



# Diagnostic des niveaux de pollution atmosphérique et de l'empoussièrément autour du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil

CAMPAGNE DE MESURE 2019



# Diagnostic des niveaux de pollution atmosphérique et des nuisances liées à l'empoussièrement autour du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil

Juin 2020

---

## Pour nous contacter

AIRPARIF - Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France

7 rue Crillon 75004 PARIS - Téléphone 01.44.59.47.64 - Site [www.airparif.fr](http://www.airparif.fr)

---



# Glossaire

## Polluants :

**NO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'azote

**NO<sub>x</sub>** : Oxydes d'azote

**PM<sub>10</sub>** : Particules de diamètre inférieur à 10 µm

**PM<sub>4</sub>** : Particules de diamètre inférieur à 4 µm

**PM<sub>2.5</sub>** : Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm

**PM<sub>1</sub>** : Particules de diamètre inférieur à 1 µm

## 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.

## 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.

### Typologies des stations selon l'influence :

**Station 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.

### Divers :

**BTP** : Bâtiment Travaux-Publics

**PRSQLA** : Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air

# Sommaire

GLOSSAIRE.....	3
SOMMAIRE.....	5
SYNTHÈSE.....	7
1 INTRODUCTION.....	9
1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF.....	9
1.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	9
1.2.1 Environnement.....	9
1.2.2 Les activités du port.....	10
2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	11
2.1 CHOIX DES POLLUANTS MESURES.....	11
2.2 LOCALISATION DES SITES DE MESURE.....	12
2.3 PERIODE DE MESURE.....	13
2.4 CONDITIONS METEOROLOGIQUES DURANT LA CAMPAGNE.....	14
2.4.1 Vitesse et direction de vents.....	14
2.4.2 Taux d'humidité et précipitations.....	15
3 RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	17
3.1 LES NIVEAUX DE POLLUTION ATMOSPHERIQUE A PROXIMITE DE L'ECOLE MURAT.....	17
3.1.1 Le dioxyde d'azote.....	17
3.1.2 Les particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	19
3.2 LES SOURCES DE POLLUANTS DANS LA ZONE D'ETUDE.....	23
3.2.1 L'influence des activités du port.....	23
3.2.2 L'influence du trafic routier.....	36
4 ESTIMATION DU RESPECT DES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR.....	40
4.1 Situation des particules vis-à-vis des valeurs réglementaires.....	40
4.2 Situation du NO <sub>2</sub> vis-à-vis des valeurs réglementaires.....	42
5 CONCLUSION.....	44
ANNEXES.....	45
ANNEXE 1.....	45
Les mesures automatiques (informations horaires).....	45
Les échantillonneurs passifs (mesures à résultats différés).....	47
Silice cristalline.....	49
ANNEXE 2.....	50
ANNEXE 3.....	51
ANNEXE 4.....	52
ANNEXE 5.....	53
ANNEXE 6.....	56



# SYNTHÈSE

Dans le cadre de ses travaux de diagnostics et d'appui à la concertation de l'axe « accompagner » du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air francilien 2016 – 2021, Airparif a réalisé une campagne de mesure autour du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil. Cette campagne avait pour objectif d'établir un diagnostic des niveaux de pollution dans la zone et d'évaluer un potentiel impact des activités des ports sur la qualité de l'air environnante, afin de répondre aux inquiétudes des riverains. Haropa Ports de Paris, partenaire de cette étude, y a apporté un soutien financier.

**Un laboratoire mobile équipé d'analyseurs** a été installé pendant une période de 4 semaines à proximité du Port du Point du Jour au cours de l'été 2019 (du 18 juin au 16 juillet). Implanté à proximité de l'école élémentaire Murat et situé à une vingtaine de mètres du Quai Saint-Exupéry, le site d'étude est en zone influencée par le trafic routier, mais pas en proximité directe avec le trafic<sup>1</sup>. Ce laboratoire mobile a permis d'**étudier la variabilité temporelle des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, du dioxyde d'azote et du carbone suie (black carbon)**. En parallèle, **une dizaine de sites temporaires équipés de moyens passifs** a été déployée afin d'**étudier la variabilité spatiale des polluants et d'évaluer la zone d'influence des activités du port** sur la qualité de l'air alentour. Des mesures d'empoussièrement ont également été menées.

La comparaison des mesures du laboratoire mobile à différentes stations du réseau de mesure permanent d'Airparif a mis en évidence **des niveaux de particules PM<sub>10</sub> élevés**. En moyenne sur la campagne, ils sont **comparables à ceux enregistrés à la station de trafic routier située le long du boulevard Haussmann. Ponctuellement, ils sont supérieurs à ceux de la station située le long du Boulevard Périphérique porte d'Auteuil**, station présentant des niveaux particulièrement élevés.

Les niveaux de PM<sub>2,5</sub> mesurés par le laboratoire mobile sont comparables à ceux sur les stations de fond et les concentrations de carbone suie se situent entre des niveaux de stations de fond parisiennes et les stations trafic. Il apparaît donc que les concentrations atypiques de PM<sub>10</sub> mesurées au site d'étude ne sont pas associées au trafic routier mais aux activités du port de Point du Jour.

L'évolution des concentrations au cours de la journée montre **une nette hausse des niveaux de PM<sub>10</sub> sur la période correspondant aux heures d'activité du port**.

**Les niveaux d'empoussièrement les plus élevés ont été enregistrés à proximité des activités du port.** Durant la deuxième quinzaine de mesure, les niveaux relevés sur le site situé à proximité du cœur des activités du port et de la sortie des camions ont été proches du seuil d'empoussièrement exceptionnel, seuil habituellement rencontré à proximité de carrières.

**Les niveaux d'empoussièrement mesurés à proximité du Port d'Auteuil sont plus élevés que les niveaux de fond.** Cependant, les sites de mesure étant situés à proximité d'un axe routier, **il n'est pas possible de conclure sur la contribution des activités de ce port** (stockage de barges) **dans les niveaux relevés, au regard de celle du trafic routier.**

Des mesures des particules selon différentes tailles, réalisées ponctuellement sur trois sites en parallèle, ont permis d'étudier plus finement la distance d'impact des activités du port de Point du Jour sur la qualité de l'air environnante. Il s'est avéré que **les niveaux de particules grossières,**

---

<sup>1</sup> Les stations trafic sont situées à moins de 10 m des voies de circulation

**particulièrement élevés à proximité des activités du port, décroissent rapidement au fur et à mesure que l'on s'en éloigne, pour atteindre, dans la cour de l'école, des niveaux comparables à ceux enregistrés au sein de l'agglomération parisienne.**

Des relevés de silice, élément traceur des matériaux manipulés et stockés au port de Point du Jour, ont montré des niveaux en moyenne plus élevés à proximité du port de Point du Jour qu'au site de fond urbain Paris 15<sup>ème</sup>, particulièrement les jours ouvrés. **La silice, signature des activités des ports, confirme la contribution du port dans les particules présentes dans la zone environnante.**

Les mesures de NO<sub>2</sub> et de carbone suie, polluants traceurs des combustions, notamment celles de combustibles fossiles, montrent une influence du trafic routier sur la pollution locale comparable à celle observée dans ce secteur de l'agglomération parisienne par les stations permanentes du réseau d'Airparif.

Concernant l'évaluation par rapport aux valeurs réglementaires, **la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) est respectée sur les sites** de fond instrumentés pendant la campagne et dépassée **sur les sites de proximité au trafic routier. Le risque de dépassement de cette la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> est « probable » au niveau du laboratoire mobile.** Ces résultats sont **comparables aux moyennes mesurées sur les stations du réseau Airparif** selon ces différentes typologies de stations. L'estimation de la moyenne annuelle de PM<sub>10</sub> au laboratoire mobile est de 32 µg/m<sup>3</sup> ; **à l'instar de l'agglomération parisienne, la valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup>) est donc respectée au site d'étude. En revanche, le risque de dépassement de l'objectif de qualité (30 µg/m<sup>3</sup>) est « vraisemblable » au site d'étude, ce qui n'est pas le cas des sites de fond parisiens.** La valeur limite journalière (50 µg/m<sup>3</sup>, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an) a été dépassée trois jours durant la campagne de mesure. Il n'est pas possible d'estimer le nombre de dépassements annuel et donc de conclure sur le respect de cette valeur limite. La reconstitution de la moyenne annuelle de PM<sub>2,5</sub> permet d'estimer que la valeur limite annuelle (25 µg/m<sup>3</sup>) et la valeur cible (20 µg/m<sup>3</sup>) sont respectées, mais qu'il existe un risque « certain » «de dépassement de l'objectif de qualité (10 µg/m<sup>3</sup>), tout comme dans l'ensemble de l'agglomération parisienne.

Il est important de noter que **les conditions météorologiques enregistrées durant la campagne de mesure ont été largement favorables à la remise en suspension de poussières** (temps sec associé à des vents moyennement dispersifs à dispersifs) **ou à l'accumulation des polluants** (temps sec associé à des vents faibles). De plus, **les vents, provenant majoritairement du nord-est, ont favorisé le dépôt des poussières dans la zone résidentielle, là où ont été implantés les sites de mesures.** Ainsi, **les niveaux enregistrés durant la campagne sont représentatifs des conditions les plus défavorables rencontrées dans la zone.**

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Contexte et objectif

Le Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) 2016 – 2021 francilien prévoit de faire des diagnostics approfondis autour de zones franciliennes à enjeux particuliers et d'accompagner les acteurs pour limiter la pollution atmosphérique en Ile-de-France. Suite aux inquiétudes des riverains concernant la qualité de l'air de la zone du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil, Airparif a réalisé une campagne de mesure autour de ces ports. Haropa Ports de Paris y a apporté un soutien financier.

Airparif a réalisé une campagne de mesure d'un mois afin d'établir un diagnostic des niveaux de pollution dans la zone et d'évaluer un potentiel impact des activités des ports sur la qualité de l'air environnante. Cette étude avait également pour but d'évaluer la qualité de l'air de cette zone au regard des valeurs réglementaires.

## 1.2 Présentation de la zone d'étude

### 1.2.1 Environnement

Le Port de Point du Jour et le Port d'Auteuil sont situés sur la rive droite de la Seine dans le sud-ouest de Paris, dans le 16<sup>ème</sup> arrondissement, à proximité de la Porte de Saint-Cloud (Figure 1).

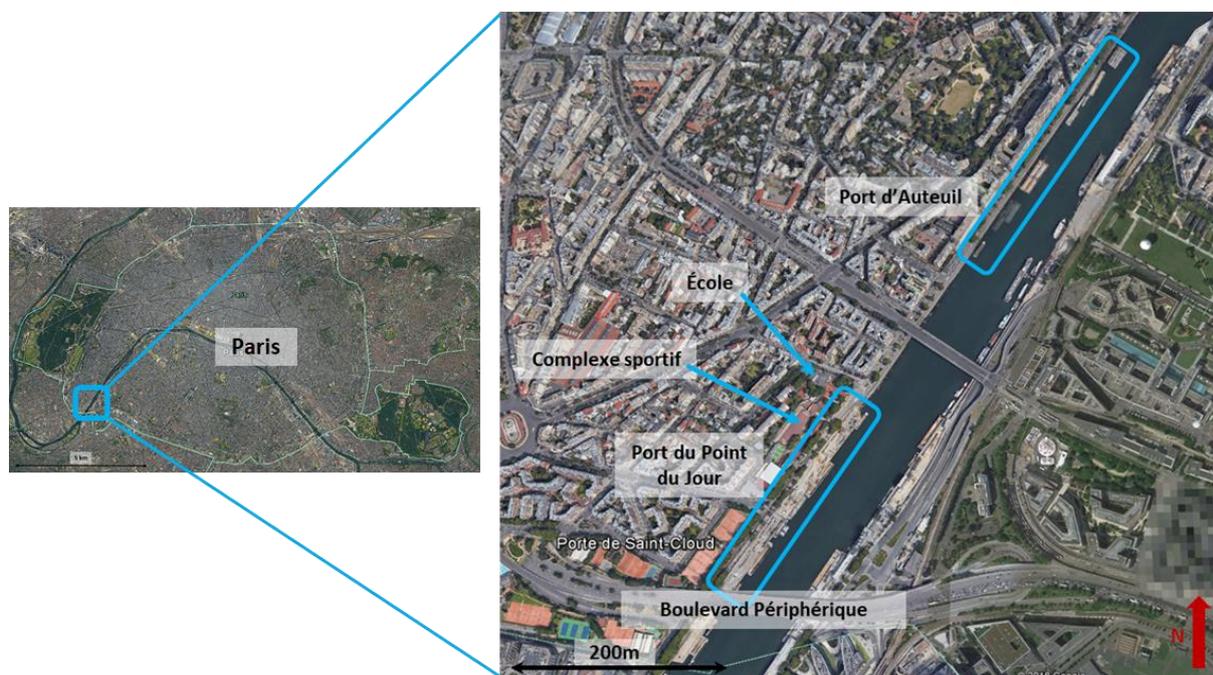


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

## Port du Point du Jour

Situé le long de la Seine, le Port du Point du Jour est longé par le quai Saint Exupéry, qui présente un trafic moyen annuel d'environ 30 000 véhicules par jour. Le Boulevard Périphérique passe au sud du site, à environ 400 m du cœur des activités et enregistre un trafic moyen annuel d'environ 175 600 véhicules par jour. Une école élémentaire et un complexe sportif se situent à proximité de la partie nord du port.

Les activités du port sont réalisées au même niveau que le quai Saint Exupéry ; les barges, sur la Seine, sont en contre-bas.

## Port d'Auteuil

Le Port d'Auteuil est situé le long des Voies Georges Pompidou, en contre-bas du Quai Louis Blériot. Les barges stationnées au Port d'Auteuil sont donc à proximité directe des Voies Georges Pompidou, mais un niveau en dessous du quai Louis Blériot et des habitations.

## 1.2.2 Les activités du port

### Port du Point du Jour

Les activités opérées au Port du Point du Jour sont de deux natures :

- la **manutention** (chargement/déchargement de camions et de barges)
- le **stockage des matériaux en vrac** en tas.

Des **matériaux pulvérulents** (gravats, sables, remblais etc) issus de travaux du bâtiment - travaux publics (BTP) sont manipulés et stockés. Ces matériaux, et particulièrement leur manutention, sont susceptibles de créer des poussières. Les matériaux contenus dans les camions sont déchargés sur les quais, formant des tas de matériaux en vrac (Figure 2) puis chargés sur des barges.



Figure 2 : Illustration des matériaux stockés en vrac au Port du Point du Jour

Le Port d'Auteuil est exclusivement un lieu de stockage et de découplage de barges, pleines ou vides ; aucune activité de manutention n'est réalisée dans ce port. Les matériaux stockés dans les barges sont néanmoins susceptibles de générer des poussières, par remise en suspension, selon les matériaux et sous certaines conditions météorologiques.

## 2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Afin d'étudier la variabilité spatiale et temporelle des niveaux de pollution dans la zone du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil, Airparif a réalisé une campagne de mesure du 18 juin au 16 juillet 2019. **Dix points de mesure** ont été instrumentés à proximité des ports et/ou du trafic routier ainsi qu'en zones éloignées des sources directes d'émissions (situation de fond).

