenue avec une incertitude plus forte que si les mesures avaient eu lieu toute l'année. Celle-ci provient non seulement de l'incertitude des appareils de mesure, mais également de celle associée au calcul qui permet de déduire la moyenne annuelle à partir des résultats de l'étude.

Pour évaluer précisément le risque de dépassement de l'objectif de qualité (OQ) ou de la valeur limite (VL) sur les différents sites de mesure, il est nécessaire de prendre en compte l'incertitude associée à l'évaluation de la moyenne annuelle (X%). Ainsi, la moyenne annuelle que l'on aurait obtenue si on avait mesuré le polluant considéré en continu tout au long de l'année est comprise dans l'intervalle [Moyenne annuelle estimée du polluant \pm X%].

L'identification des points de mesure dépassant l'OQ ou la VL est ainsi présentée en termes de « risque de dépassement ». Ce risque est minimal, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de risque de dépassement, lorsque le niveau annuel évalué est d'au moins X% inférieur à l'OQ/la VL. Le risque est maximal, c'est-à-dire que le dépassement de l'objectif de qualité est certain, lorsque le niveau annuel estimé est supérieur de X% à l'OQ/la VL. Entre ces deux extrêmes, le risque de dépassement augmente statistiquement et de façon continue avec le niveau moyen annuel estimé. Deux grandes classes de risque permettent de qualifier globalement la situation au regard de l'objectif de qualité. Un risque de dépassement dit « peu probable » existe lorsque le niveau moyen annuel estimé se situe entre [OQ - X% \times OQ ; OQ] et un risque de dépassement dit « vraisemblable » est identifié pour un niveau annuel estimé compris entre [OQ ; OQ + X% \times OQ] (idem pour la VL).

Pour la campagne de mesure, objet du présent rapport, les incertitudes calculées pour les moyennes annuelles estimées du NO₂, des PM₁₀, et des PM_{2.5} sont présentées dans le Tableau 14.

| <i>Incertitude</i> | NO ₂ | NO ₂ | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| | Tubes | Laboratoires temporaires | | |
| | 17 % | 15 % | 12 % | 14 % |

Tableau 14 : Incertitudes associées à l'estimation de la moyenne annuelle pour chaque polluant.

Le Tableau 15 présente les codes couleur et les qualificatifs correspondants, relatifs au risque de dépassement des normes, en fonction de la valeur de la moyenne annuelle estimée.

| Niveau de risque de dépassement | Pas de risque | Peu probable | Vraisemblable | Certain |
|---------------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| Code couleur | | | | |
| | | ↑ | ↑ | ↑ |
| | | $VL - X\% \cdot VL$ | VL | $VL + X\% \cdot VL$ |

Tableau 15 : Codes couleur relatifs au risque de dépassement des normes, en fonction de la valeur moyenne annuelle estimée.