### 2.1 Choix des polluants mesurés

Compte-tenu des sources potentielles d'émissions dans la zone, les polluants suivants ont été retenus pour les mesures : **les particules, notamment les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>, le dioxyde d'azote, le carbone suie (black carbon), la silice et les poussières sédimentables.**

Leurs origines en air ambiant et l'intérêt de leur mesure dans la campagne sont détaillés ci-dessous :

- Le **dioxyde d'azote** (NO<sub>2</sub>), polluant majoritairement émis en zone urbaine, indicateur des activités de combustion, dont notamment le **trafic routier** et le chauffage. Ce polluant a été mesuré afin d'évaluer l'influence du trafic routier dans la pollution atmosphérique au niveau de la zone d'étude.
- Les **particules**, pouvant être directement émises dans l'atmosphère (particules primaires), ou provenir de la transformation de polluants gazeux présents dans l'atmosphère (particules secondaires). Elles proviennent **d'activités humaines** (transports, chauffage, industries), mais également de **sources naturelles** (dans certains secteurs géographiques : érosion des sols, poussières désertiques, embruns marins, éruptions volcaniques, feux de forêt...). Elles peuvent de plus être transportées sur de longues distances et être remises en suspension une fois déposées au sol.

Seules les particules PM<sub>10</sub> (de diamètre inférieur à 10 µm) et les PM<sub>2.5</sub> (de diamètre inférieur à 2,5 µm) sont réglementées pour leurs effets sur la santé. En moyenne annuelle, les **PM<sub>2.5</sub>** représentent 60 à 70 % des PM<sub>10</sub> et sont composées à 50 % d'espèces carbonées (carbone élémentaire et matières organiques), **émises lors des processus de combustion** plus ou moins complète. L'autre moitié est constituée par des particules secondaires (nitrate, sulfate et ammonium) Les **PM<sub>10</sub>**, plus grossières, sont davantage **issues de phénomènes mécaniques** tels que l'abrasion, l'érosion etc.

Dans le cadre de cette campagne, les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> ont fait l'objet de mesures horaires avec un analyseur automatique.

Des mesures d'**empoussièrement** et, ponctuellement, des mesures avec un spectre de tailles de particules plus large, ont été déployées. Ces différentes mesures ont été réalisées afin :

- de pouvoir distinguer l'influence des activités à partir des concentrations en particules selon leur taille,
  - d'évaluer la distance d'impact des activités du Port du Point du Jour, pour, in fine, évaluer l'impact potentiel des activités des ports sur la pollution atmosphérique au niveau de la zone d'étude.
- La **silice cristalline**, traceur des **poussières terrigènes**, autrement dit non liées à la combustion notamment du trafic routier. La silice cristalline est composée de trois variétés principales :
- **le quartz**, composant majeur de nombreuses roches, notamment les roches sédimentaires d'où provient le **sable** ;
  - la tridymite et la cristobalite qui ne se rencontrent que très rarement à l'état naturel.
- Ces mesures ont pour vocation de caractériser les poussières engendrées potentiellement par les activités du port (chargement/déchargement de camions et péniches, remise en suspension, ...).
- Le **carbone suie (black carbon)**, formé par la combustion incomplète de combustibles fossiles, de biocarburants et de biomasse, est un traceur du trafic routier et de la combustion de biomasse (chauffage au bois, brûlage de déchets verts).  
Ce polluant a été mesuré afin d'étudier la part du trafic dans les concentrations en particules.

L'instrumentation déployée pour chaque polluant est décrite en Annexe 1.

## 2.2 Localisation des sites de mesure

Pour évaluer la **variabilité temporelle** des niveaux de pollution, un site a été équipé d'**instruments de mesures automatiques** identiques à ceux des stations permanentes du réseau d'Airparif, à l'aide d'un laboratoire mobile de mesures. Ces moyens de mesure ont permis d'avoir des **données horaires de NO<sub>2</sub>, de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> et de carbone suie**. Neufs autres sites, implantés en proximité du trafic routier, en proximité des activités des ports, ou en situation de fond urbain, ont permis d'**évaluer la variabilité spatiale** des niveaux de particules, de poussières, de silice cristalline et de dioxyde d'azote. Les instruments utilisés sur ces sites ont une finesse temporelle moins importante (mesures journalières pour les filtres mesurant la silice cristalline, hebdomadaires pour les tubes passifs mesurant le dioxyde d'azote, et bimensuelles pour les plaquettes mesurant l'empoussièrement). La Figure 3 présente la localisation des sites de mesures et les polluants associés.

Le laboratoire mobile déployé pendant la campagne a été placé de manière à être représentatif des niveaux de la cour de l'école élémentaire Murat. Situé à environ 20 m de l'axe routier du quai Saint Exupéry, et à environ 40 du cœur des activités du Port du Point du Jour, c'est un site d'observation, présentant une **configuration intermédiaire entre station de trafic** (dont l'objectif est de caractériser la qualité de l'air au plus près des voies de circulation) **et station de fond** (éloignée des sources d'émissions).

Les données de différentes stations du réseau de mesure d'Airparif ont été utilisées afin de les comparer aux résultats obtenus sur le domaine d'étude. En particulier, la station de fond urbain Paris 15<sup>ème</sup>, située dans le parc Suzanne Lenglen, à environ 1 km au sud-est, a été utilisée comme site de référence pour les mesures de silice, permettant de connaître les teneurs de fond urbain parisien. L'Annexe 2 présente la localisation de ces différentes stations de référence.

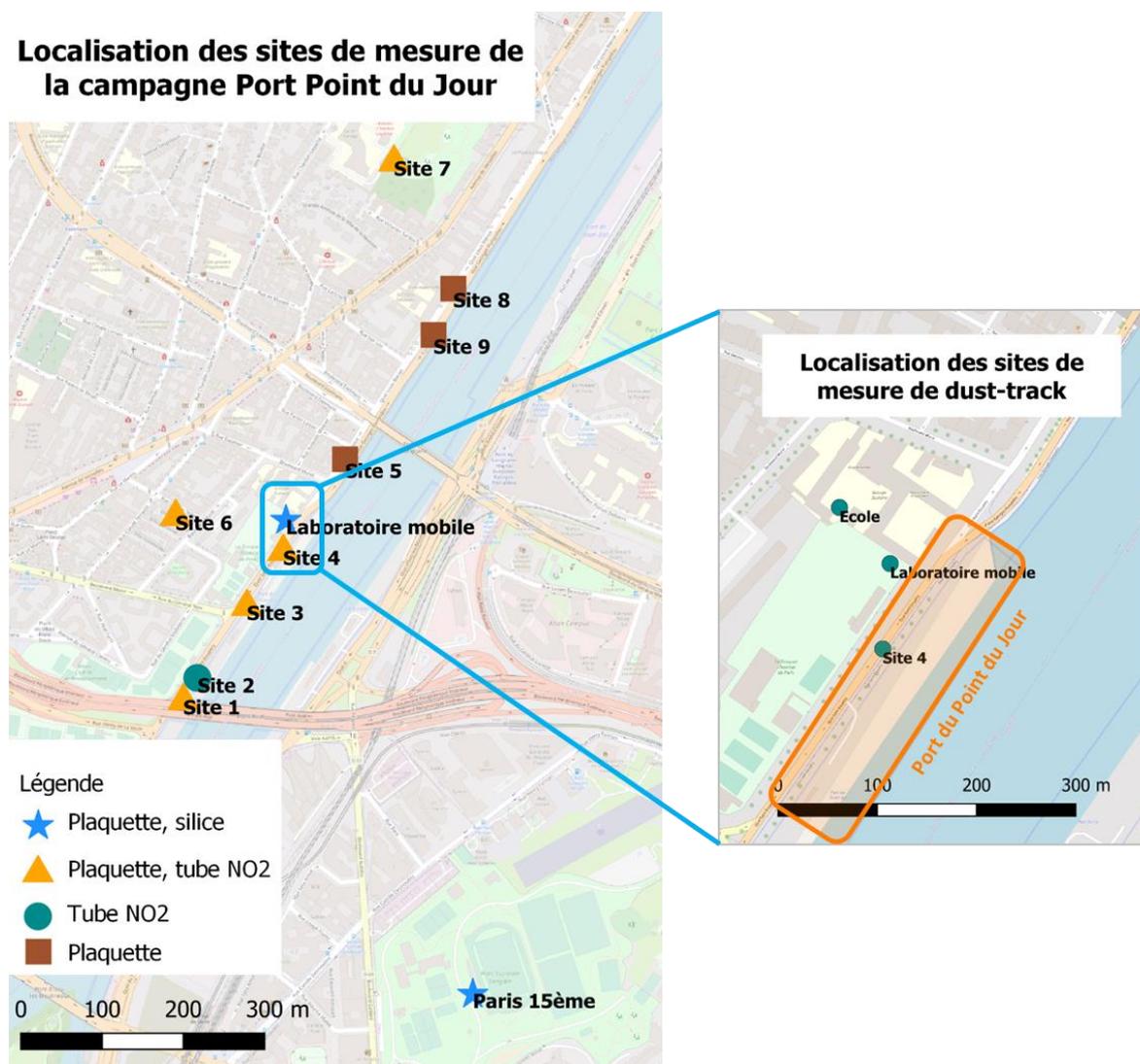


Figure 3 : Localisation des sites de mesure déployés durant la campagne

## 2.3 Période de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée en période estivale. Les conditions météorologiques estivales sont, compte-tenu des sources de poussières liées aux activités du Port du Point du Jour, plus favorables à la remise en suspension des poussières lors des conditions sèches, notamment lors de la manutention des matériaux et du passage des camions sur un sol empoussiéré. Cette période correspond ainsi aux conditions maximisant l'influence potentielle des activités des ports.

Les mesures de qualité de l'air dans la zone du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil ont été réalisées du **18 juin au 16 juillet 2019** inclus.

Les mesures par **échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote** ont été réalisées en **quatre séries consécutives d'une période d'une semaine** chacune (Tableau 1, a)

	Période de mesure du NO <sub>2</sub> par tubes passifs
Série 1	du 18 au 25 juin 2019
Série 2	du 25 juin au 2 juillet 2019
Série 3	du 2 au 9 juillet 2019
Série 4	du 9 au 16 juillet 2019

a) Tubes NO<sub>2</sub>

	Période de mesure d'empoussièrement par plaquette de dépôt
Série 1	du 18 au 2 juillet 2019
Série 2	du 2 au 16 juillet 2019

b) Plaquettes de dépôt

Tableau 1 : Périodes de mesure des séries de tubes à diffusion et de plaquettes de dépôt

Les mesures d'**empoussièrement** par plaquettes de dépôt ont été réalisés en **deux séries consécutives d'une période de deux semaines** chacune (Tableau 1, b).

## 2.4 Conditions météorologiques durant la campagne

Une analyse des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure a été réalisée afin de mieux appréhender leurs influences 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<sup>ème</sup> 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 de la capitale (station synoptique). Toutefois, il est possible que les conditions de vents locales diffèrent légèrement de celles la station Montsouris, du fait de la proximité directe du site à la Seine, le fleuve pouvant induire des perturbations locales (couloir de vents).

### 2.4.1 Vitesse et direction de vents

La Figure 4(a) représente, pour la campagne de mesure réalisée entre le 18 juin et le 16 juillet 2019, 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 vent les plus dispersifs (vitesses de vent égales ou supérieures à 4 m/s). La Figure 4(b) présente les mêmes paramètres moyennés sur les dix dernières années.

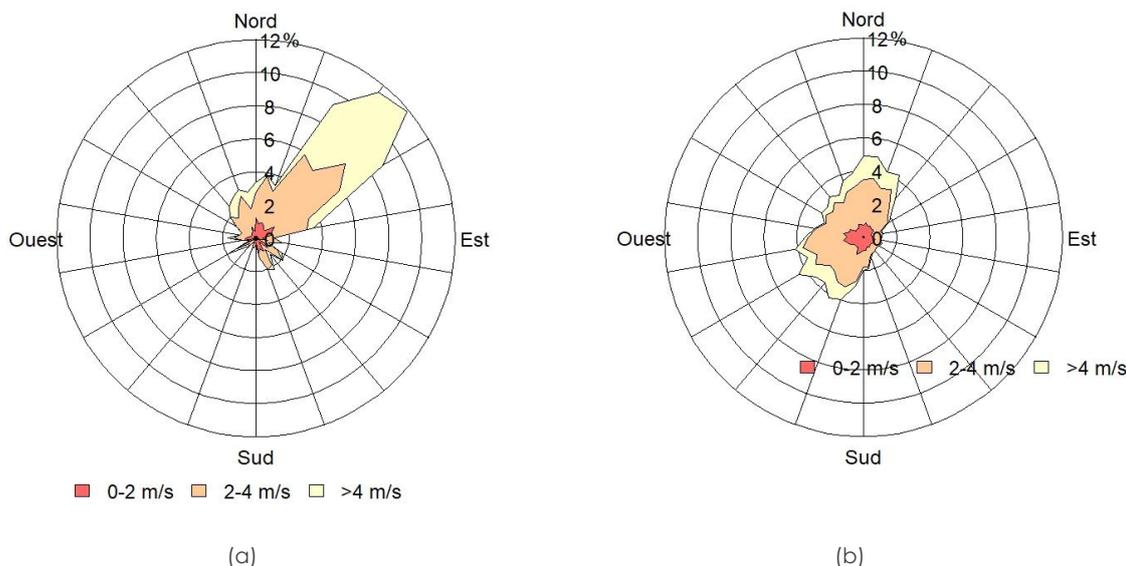


Figure 4 : Fréquence (en %) des vents observés à la station Météo-France de Montsouris durant la campagne de mesure du 18 juin au 16 juillet 2019 (a) et sur les mois de juin et juillet des dix dernières années (b) en fonction de leur secteur et leur vitesse. [source : Météo-France]

Les vents observés durant la période de mesure sont très différents de ceux observés en moyenne sur la même période lors des dix dernières années. Les vents moyens des mois de juin et juillet des dix dernières années ont été en grande majorité des vents de sud à sud-ouest, alors que la **direction de vent largement majoritaire** durant la campagne de mesure est de secteur **nord-est**. Les vents provenant de la direction est sont les plus défavorables pour la qualité de l'air de la zone d'étude à proximité du Port du Point du Jour, située à l'ouest du port, là où a notamment été installé le site de mesure. Dans une moindre mesure, des vents de nord et nord-ouest et de sud-est ont également été enregistrés, ainsi que, très ponctuellement, des vents de sud à ouest.

En revanche, les vitesses de vents durant la campagne sont comparables à celles observés sur la même période lors des dix dernières années. Les vents dominants sont **moyennement dispersifs** (vitesses de vent entre 2 et 4 m/s) observés 52 % du temps durant la campagne (56 % du temps les mois de juin et juillet des dix dernières années). Les vents **dispersifs** (vitesses de vent supérieures à 4 m/s) ont été plus marqués durant la campagne (25 % du temps contre 16 % les dix dernières années). Ces deux régimes de vents sont les plus favorables à la remise en suspension des particules. Les conditions de vents propices à l'accumulation des polluants (vitesses de vent faibles, c'est-à-dire inférieures à 2m/s) sont, avec 21 % du temps, les moins représentées lors de cette campagne (28 % du temps des dix dernières années). Les vents de nord-est, direction principalement enregistrée durant la campagne sont majoritairement associés à des vitesses de vent supérieure à 2m/s (vents moyennement dispersifs à dispersifs). Les autres directions de vent sont plutôt associées à des conditions peu à moyennement dispersives.

## 2.4.2 Taux d'humidité et précipitations

La Figure 5 présente l'humidité moyenne journalière et le cumul journalier des précipitations enregistrés pendant la campagne de mesure.

Le taux d'humidité moyen enregistré durant la campagne a été de 55 %, variant de 41 % à 69 %.

Concernant les précipitations, le cumul de pluie tombée pendant la campagne est très faible avec seulement 6 mm, répartis sur 2 jours (les 19 et 20 juin). Les heures de précipitations ont représenté seulement 1 % des heures de la campagne. À titre de comparaison, le cumul moyen des précipitations sur les mois de juin et juillet ces dix dernières années est de 60 mm.

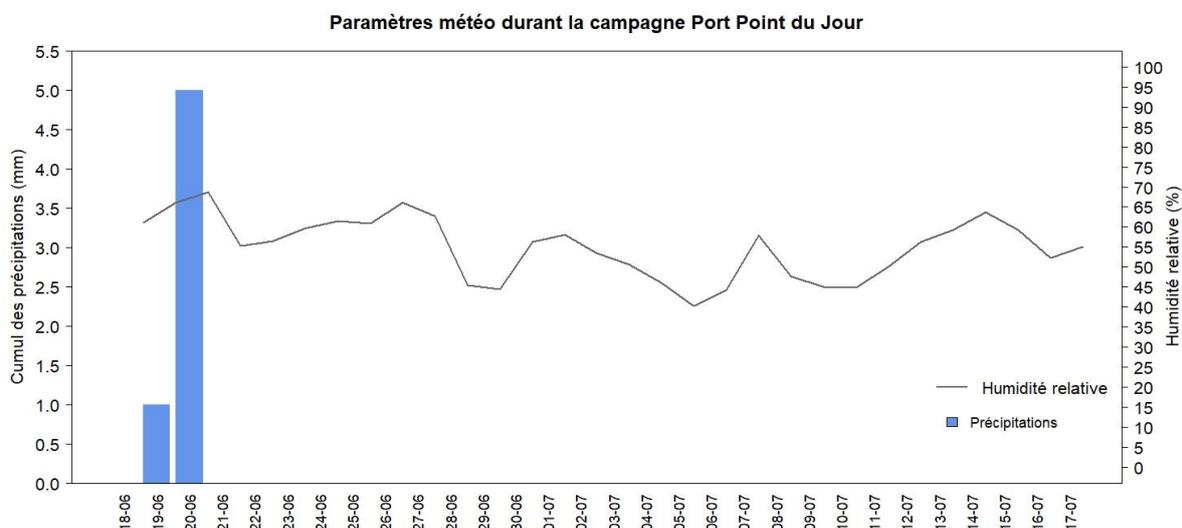


Figure 5 : Moyennes journalières des précipitations (échelle de gauche) et de l'humidité (échelle de droite) durant la campagne de mesure (du 18/06/19 au 16/07/19)

La période est donc marquée par une **humidité faible et des précipitations déficitaires**, soit une **situation favorable à la remise en suspension des particules**.

# 3 RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Les résultats obtenus lors de la campagne de mesure des alentours du Ports du Point du Jour et du Port d'Auteuil sont évalués en mettant en parallèle :

- les activités du port (horaires d'activité du lundi au jeudi : 7h-12h / 12h30-16h ; le vendredi : 7h-12h / 12h30-15h30),
- la direction du vent plaçant les sites de mesure « au vent » (hors influence) ou « sous le vent » (sous influence) des sources d'émissions du secteur d'étude,
- et la vitesse du vent (une vitesse faible implique une stabilité atmosphérique pouvant être favorable à l'accumulation de la pollution, alors qu'une vitesse plus élevée implique à la fois plus de dispersion des polluants mais aussi davantage de remise en suspension des particules issues des activités des ports, ce qui peut donc avoir deux effets inverses).

Les concentrations en polluants atmosphériques sur le secteur d'étude ont également été comparées à d'autres niveaux mesurés à Paris et en petite couronne.

Cette partie présente les résultats des différents polluants mesurés ainsi que l'estimation du respect des normes de qualité de l'air.

## 3.1 Les niveaux de pollution atmosphérique à proximité de l'école Murat

### 3.1.1 Le dioxyde d'azote

Les mesures réalisées par le laboratoire mobile sont comparées à celles des stations permanentes d'Airparif suivantes :

- Paris 15<sup>ème</sup>, Paris 4<sup>ème</sup>, et Vitry-sur-Seine pour les niveaux de fond urbain ;
- Boulevard Haussmann et Boulevard Périphérique porte d'Auteuil<sup>2</sup>, pour les niveaux à proximité du trafic routier.

Les résultats des mesures hebdomadaires de NO<sub>2</sub>, réalisées par tubes à diffusion passive en différents sites à proximité du trafic routier et des activités du port ainsi qu'en zone éloignée de sources directes d'émissions, sont présentés dans la partie « Les tubes à diffusion passive » du chapitre 3.2.

#### Niveaux moyens

La Figure 6 présente la distribution des concentrations horaires de NO<sub>2</sub> de la station d'étude comparée à celle des différentes stations d'Airparif précitées. La donnée en rouge sur fond blanc représente la moyenne sur la période pour le site considéré, le trait noir horizontal est la médiane. La « boîte » comprend les données entre le percentile 25 et le percentile 75. Les deux moustaches représentent le minimum et le maximum, en-dehors des données atypiques (les points). Pour plus

<sup>2</sup> La station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil étant située le long du Boulevard Périphérique, axe de circulation intense, présente des niveaux particulièrement élevés.

de détails sur la lecture des diagrammes de dispersion ou « boîtes à moustaches », se référer à l'Annexe 3.

Les teneurs moyennes mesurées au laboratoire mobile durant la campagne ( $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont comprises entre celles des stations de fond (en bleu clair, de 20 à  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et des stations de trafic (en bleu foncé, 47 et  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Les niveaux maximums rencontrés à la station d'étude ( $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont comparables à ceux des stations de fond (entre  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à Paris 15<sup>ème</sup> et  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à Paris 4<sup>ème</sup>), et largement inférieurs à ceux des stations de trafic ( $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$  boulevard Haussmann et  $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Boulevard Périphérique porte d'Auteuil). En revanche, la dispersion des données est plus importante au laboratoire mobile qu'aux stations de fond. À la station d'étude, 50 % des données sont comprises entre 17 et  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , alors qu'aux stations de fond, 50 % des données sont comprises entre 12 à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et 24 à  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cela traduit une plus grande variations temporelle des concentrations à la station temporaire.

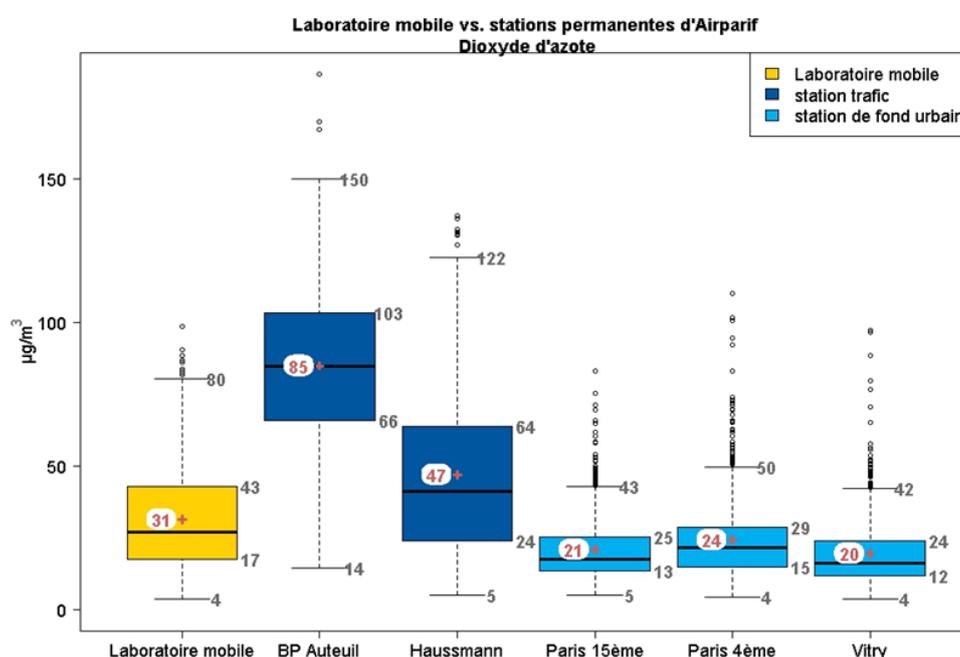


Figure 6 : Distributions des concentrations horaires de NO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Il y a ainsi une **influence du trafic routier du quai Saint-Exupéry sur les niveaux de NO<sub>2</sub>**, sans toutefois atteindre des teneurs observées à proximité immédiate d'un axe tel que le boulevard Haussmann. Les niveaux moyens ainsi que la dispersion des données reflètent la situation de la station de mesure déployée pendant la campagne, située à environ 20 m de l'axe routier, configuration intermédiaire entre station de trafic et de fond.

### Variabilité temporelle

L'évolution horaire des concentrations de NO<sub>2</sub> (Figure 7) met évidence un profil diurne, présentant les pics associés aux heures de pointe du matin et du soir (HPM, HPS) plus ou moins marqués selon les jours. On y observe une importante amplitude des concentrations. Les niveaux du week-end, notamment du dimanche, sont moins élevés qu'en semaine, en lien avec la baisse d'intensité du trafic sur le quai Saint-Exupéry sur ces journées.

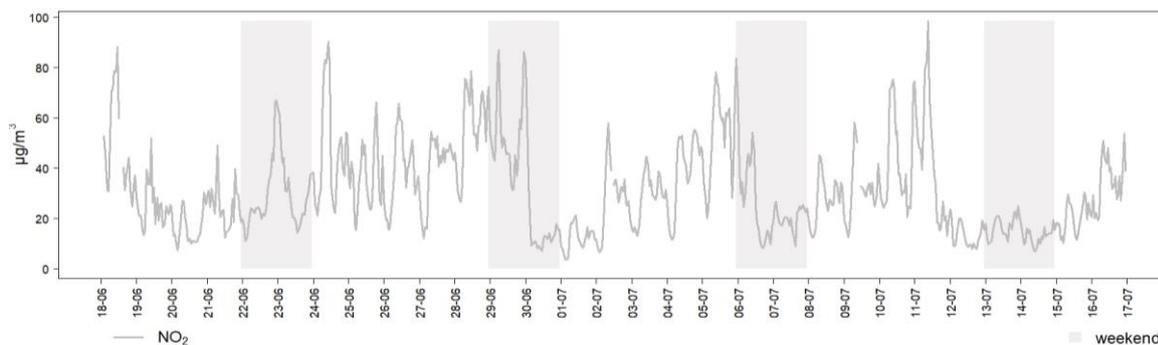


Figure 7 : Série temporelle des concentrations horaires de NO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la campagne

### 3.1.2 Les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>

Les mesures réalisées au laboratoire mobile sont comparées aux stations permanentes d'Airparif suivantes :

- Paris 15<sup>ème</sup><sup>3</sup>, Paris 4<sup>ème</sup>, et Vitry-sur-Seine (94) pour les niveaux de fond urbain ;
- Boulevard Haussmann<sup>1</sup> et Boulevard Périphérique porte d'Auteuil<sup>4</sup>, pour les niveaux à proximité du trafic routier.

#### Niveaux moyens

La Figure 8 présente la distribution des concentrations horaires de PM<sub>10</sub> de la station d'étude comparée à celle des différentes stations d'Airparif précitées.

Le niveau moyen de la station d'étude (31 µg/m<sup>3</sup>), sensiblement supérieur aux niveaux des stations de fond (bleu clair), est semblable à celui de la station boulevard Haussmann (station « trafic »). La médiane de la station d'étude (25 µg/m<sup>3</sup>) est comprise entre celle de Vitry-sur-Seine (20 µg/m<sup>3</sup>) et celle du boulevard Haussmann (30 µg/m<sup>3</sup>). Cette valeur, qui sépare les données en deux parties égales, indique que la moitié des mesures est inférieure à 25 µg/m<sup>3</sup>, l'autre moitié supérieure.

La valeur minimale enregistrée au laboratoire mobile (5 µg/m<sup>3</sup>) est comparable à celles des différentes stations de fond utilisées pour la comparaison (4 à 5 µg/m<sup>3</sup>), et sensiblement inférieure à celles des stations « trafic » (10 et 12 µg/m<sup>3</sup>).

La concentration moyenne est notablement inférieure à celle de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil ; cependant, ponctuellement les niveaux sont supérieurs à ceux de cette station de trafic intense. La valeur maximale mesurée au laboratoire mobile est de 202 µg/m<sup>3</sup>, tandis que celle enregistrée sur la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil est de 91 µg/m<sup>3</sup>.

La dispersion des données (écart entre la moustache inférieure et supérieure) de la station d'étude est importante et comparable à celles des deux stations « trafic », témoignant de grandes variations temporelles des concentrations.

<sup>3</sup> Les stations Paris 15<sup>ème</sup> et boulevard Haussmann ne mesurent pas les PM<sub>2.5</sub>

<sup>4</sup> La station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil étant située le long du Boulevard Périphérique, axe de circulation intense, présente des niveaux particulièrement élevés.

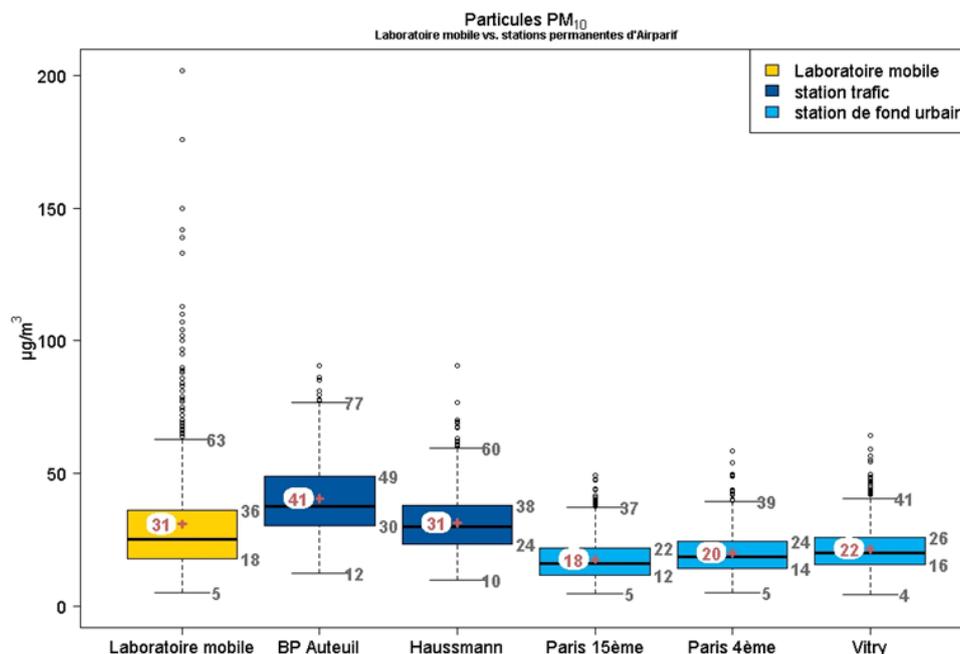


Figure 8 : Distributions des concentrations horaires de particules PM<sub>10</sub> sur l'ensemble de la campagne ; comparaison entre la station d'étude et les stations permanentes d'Airparif

La distribution des concentrations horaires de particules PM<sub>2.5</sub> (Figure 9) montre un autre schéma de comportement des niveaux à l'emplacement du laboratoire mobile. La concentration moyenne (10 µg/m<sup>3</sup>) est comprise entre celles des deux stations de fond utilisées pour la comparaison localisée en petite couronne (Vitry-sur-Seine, 9 µg/m<sup>3</sup>) et dans le cœur de la Capitale (Paris 4<sup>ème</sup>, 12 µg/m<sup>3</sup>) ; elle est largement inférieure à celle de la station trafic Boulevard Périphérique porte d'Auteuil (16 µg/m<sup>3</sup>).

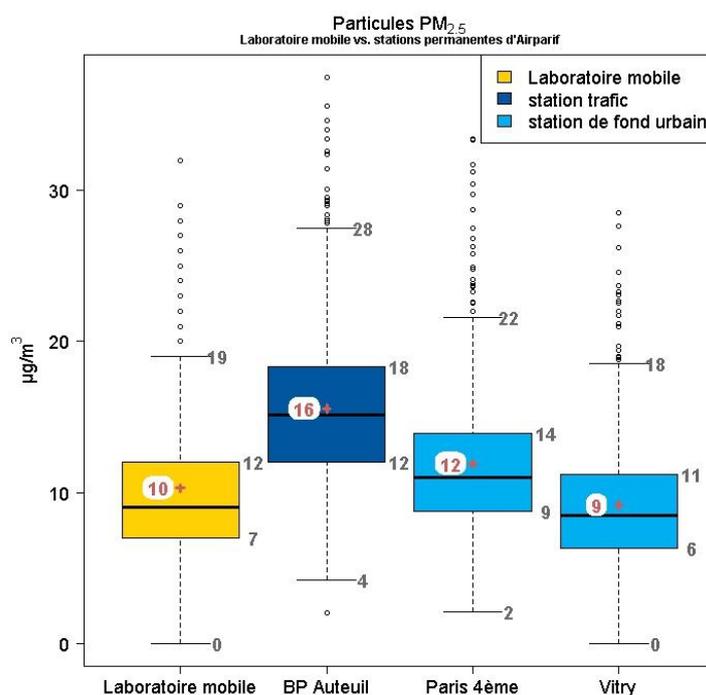


Figure 9 : Distributions des concentrations horaires de particules PM<sub>2.5</sub> sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Les niveaux minimums, médians et maximums de la station d'étude sont proches de ceux des stations de fond.

Concernant les **PM<sub>2.5</sub>**, la station d'étude se comporte de la même manière que les stations de fond Vitry-sur-Seine et Paris 4<sup>ème</sup>.

Un analyseur de **carbone suie**, permettant de mesurer les **particules de carbones suies issues de la combustion**, a été déployé lors de la campagne. Celle-ci se déroulant en été (pas de chauffage au bois a priori) et la station d'étude étant proche d'un axe routier, il a été considéré que l'ensemble des particules de carbones suies mesurées étaient issues de la combustion de **combustibles fossiles**, soit du trafic routier.

A l'instar du NO<sub>2</sub>, les **teneurs moyennes** mesurées au laboratoire mobile durant la campagne sont **comprises entre celles des stations de fond et des stations de trafic** (cf. Annexe 4 qui présente la distribution des concentrations horaires de carbone suie).

Ainsi, selon les niveaux moyens de **particules PM<sub>10</sub>**, le comportement de la station d'étude est **comparable à celui d'une station de proximité au trafic routier parisienne**. Compte tenu, d'une part, de la distance plus élevée entre l'axe routier et le laboratoire mobile qu'une station « trafic »<sup>5</sup>, et, d'autre part, des niveaux des PM<sub>2.5</sub> et carbone suie proches de stations de fond, les concentrations élevées de PM<sub>10</sub> témoignent de la présence d'une source de particules autre que celle du trafic routier.

### Variabilité temporelle

La Figure 10 présente l'évolution horaire des niveaux de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> mesurés au laboratoire mobile. Elle met en évidence un profil diurne, plus ou moins prononcé selon les jours, associé aux activités anthropiques diurnes (trafic routier, activité du Port du Point du Jour, etc). On y observe une variation des concentrations entre la semaine et les week-ends (en grisé) : les concentrations des week-ends sont inférieures à celle de la semaine.

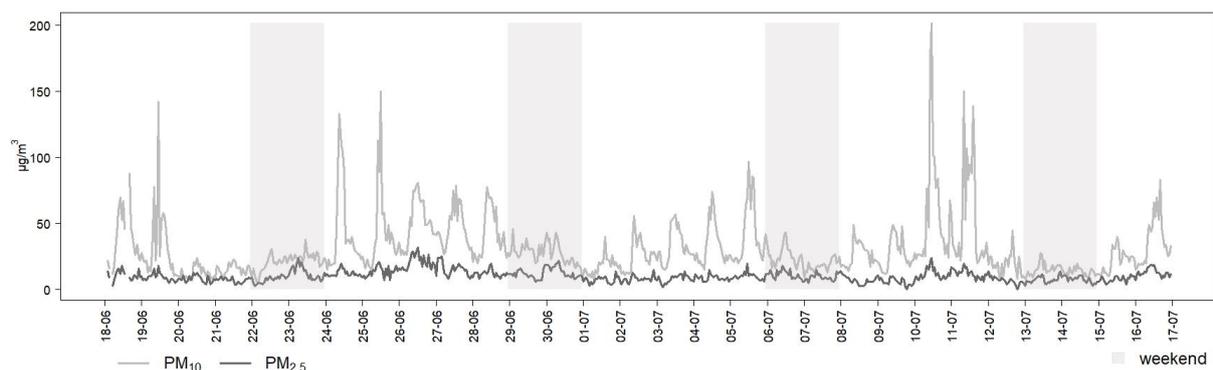


Figure 10 : Série temporelle des concentrations horaires de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> sur l'ensemble de la campagne

Cette figure fait ressortir les fortes variations de concentrations en particules PM<sub>10</sub> expliquant l'importante dispersion des données observée en Figure 8.

<sup>5</sup> Une station de typologie « trafic » est située à maximum 10m de l'axe routier ; le laboratoire mobile est situé à un peu plus de 20m du Quai Saint Exupéry

## Impact des conditions météorologiques

Les niveaux moyens de particules PM<sub>10</sub> en fonction de l'humidité relative (Figure 11) mettent en évidence une relation entre humidité et concentration en PM<sub>10</sub>.

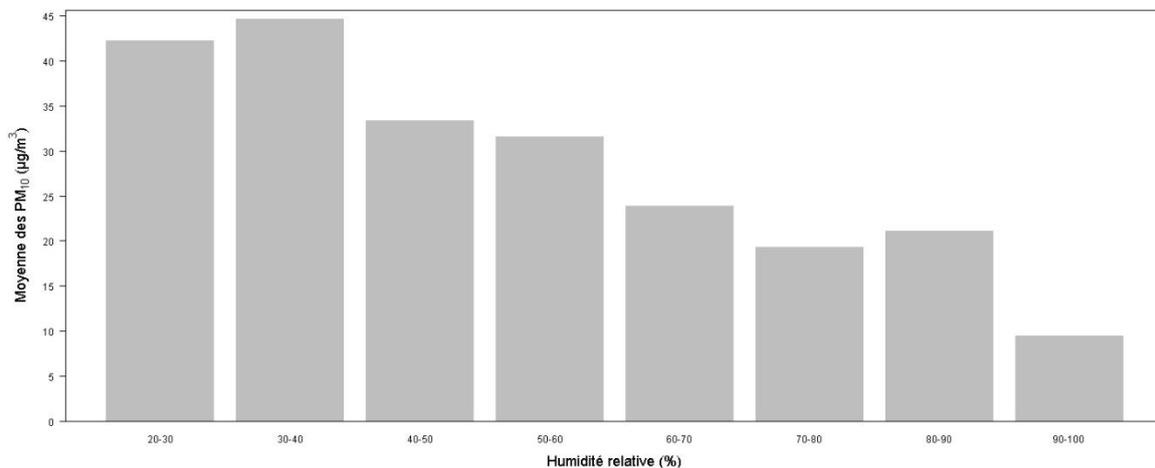


Figure 11 : Concentrations moyennes de particules PM<sub>10</sub> selon l'humidité relative

Les niveaux moyens les plus élevés de PM<sub>10</sub> sont associés à une humidité faible, condition propice à la remise en suspension. A l'inverse, en moyenne, les niveaux faibles de PM<sub>10</sub> sont enregistrés lors de conditions d'humidité élevée, conditions favorables à la fois au lessivage de l'atmosphère et à la limitation de l'envol des poussières par remise en suspension.

Au vu des conditions particulières de vent durant la campagne (provenance des vents largement majoritairement de nord-est) il est difficile d'établir un lien entre les conditions de vents et les niveaux de particules.

## En résumé

**Les teneurs en PM<sub>10</sub> mesurées au laboratoire mobile sont élevées : elles sont comparables aux concentrations d'un site de proximité au trafic routier parisien. La variabilité temporelle des niveaux de PM<sub>10</sub> est importante, et conduit parfois à des niveaux supérieurs à ceux de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil (trafic intense).**

**Les niveaux des autres polluants mesurés au site d'étude (NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> et carbone suie), et leur comparaison aux stations permanentes du réseau Airparif mettent en évidence l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air à proximité de l'école et montrent la présence d'une autre source spécifique et locale de particules.**

## 3.2 Les sources de polluants dans la zone d'étude

Dans cette partie, les niveaux de polluants sont étudiés sur une zone plus étendue notamment à l'aide des mesures passives déployées en différents sites et de mesures plus fines réalisées ponctuellement. L'analyse temporelle des données automatiques est également détaillée.

Les horaires de fonctionnement du port et les horaires d'affluence du trafic étant connues et relativement distinctes (respectivement 7h-16h et 7h-10h puis 17h-20h), la signature de ces deux principales sources de pollution dans la zone d'étude peuvent être étudiées et distinguées.

### 3.2.1 L'influence des activités du port

#### Les concentrations de particules au cours de la journée à proximité de l'école

L'étude des profils journaliers de concentrations permet de voir si des périodes de la journée enregistrent des niveaux de polluants plus importants que d'autres.

L'évolution des concentrations de PM<sub>10</sub> en fonction des heures de la journée (Figure 12) met en évidence une hausse des niveaux au site d'étude (en jaune), entre 8h et 17h. Cette plage horaire correspond à la période d'activité du Port du Point du Jour (fenêtre bleue)<sup>6</sup>. En moyenne sur la période, le pic est à son maximum d'intensité entre 10h et 14h ; il atteint la valeur la plus élevée de 54 µg/m<sup>3</sup> à 12h, heure à laquelle, en moyenne sur la campagne de mesure, les niveaux sont supérieurs à ceux de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil (à cette station, le maximum est de 51 µg/m<sup>3</sup>, à 11h). En fin de journée, les concentrations diminuent pour atteindre, durant la nuit, les niveaux les plus bas, proches de ceux des stations de fond. L'amplitude journalière entre les faibles niveaux nocturnes et le maximum du pic est de 36 µg/m<sup>3</sup>.

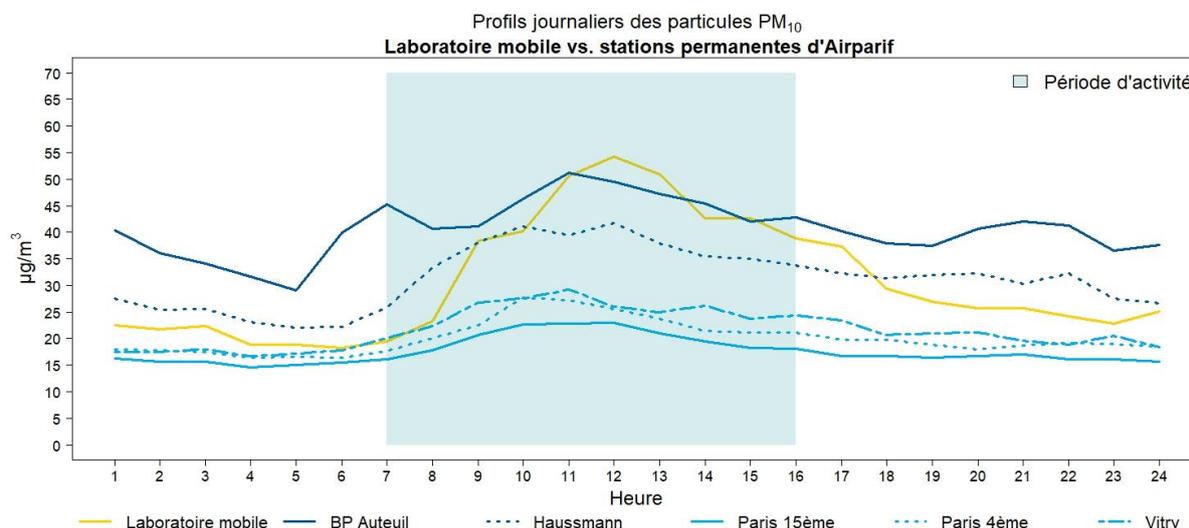


Figure 12 : Profil journalier des particules PM<sub>10</sub> sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Les stations du réseau Airparif présentent également une hausse des PM<sub>10</sub> sur la plage horaire 7h - 16h, mais nettement moins marquée et plus diffuse. Les amplitudes journalières de ces stations

<sup>6</sup> L'analyseur de particules réalise des mesures horaires ; ainsi, la valeur enregistrée à 8h correspond à la concentration horaire enregistrée entre 7 et 8h

sont moins importantes, même à proximité immédiate du trafic routier (maximum de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil).

La Figure 13 présente le profil journalier des  $\text{PM}_{10}$  en distinguant les jours ouvrés (graphique du haut) des jours de week-end (graphique du bas).

Le profil journalier est plus dynamique durant les jours ouvrés, jours de trafic routier important et d'activité du Port du Point du Jour. La hausse de concentration se produit sur la même période (8h-17h) mais elle est plus intense, atteignant un maximum de  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à 12h. La concentration moyenne sur les jours ouvrés est de  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et l'amplitude journalière atteint  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (minimum à 6h :  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ; maximum à 12h :  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

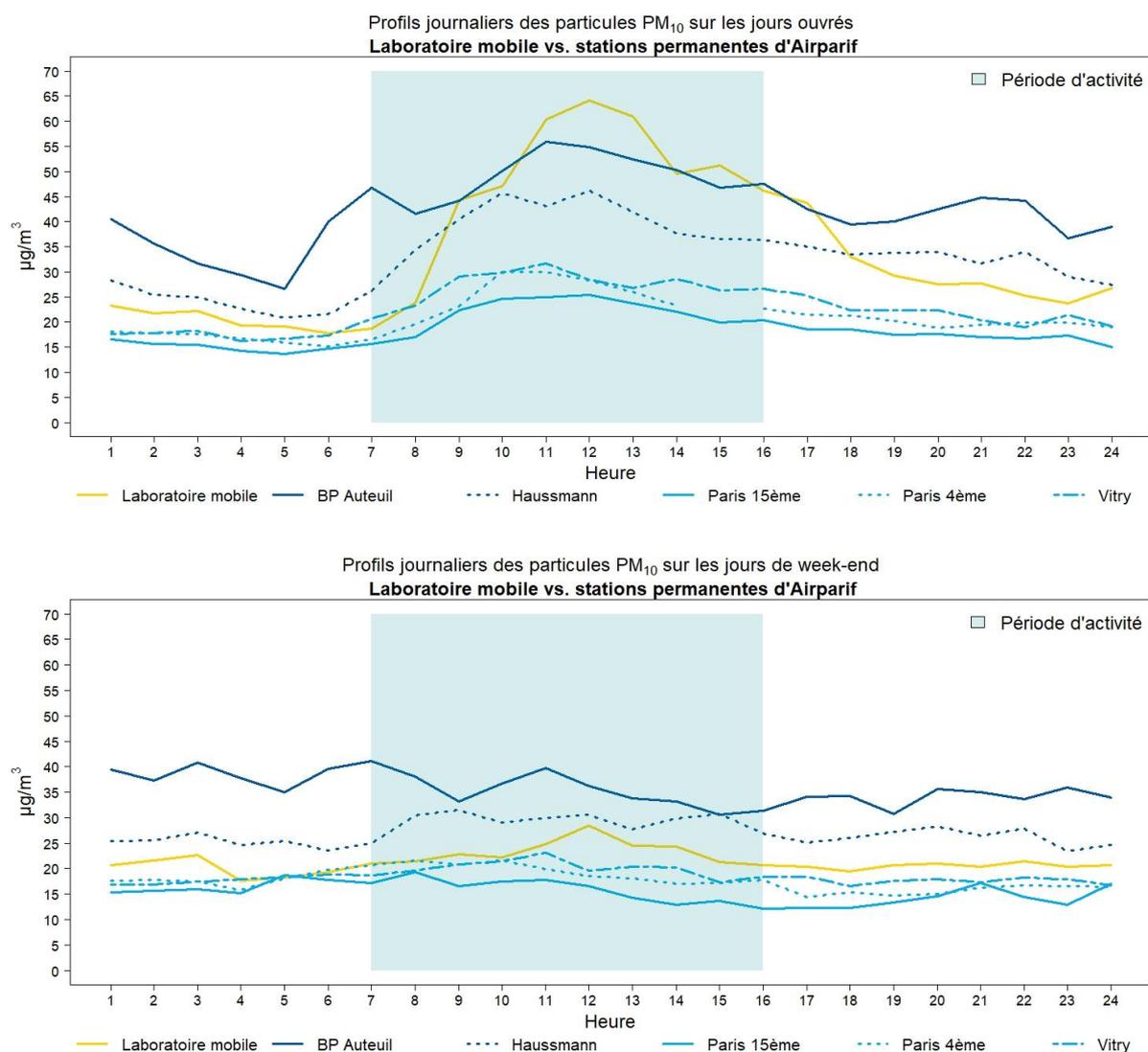


Figure 13 : Profil journalier des particules  $\text{PM}_{10}$  des jours ouvrés (en haut) et des week-ends (en bas) ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif. N.B. : il n'y a pas d'activité au Port du Point du Jour le week-end ; la période d'activité de la semaine (7h-16h, fenêtre en bleu) est également représentée sur les profils du week-end pour faciliter la comparaison entre les deux graphiques.

Les profils journaliers des week-ends montrent des niveaux davantage homogènes, et ce, quelle que soit la station. La concentration moyenne sur les jours de week-end est de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et l'amplitude journalière est de seulement  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Cette différence très marquée de la station d'étude par rapport aux stations du réseau Airparif, entre les jours ouvrés et les week-ends pourrait être la signature des activités du port, fortement émettrices de PM<sub>10</sub>. Le week-end, les concentrations moins élevées et la dynamique moins importante aux stations permanentes du réseau Airparif, sont liées à un trafic moins intense que les jours ouvrés.

Les profils journaliers des particules PM<sub>2.5</sub> (Figure 14) arborent moins de différences entre les jours ouvrés et les jours de week-end que les particules plus grossières PM<sub>10</sub>. Les concentrations moyennes et les amplitudes journalières sont quasi-constantes sur les deux périodes distinctes : en moyenne 10 µg/m<sup>3</sup> en jours ouvrés contre 11 µg/m<sup>3</sup> pendant les week-ends, et 6 µg/m<sup>3</sup> d'amplitude, quelle que soit la période. Les autres stations présentent également des niveaux moyens légèrement supérieurs le week-end par rapport à ceux de la semaine.

Les concentrations de la station d'étude sont comparables à celles des stations de fond du réseau Airparif, et sensiblement inférieures à celle de la station trafic Boulevard Périphérique porte d'Auteuil. Ces résultats confortent l'hypothèse de signature des activités du Port pour les niveaux de PM<sub>10</sub>.

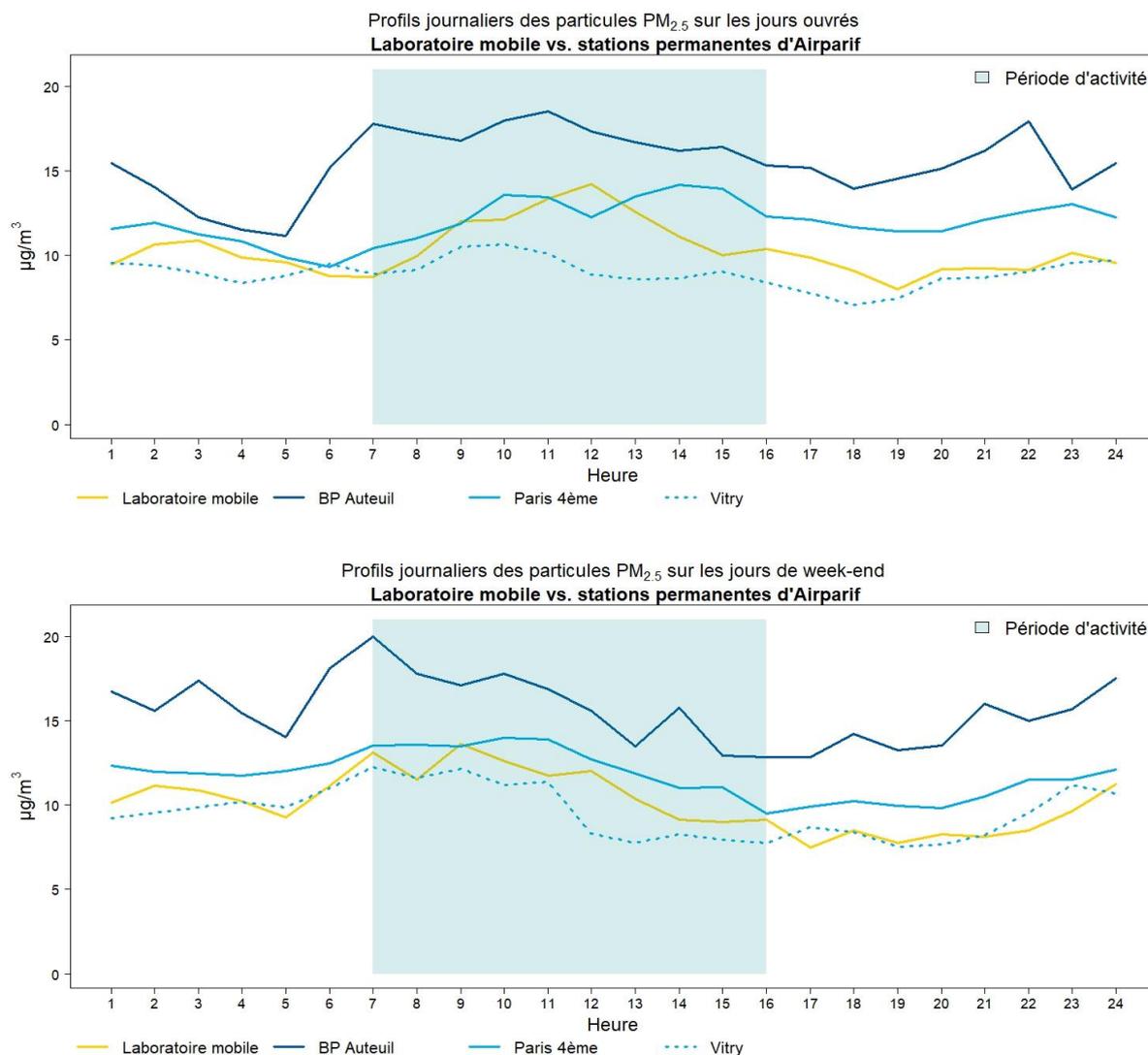


Figure 14 : Profil journalier des particules PM<sub>2.5</sub> des jours ouvrés (en haut) et des week-ends (en bas) ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif. N.B. : il n'y a pas d'activité au Port du Point du Jour le week-end ; la période d'activité de la semaine (7h-16h, fenêtre en bleu) est également représentée sur les profils du week-end pour faciliter la comparaison entre les deux graphiques.

## En résumé

**Les concentrations de PM<sub>10</sub> nocturnes au laboratoire mobile sont proches de celles des stations parisiennes de fond du réseau Airparif. En journée, et notamment durant la période d'activité du port, les niveaux augmentent et dépassent les valeurs des stations de trafic routier, même celle située à proximité du Boulevard Périphérique. Cette tendance est particulièrement marquée sur les jours ouvrés ; les niveaux des week-ends présentent, au contraire, peu de variations.**

**Les niveaux de PM<sub>2.5</sub> de la station d'étude varient peu au cours de la journée ; il en est de même entre les jours ouvrés et les jours de week-end.**

**Les niveaux de particules PM<sub>10</sub> au laboratoire mobile semblent être notablement impactés par les activités du port.**

Dans la suite de cette section, les mesures déployées aux différents sites temporaires sont analysées afin d'étudier le périmètre d'influence des activités des ports sur la qualité de l'air environnante.

En parallèle des mesures automatiques de particules PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>, des mesures d'empoussièrement et des mesures plus fines de la granulométrie des particules ont été réalisées. Les premières, moins précises temporellement, mais déployées sur un large secteur tout au long de la campagne de mesure, ont permis d'étudier la variabilité spatiale des poussières sédimentables dans la zone d'étude. Les secondes, plus fines en termes d'informations temporelle et granulométrique, ont été mises en œuvre 3 jours durant la campagne, sur 3 sites en parallèle. Ces différentes mesures ont permis d'évaluer la distance d'influence des activités du Port du Point du Jour à proximité de celui-ci.

Des mesures hebdomadaires de silice cristalline ont également été déployées au cours de la campagne afin d'identifier une potentielle signature des activités du port.

## Les mesures de poussières

Des mesures d'empoussièrement ont été opérées sur neuf sites répartis dans la zone d'étude, à proximité des activités du port et/ou du trafic routier, ainsi qu'en situation de fond (cf carte de la Figure 3 localisant les sites de mesure). Un site de fond de référence (Paris 15<sup>ème</sup>) a également été instrumenté afin de caractériser les niveaux de fond de l'agglomération parisienne et de pouvoir les comparer aux concentrations mesurées dans le secteur d'étude.

La méthode de mesure des poussières permet d'estimer un niveau global de l'empoussièrement, dans la zone d'étude, sur une période de deux semaines d'exposition.

### Niveaux de référence

En l'absence de seuil réglementaire, des ordres de grandeur qualifiant l'empoussièrement ont été définis par ATMO Occitanie, qui a une longue expérience dans ces mesures. Cette échelle s'appuie sur les niveaux d'empoussièrement 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 empoussièremment de 350 mg/m<sup>2</sup>/j ; un empoussièremment exceptionnel au-dessus de 1000 mg/m<sup>2</sup>/j.

<b>Empoussièremment annuel</b>	
< 150 mg/m <sup>2</sup> /jour	Empoussièremment faible
150 à 250 mg/m <sup>2</sup> /jour	Empoussièremment moyen
> 250 mg/m <sup>2</sup> /jour	Empoussièremment fort
<b>Empoussièremment mensuel</b>	
> 350 mg/m <sup>2</sup> /jour	Gêne potentielle importante
> 1000 mg/m <sup>2</sup> /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 2 : Niveaux de référence de l'empoussièremment définis par ATMO Occitanie

Par ailleurs, la norme allemande fixe à 350 mg/m<sup>2</sup>/jour le seuil des nuisances importantes (en moyenne mensuelle).

### **Résultats des mesures d'empoussièremment**

Les Figure 15 et Figure 16 présentent les résultats issus des plaquettes de poussières sédimentables des deux périodes de mesures : du 18/06/2019 au 02/07/2019 (période 1) et du 02/07/2019 au 16/07/2019 (période 2).

Les plaquettes du site 1 (première période), du site 8 (deuxième période) et du laboratoire mobile (deux période) ont été détériorées c'est pourquoi les résultats de ces sites ne sont pas présentés.

Durant les deux périodes de mesures, les niveaux les plus élevés sont observés à proximité du trafic routier et des activités portuaires. A l'inverse, les concentrations les plus faibles ont été enregistrées aux sites de fond et au site de référence.

Les deux périodes de mesures présentent la même hiérarchisation des sites de mesures :

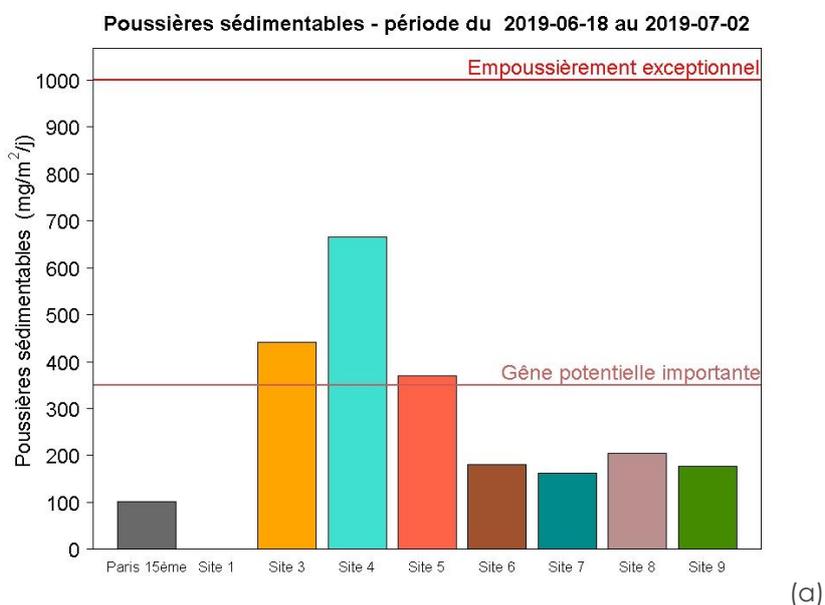
- Les sites 3 et 4, situés à proximité du trafic routier (Quai Saint Exupéry) et des activités du port, ont enregistré les niveaux les plus élevés. La première période, les concentrations de ces deux sites ont dépassé le seuil de « gêne potentielle importante ». Durant la deuxième période, les niveaux se sont approchés du seuil « d'empoussièremment exceptionnel » de 1000 mg/m<sup>2</sup>/jour (rencontré habituellement en proximité de carrières). Sur les deux périodes de mesures, les niveaux maximums ont été observés au site 4, situé à proximité de la sortie des camions (666 mg/m<sup>2</sup>/jour et 971 mg/m<sup>2</sup>/jour).

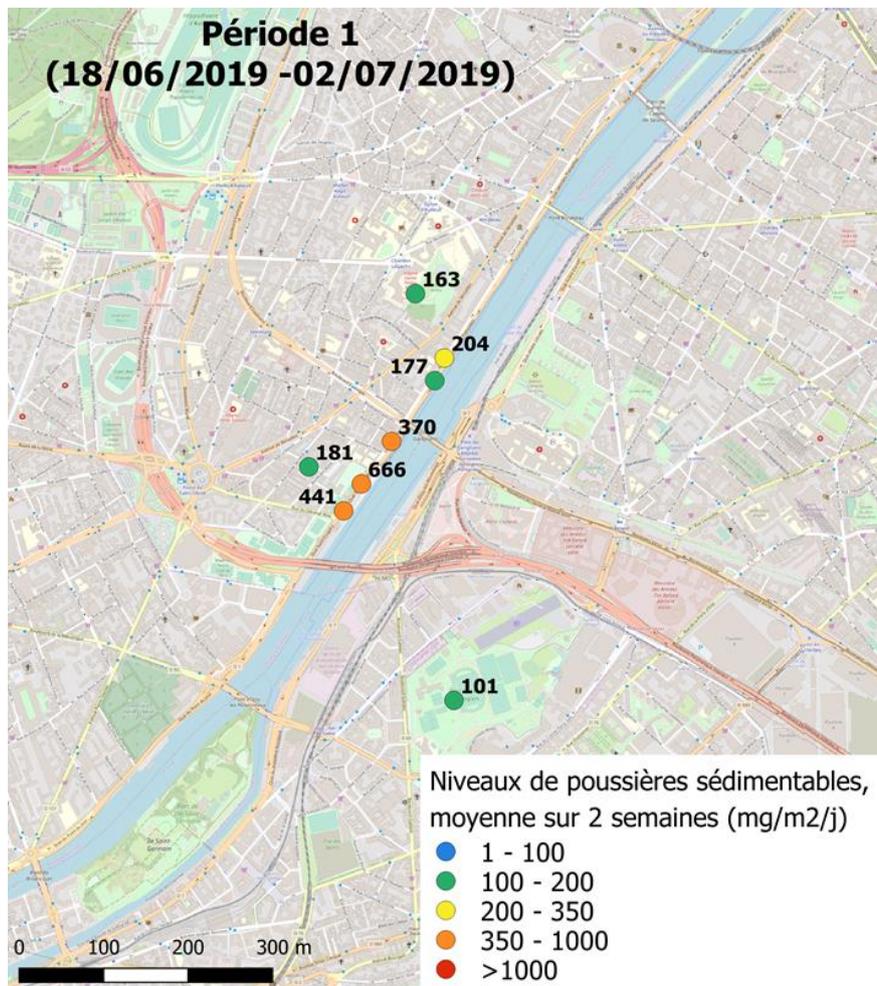
Ces deux sites sont influencés par les activités du Port du Point du Jour et le trafic routier.

- Les concentrations mesurées au site 5, ont dépassé le seuil de « gêne potentielle importante » sur les deux périodes de mesures. Ce site se trouve en proximité du trafic routier (Quai Saint Exupéry), à environ 220 m de la sortie des camions, en aval de la zone de manutention et de stockage des matériaux. Les niveaux élevés au site 5 peuvent s'expliquer par le trafic routier et la remise en suspension des poussières transportés sur les roues des camions provenant du port.
- Le site 1, dont les résultats sont disponibles uniquement pour la période 2, présente des niveaux équivalents au site 5 sur la même période. Le site 1 est également localisé le long du Quai Saint Exupéry, mais en amont des activités du port ; il se trouve sous le Boulevard Périphérique. Les niveaux élevés sont liés au trafic du Quai Saint Exupéry et du Boulevard Périphérique (voir section 3.2.2 L'influence du trafic routier).

- Les sites 8 et 9, sont situés autour du Port d'Auteuil et à proximité du trafic routier. Sur les deux périodes de mesures, les niveaux ont été compris entre 177 et 247 mg/m<sup>2</sup>/jour, concentrations inférieures au seuil de « gêne potentielle importante ». Le site 8 (dont les mesures sont disponibles uniquement pour la première période) présente des niveaux légèrement supérieurs à ceux du site 9. Situé le long du quai Louis Blériot, il est plus proche du trafic routier, et un peu moins proche des barges stockées au Port d'Auteuil que le site 9 situé en contre-bas, sur la voie cycliste d'accès à la Voie Georges Pompidou. Le trafic routier semble avoir une influence plus importante sur l'empoussièrément que les barges du Port d'Auteuil. Cependant, il manque la deuxième série de mesures au site 8 pour confirmer la tendance observée en période 1 et conclure de manière certaine.
- Les sites 6 et 7 présentent des niveaux compris entre 151 et 211 mg/m<sup>2</sup>/jour, sensiblement inférieurs au seuil de « gêne potentielle importante ». Sur les deux périodes de mesures, le site 7 a enregistré des niveaux plus faibles que le site 6. Le site 7 se trouve au sein du Parc Sainte Perrine, relativement éloigné de sources directes de poussières ; il caractérise le fond urbain de la zone. Le site 6 se situe au niveau d'une halte-garderie, le long du trottoir ; il caractérise l'exposition de population « sensible » dans le secteur d'étude. À noter qu'il est soumis à l'influence du passage des véhicules dans la rue.
- Sur les deux périodes de mesures, le site de référence (Paris 15<sup>ème</sup>) a enregistré les niveaux les plus faibles (101 et 107 mg/m<sup>2</sup>/jour). Ce site de mesures, éloigné de toutes sources directes de polluants, caractérise les niveaux de fond de l'agglomération parisienne.

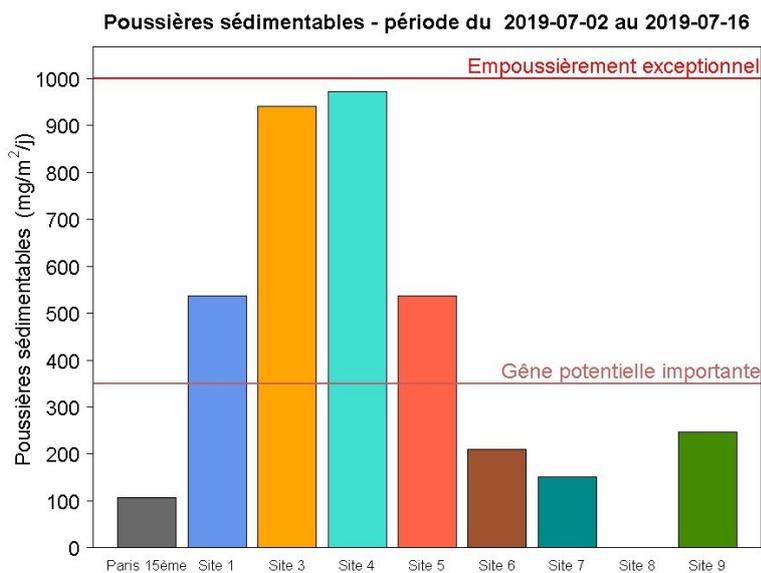
Les deux périodes de mesures mettent en évidence une décroissance des niveaux d'empoussièrément en s'éloignant des activités du port.



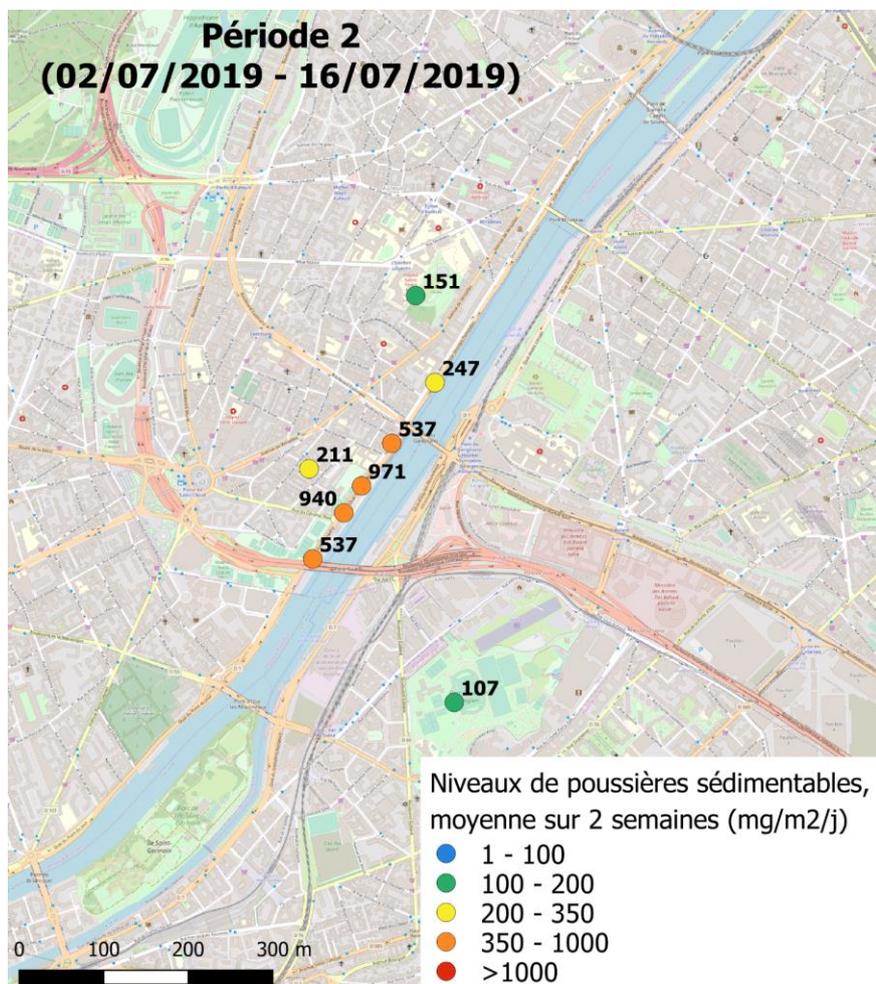


(b)

Figure 15 : Niveaux d'empoussièrment aux différents sites de mesures temporaires et au site de référence (Paris 15<sup>ème</sup>) durant la première quinzaine de la campagne (du 18/06/2019 au 02/07/2019). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (a) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (b).



(a)



(b)

Figure 16 : Niveaux d'empoussièrment aux différents sites de mesures temporaires et au site de référence (Paris 15ème) durant la deuxième quinzaine de la campagne (du 02/07/2019 au 16/07/2019). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (a) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (b).

## Résumé

C'est le long du quai Saint Exupéry, et plus précisément **à proximité des activités du Port du Point du Jour que les niveaux maximums ont été enregistrés**. Sur les deux périodes de mesures, les sites 8 et 9 situés à proximité du Port d'Auteuil ont enregistré des niveaux plus élevés que les sites de fond (6, 7) et que le site de référence (Paris 15ème). Les sites 8 et 9 étant également localisés à proximité du trafic routier et ne présentant pas des niveaux d'empoussièrment aussi élevés que ceux enregistrés à proximité du Port du Point du Jour, il n'est pas possible de déterminer si le surplus de poussières sédimentables (i.e. par rapport aux concentrations de fond) est dû uniquement au trafic routier ou également à la présence des barges stockées au Port d'Auteuil.

Les niveaux de la deuxième quinzaine de mesure sont plus élevés que ceux de la première période, notamment à proximité du Port du Point du Jour. Les volumes d'activité du Port du Point du Jour ont été plus élevés durant la deuxième période (+50 % de camions reçus et +43 % de tonnes traitées). Cela explique, en partie au moins, la différence de niveaux entre les deux périodes. Les conditions météorologiques pouvant également influencer les niveaux d'empoussièrment, l'analyse des principaux paramètres influençant est menée ci-après.

## Impact des conditions météorologiques

La Figure 17 présente les niveaux d'empoussièrement moyens (tous sites confondus) de chaque période de mesure, au regard des données de précipitations et d'humidité. C'est durant la première période de mesure qu'ont été enregistrées les seules précipitations de la campagne (6mm de pluie (en bleu foncé) enregistrés sur 2 jours, soit seulement près de 2.5 % du temps (en cyan) de la première période). De ce fait, l'humidité moyenne de la première quinzaine de mesure est légèrement plus élevée (59 %) que lors de la deuxième période (51 %).

La deuxième période, plus sèche et sans précipitations, a été davantage favorable à la remise en suspension des particules pouvant induire des concentrations de poussières plus importantes.

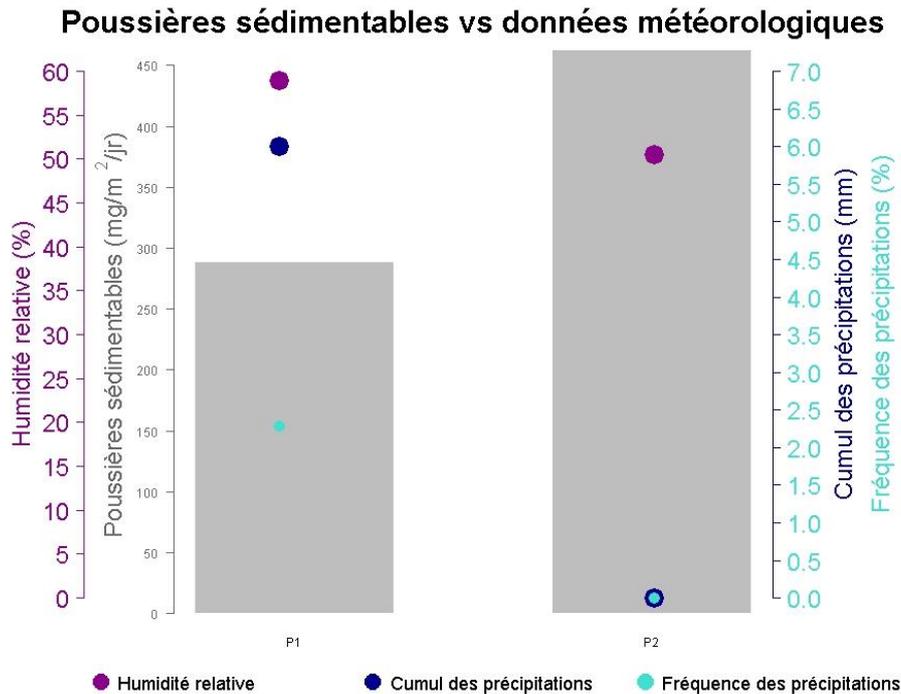


Figure 17 : Niveaux d'empoussièrement moyens de tous les sites et données météorologiques de la station Montsouris (source Météo France), durant les deux périodes de mesures de l'empoussièrement (P1 du 18/06/2019 au 02/07/2019 ; P2 : du 02/07/2019 au 16/07/2019)

Concernant les conditions de vents, la direction majoritairement observée durant les deux périodes est le secteur nord-est. La première période a connu un peu moins de vent de ce secteur (près de la moitié du temps) que la seconde (un peu plus 75 % du temps), au détriment des vents de secteur nord-ouest et sud-est.

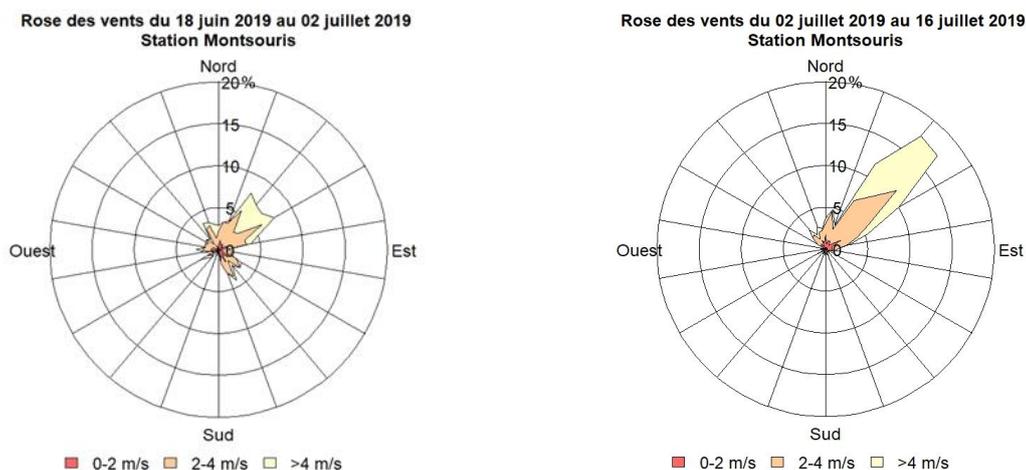


Figure 18 : Rose des vents des deux périodes de mesure des poussières sédimentables

Les vents dispersifs (vitesse de vent supérieure à 4 m/s) ont été légèrement plus représentés au cours de la deuxième période (31 % du temps contre 24 % du temps pendant la première période), favorisant la remise en suspension.

Les conditions météorologiques de la deuxième période ont été légèrement plus favorables à la remise en suspension des poussières et à leur dépôt sur les plaquettes de mesures globalement situées sous le vent des sources d'émissions étudiées.

### Les mesures du DustTrak : les particules selon différentes tailles

Des moyens de mesures plus légers (DustTrak) ont été installés trois jours durant la campagne afin d'**étudier les teneurs en particules selon différentes tailles** (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>15</sub>).

Ces appareils, qui mesurent à un pas de temps plus fin que les mesures de référence, ont été installés sur trois sites en simultané afin d'étudier plus finement l'impact potentiel des activités du Port du Point du Jour sur la qualité de l'air aux alentours. La disposition de ces trois sites a été choisie de manière à définir la distance d'influence (voir la carte en Figure 3) : un des appareils a été placé à proximité immédiate des activités du port, un second au niveau du laboratoire mobile (à environ 40 m des activités du port), et le dernier dans la cour de l'école élémentaire Murat (à environ 100 m des activités du port).

Les graphiques de la page suivante présentent les résultats de ces trois jours de mesure pour les différents sites instrumentés. Ils mettent en évidence une **décroissance des niveaux totaux entre le site le plus proche du port (site 4) et la cour de l'école**. Cela est valable les trois jours de mesure. **Les concentrations de particules grossières (>2.5 µm) sont bien plus élevées à proximité du port** qu'aux deux autres sites de mesure. Ces particules lourdes, poussières émises par les activités du port, sédimentent facilement sous l'action de leur propre poids, induisant de telles différences de concentrations entre des sites de plus en plus éloignés du port. À contrario, les niveaux de particules inférieures à 2.5 µm varient peu d'un site à l'autre. Dans le secteur d'étude et à cette période de l'année, ces particules fines ont pour origine principale le trafic routier. Du fait de leur faible poids, elles sont moins soumises à la sédimentation, rendant leur homogénéisation possible.

*N.B. : Il est important de noter qu'un des trois appareils n'a pas été en mesure de distinguer la part des PM<sub>10</sub> (en brun) ; cependant, cette fraction de particules étant comprise dans les particules plus grossières (part en gris), cela n'impacte pas les niveaux totaux (totalité de la barre). Cet appareil était au laboratoire mobile le premier et le troisième jour de mesure, et à l'école le deuxième jour de mesure.*

Les conditions de vent ont été plutôt similaires sur les trois périodes de mesure : des vents dispersifs de secteur nord-est. C'est durant le premier jour de mesure que les vitesses de vent ont été les plus élevées (4.8 m/s en moyenne, contre 4 m/s lors les deux autres jours). Parmi ces trois jours de mesures, les activités du port ont été maximales le premier jour (27/06), minimales le 02/07 et sensiblement supérieures à la moyenne de la campagne durant le troisième jour (09/07).

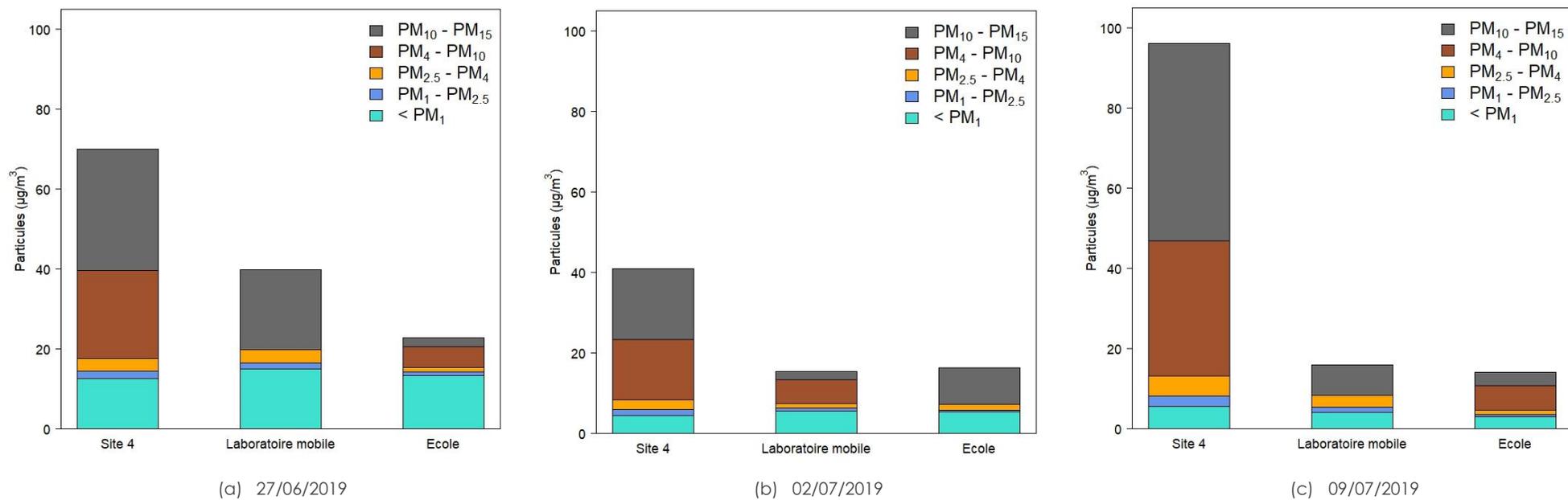


Figure 19 : Mesures des particules selon différentes tailles (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>15</sub>) réalisées à l'aide de DustTrak, déployés sur 3 sites en parallèle. À gauche : le 27/06/2019 ; au milieu : le 02/07/2019 ; à droite : le 09/07/2019.

**Le déploiement des DustTrak a permis de mettre en évidence une diminution des niveaux de particules selon l'éloignement au port, et plus particulièrement des particules les plus grossières, qui sont un traceur des activités du Port du Point du Jour.**

## Les mesures de silice

La silice est notamment présente dans le sable et la plupart des matériaux de construction comme la brique, le béton, les parpaings, certaines pierres, etc. À l'état libre, elle existe sous différentes formes cristallines ou amorphes. La **silice cristalline** (amorphe) est composée de trois variétés principales : le quartz, la tridymite et la cristobalite. Le **quartz** est le composant majeur de nombreuses roches (notamment les **roches sédimentaires comme le sable**). La tridymite et la cristobalite ne se rencontrent que très rarement à l'état naturel (roches volcaniques).

Des mesures de silice cristalline ont été réalisées au niveau du laboratoire mobile et à la station Paris 15<sup>ème</sup>. Cette dernière représente les niveaux de fond du cœur dense de l'agglomération parisienne. La comparaison des niveaux de ce site avec ceux du laboratoire mobile permet de déterminer l'impact potentiel des activités du Port du Point du Jour sur les niveaux de silice à proximité de celui-ci. 14 jours de mesures ont été analysés.

Pour toutes les mesures réalisées durant la campagne, les quantités de tridymite et de cristobalite présentes sont inférieures au seuil de quantification. Ainsi, les résultats d'analyses portent uniquement sur le quartz.

### Niveaux de référence

Il n'existe pas de valeur limite réglementaire de silice à respecter dans l'air ambiant. Seule une valeur limite d'exposition professionnelle au quartz est fixée par le Code du travail, à 0.1 mg/m<sup>3</sup> en moyenne pondérée sur 8h<sup>7</sup>.

### Mesures pendant la campagne

En moyenne, les niveaux de quartz enregistrés au laboratoire mobile (0.63 µg/m<sup>3</sup>) sont supérieurs à ceux mesurés à la station de fond Paris 15<sup>ème</sup> (0.41 µg/m<sup>3</sup>). Les niveaux les plus élevés mesurés au site d'étude sont largement supérieurs à ceux du site de fond (1.25 µg/m<sup>3</sup> contre 0.76 µg/m<sup>3</sup>). Les niveaux de quartz au laboratoire mobile présentent une plus grande dispersion, signe d'une plus grande variabilité des concentrations.

Au site d'étude, à l'instar des niveaux de PM<sub>10</sub>, les concentrations en quartz sont en moyenne plus élevées les jours ouvrés (0.85 µg/m<sup>3</sup>) que les jours de week-end (0.34 µg/m<sup>3</sup>), avec un écart de 60 %. Au site de fond de Paris 15<sup>ème</sup>, la différence entre jours ouvrés (0.50 µg/m<sup>3</sup>) et les week-ends (0.20 µg/m<sup>3</sup>) est de 40 %.

**Les niveaux de quartz, plus élevés à proximité du port du Port du Point du Jour, sont la signature des activités** de celui-ci. La distinction entre les niveaux jours ouvrés et ceux du week-end confirme l'influence du port sur les niveaux mesurés au laboratoire mobile.

---

<sup>7</sup> Article R. 4412-149

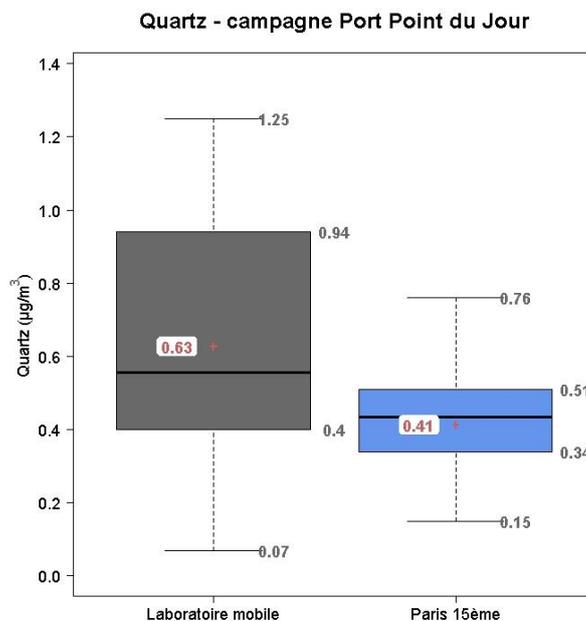


Figure 20 : Dispersion des niveaux de quartz à proximité du port (laboratoire mobile) et en fond parisien (Paris 15<sup>ème</sup>)

### En résumé

Afin d'étudier la variabilité spatiale des polluants, des moyens de mesure ont été déployés en complément du laboratoire mobile.

Les mesures de poussières ont mis en évidence des concentrations plus élevées à proximité des activités portuaires, notamment du Port du Point du Jour, où les niveaux ont quasiment atteint le seuil de 1000 mg/m<sup>2</sup>/jr, habituellement mesuré à proximité de sites très générateurs de poussières type carrières.

Les mesures de particules selon une granulométrie plus fines, simultanément déployées sur trois sites, a permis d'évaluer la distance d'impact des activités du Port du Point du Jour. Les niveaux, très élevés à proximité des activités du port, décroissent avec l'éloignement et atteignent des niveaux de fond dans la cour de l'école.

Les mesures du quartz contenu dans la silice ont permis de détecter la signature des activités du port dans les niveaux atypiques des particules grossières.

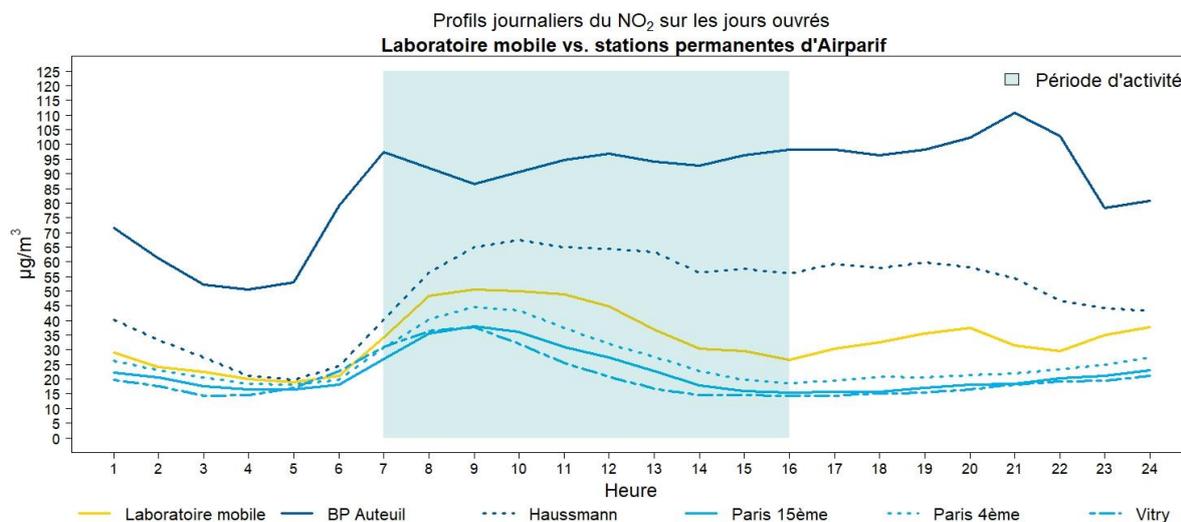
## 3.2.2 L'influence du trafic routier

### Les concentrations de NO<sub>2</sub> au cours de la journée à proximité de l'école

Le dioxyde d'azote est un polluant principalement émis par le trafic routier ; il en est donc un bon traceur.

La Figure 21 met en évidence des profils journaliers de NO<sub>2</sub> distincts entre les jours ouvrés (en haut) et les week-ends (en bas). D'une manière générale, les profils des jours ouvrés présentent une dynamique plus importante que ceux du week-end, notamment au niveau des stations de trafic (60 µg/m<sup>3</sup> d'amplitude journalière à la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil). On y observe des hausses de concentrations de NO<sub>2</sub> associées aux heures de pointes, particulièrement en lien avec la reprise matinale du trafic.

Concernant la station d'étude, les niveaux moyens enregistrés en semaine (34 µg/m<sup>3</sup>) se situent entre les niveaux de fond (20 à 26 µg/m<sup>3</sup> en moyenne) et ceux de la station trafic du boulevard Haussmann (49 µg/m<sup>3</sup>). Le week-end, ils se rapprochent davantage des niveaux de fond, toute la journée. Dans les deux cas, ils présentent une dynamique comparable à celle des stations de fond. Cela signifie que laboratoire mobile est représentatif d'une station de typologie intermédiaire entre une station de fond et une station de proximité au trafic routier. Cela est en accord avec la situation géographique de la station, située à environ 20 m d'un axe routier, qui se trouve de facto influencée par le trafic routier.



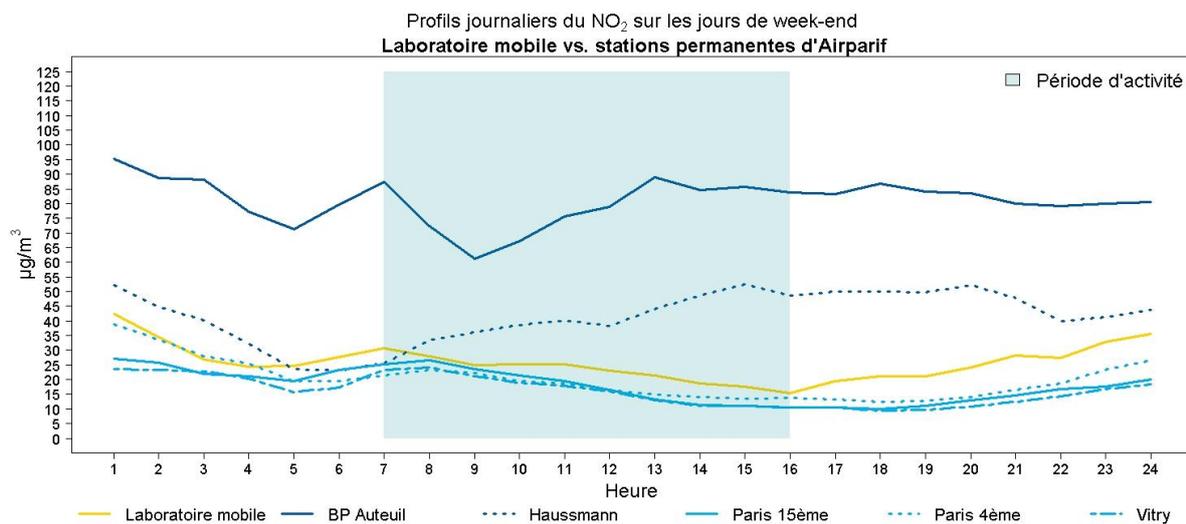


Figure 21 : Profil journalier du dioxyde d'azote des jours ouvrés (en haut) et des week-ends (en bas) ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif. N.B. : il n'y a pas d'activité au Port du Point du Jour le week-end ; la période d'activité de la semaine (7h-16h, fenêtre en bleu) est également représentée sur les profils du week-end pour faciliter la comparaison entre les deux graphiques.

Le NO<sub>2</sub> mesuré au laboratoire mobile présente un profil type associé à une influence des émissions du trafic routier. Contrairement aux particules PM<sub>10</sub>, le profil journalier en NO<sub>2</sub> n'est pas influencé par les activités du Port du Point du Jour mais plus globalement par le trafic routier du quai Saint-Exupéry.

### La variabilité spatiale de l'impact du trafic routier

Afin d'avoir une information sur la variabilité spatiale des niveaux de NO<sub>2</sub> sur le secteur d'étude, des mesures passives ont été déployées sur différents sites (en proximité des activités du port et/ou du trafic routier, ainsi qu'en situation fond) à l'aide de tubes à diffusion. Ces moyens de mesures fournissent une donnée hebdomadaire et permettent d'étudier l'impact du trafic routier sur la qualité de l'air environnante.

Les résultats des mesures effectuées au laboratoire mobile avec l'analyseur automatique sont présentés avec ceux des tubes passifs.

La Figure 22 présente les résultats de la troisième semaine de mesures. Les résultats des autres semaines sont en Annexe 5.

Quelle que soit la semaine, les sites de mesure présentant les niveaux les plus élevés sont ceux situés à proximité du trafic routier, le long du quai Saint Exupéry (sites 1, 2, 3 et 4). Le site 6, présentant des caractéristiques proche d'un site de fond, et le site 7, situé au cœur du parc Sainte Perrine et représentant le fond urbain de la zone d'étude, ont enregistré des niveaux nettement plus faibles (les mesures de la dernière semaine ne sont pas disponibles au site 7).

Plus précisément, c'est le site 1, situé le long du quai Saint Exupéry, sous le Boulevard Périphérique, qui présente les concentrations de NO<sub>2</sub> les plus élevées (à noter que les mesures des deux premières semaines ne sont pas disponibles à ce site).

Sur les quatre semaines de mesures, les niveaux enregistrés au laboratoire mobile se situent entre ceux des sites de proximité au trafic et ceux des sites de fond. Ceci est cohérent avec l'environnement du site d'étude.

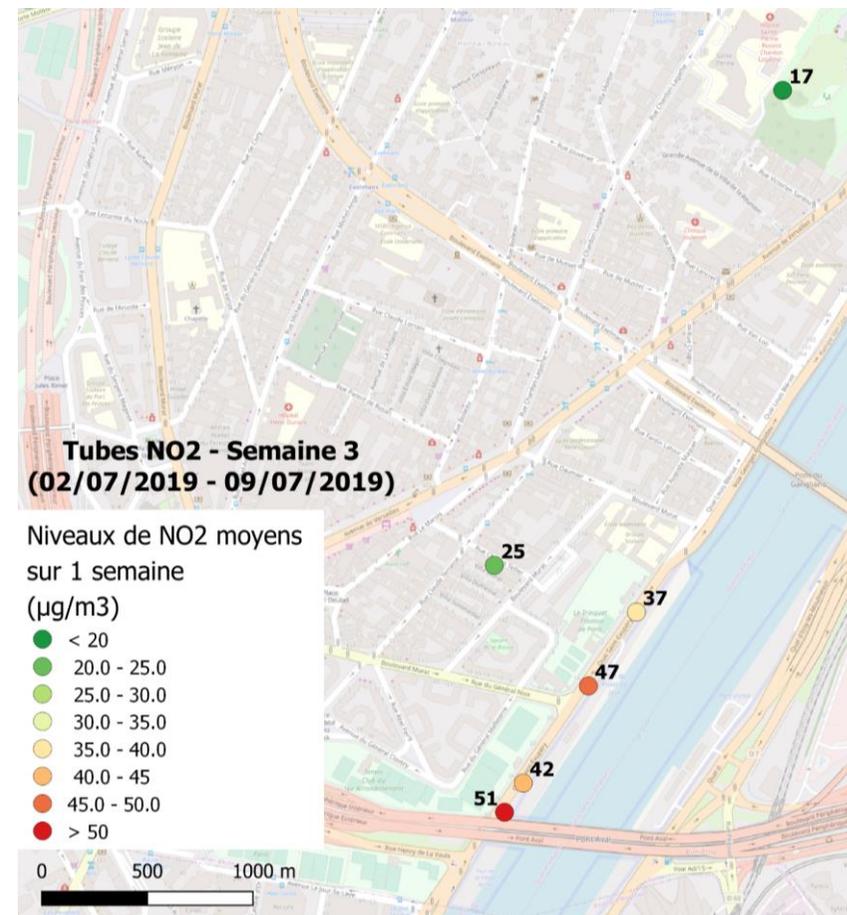
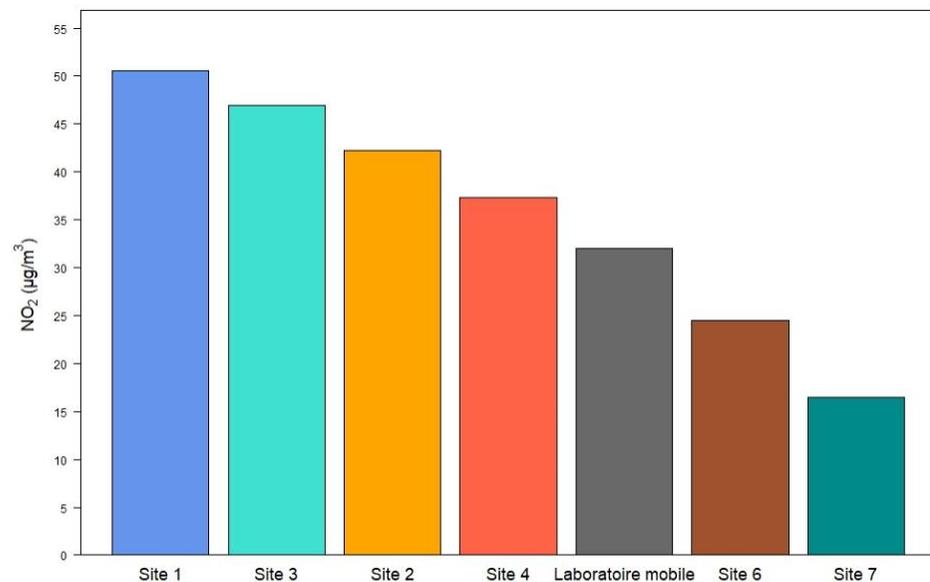


Figure 22 : Niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés par tubes passifs au cours de la troisième semaine de campagne (02/07/2019 – 09/07/2019). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (à gauche) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (à droite).

Au cours des quatre semaines de mesure, les niveaux les plus élevés sont rencontrés à proximité des axes routiers, plus particulièrement au site localisé sous le Boulevard Périphérique ; les niveaux les plus faibles ont été mesurés sur les sites de fond, plus particulièrement à celui situé dans le parc Sainte Perrine. Les concentrations du laboratoire mobile, en situation influencée, se placent entre les deux.

Cela est cohérent avec les niveaux de NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> et carbone suie mesurés par les analyseurs de référence au laboratoire mobile. Les niveaux de ces trois polluants, traceurs du trafic routier, avaient montré, par comparaison avec les niveaux aux stations de référence (réseau permanent d'Airparif), que le site temporaire à proximité de l'école Murat est influencé par le trafic routier.

#### **En résumé**

**Les évolutions journalières du dioxyde d'azote sont celles de stations influencées par le trafic routier et ne semblent pas particulièrement impactées par les activités du port.**

**Les niveaux de NO<sub>2</sub> varient avec la proximité au trafic routier : les niveaux maximums ont été enregistrés à proximité du Boulevard Périphérique, puis le long du Quai Saint Exupéry, tandis que les sites de fond ont mesuré des niveaux typiques du fond urbain/périurbain de l'agglomération parisienne.**

## 4 ESTIMATION DU RESPECT DES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR

Les normes de qualité de l'air ambiant pour les polluants mesurés sont détaillées en Annexe 6 Les **valeurs limites et les objectifs de qualité** définis par la réglementation sont définis en moyenne annuelle. Les teneurs observées pendant la période de campagne illustrent les niveaux de pollution lors d'une période estivale. Les niveaux relevés ne peuvent donc 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 1er août 2018 et le 31 juillet 2019, intervalle incluant la période de mesure. La méthodologie de l'estimation des concentrations moyennes annuelles et l'incertitude associée est détaillée en Annexe 7.

Les incertitudes sont relativement élevées car les régimes de vent durant la campagne n'étaient pas représentatifs de la tendance annuelle. En effet, une grande proportion de vent de secteur nord-est a été enregistrée durant la campagne, alors que les vents de sud-ouest sont beaucoup plus présents à l'échelle de l'année. Par ailleurs, les conditions d'humidité et de précipitations étaient logiquement plus sèches et déficitaires pendant la période de mesure qu'en moyenne annuelle. Les conditions météorologiques rencontrées durant la campagne (période sèche et zone d'étude sous le vent des activités du port la plupart du temps) ont été particulièrement favorables à des niveaux élevés de particules. Ainsi, les moyennes en teneurs de particules  $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$  estimées sur l'année à partir des niveaux de la campagne, ne reflètent pas l'hétérogénéité des conditions météorologiques rencontrées au cours d'une année,

### 4.1 Situation des particules vis-à-vis des valeurs réglementaires

Les directives européennes et la réglementation française définissent pour certains polluants des niveaux réglementaires pour différentes échelles de temps : moyenne annuelle, moyenne journalière et moyenne horaire. Cette distinction permet de prendre en considération deux types de situations vis-à-vis des effets sur la santé : d'une part la pollution atmosphérique chronique à l'échelle annuelle et d'autre part les épisodes de plus courte durée, à l'échelle d'une ou plusieurs heures (« épisodes de pollution »).

La valeur limite annuelle des  $PM_{10}$  est de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et l'objectif de qualité est fixé à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur limite journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois dans l'année est de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Concernant les particules  $PM_{2.5}$ , seul l'effet chronique est aujourd'hui pris en compte dans la réglementation. La valeur limite annuelle des  $PM_{2.5}$ , fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur cible fixée à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  étant largement respectées, les résultats sont, dans ce rapport, comparés à l'objectif de qualité, fixé à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## À l'échelle journalière

La valeur limite journalière de 50 µg/m<sup>3</sup> en PM<sub>10</sub> a été dépassée 3 fois durant la campagne : le 6 juin, et les 10 et 11 juillet. Selon la réglementation européenne, cette valeur limite ne doit pas être dépassée plus de 35 fois par an. En Ile-de-France, cette valeur respectée, sauf en certains points à proximité du trafic routier. L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande que cette valeur journalière ne soit pas dépassée plus de trois fois par an ; cela n'est pas respecté en Ile-de-France (sauf exceptionnellement en 2018 sur une partie du territoire).

Les niveaux atteints lors de ces 3 journées sont reportés dans le Tableau 6, ainsi que ceux des stations permanentes d'Airparif de référence.

	Laboratoire mobile (µg/m <sup>3</sup> )	BP Auteuil (µg/m <sup>3</sup> )	Hausmann (µg/m <sup>3</sup> )	Paris 4 <sup>ème</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Paris 15 <sup>ème</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Vitry-sur-Seine (µg/m <sup>3</sup> )	Remarque
26/06/2019	51	59	50	38	36	39	Épisode de poussières sahariennes
10/07/2019	59	53	36	25	22	29	-
11/07/2019	54	53	42	29	23	32	-

Tableau 6 : Moyennes journalières des particules PM<sub>10</sub> à la station d'étude et aux différentes stations de référence du réseau d'Airparif, lors des jours de dépassement à la station d'étude. En orange, les concentrations dépassant la valeur limite journalière.

Sur la journée du 26 juin, toutes les stations de référence présentent des niveaux également élevés, y compris les stations de fond urbain, du fait de la présence d'un nuage de poussières sahariennes sur la région. Le niveau moyen mesuré boulevard Hausmann est proche de celui de la station d'étude, mais ne dépasse la valeur limite journalière. La concentration journalière de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil est nettement supérieure.

Le pic de juillet, touchant deux jours consécutifs, est le plus important de la campagne à la station d'étude. Les niveaux mesurés au laboratoire mobile sont plus élevés qu'aux stations du réseau Airparif choisies pour la comparaison. Les stations de fond présentent des niveaux « habituels », sensiblement plus faibles que ceux enregistrés lors de l'épisode saharien. Les concentrations de la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil sont proches de celles du laboratoire mobile, notamment le 11/07.

À noter que durant la campagne de mesure, la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil a connu 6 jours de dépassement de la valeur limite journalière ; la station boulevard Hausmann n'en a enregistré aucun.

## 4.2 Situation du NO<sub>2</sub> vis-à-vis des valeurs réglementaires

La valeur limite annuelle pour le NO<sub>2</sub> est de 40 µg/m<sup>3</sup>. Sur une année complète de mesures, le dépassement du seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire doit être au maximum de 18 fois par an. Celui-ci n'a pas été atteint durant la campagne de mesure, ni à la station d'étude, ni aux stations de référence du réseau d'Airparif.

Le Tableau 7 présente les moyennes annuelles, reconstituée (station d'étude), et mesurées (stations permanentes du réseau d'Airparif) au cours de l'année précitée.

La moyenne annuelle estimée au laboratoire mobile (39 µg/m³) est comprise entre celle mesurée à la station de fond Paris 4<sup>ème</sup> (35 µg/m³) et celle enregistrée à la station trafic boulevard Haussmann (51 µg/m³). Au regard de la valeur limite annuelle, elle présente un risque « peu probable » de dépassement.

	Laboratoire mobile	BP Auteuil	Haussmann	Paris 4 <sup>ème</sup>	Paris 15 <sup>ème</sup>	Vitry-sur-Seine
NO <sub>2</sub>	39 µg/m³	83 µg/m³	51 µg/m³	35 µg/m³	28 µg/m³	30 µg/m³

Tableau 7 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote sur le site de mesure temporaire instrumenté du 18/06/2019 au 16/07/2018 et moyennes annuelles mesurées aux différentes stations permanentes du réseau Airparif

Le Tableau 8 présente les qualificatifs du risque de dépassement des normes de NO<sub>2</sub> en prenant en compte les bornes de concentrations établies à partir de l'incertitude associée.

Niveau de risque de dépassement	Pas de risque	Probable	Vraisemblable	Certain
Code couleur				
		↑ 34 µg/m³	↑ 40 µg/m³	↑ 46 µg/m³

Tableau 8 : Qualificatif du risque de dépassement de la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle

Le Tableau 9 détaille les moyennes annuelles reconstituées aux différents sites de mesure temporaires de NO<sub>2</sub> durant la campagne. On y retrouve la moyenne annuelle estimée au laboratoire mobile (39 µg/m³) et son incertitude associée (33-44 µg/m³, soit 15 % d'incertitude) ainsi que celles estimées à partir des mesures par tubes passifs. Celle du site 1 (S1) est à considérer avec précaution : étant donné que les résultats des deux premières semaines ne sont pas disponibles, la moyenne annuelle a été estimée à partir de seulement 2 semaines de mesure.

	Moyenne campagne	Moyenne annuelle estimée du 01/08/18 au 31/07/19	Intervalle incertitude	
	en µg/m³	en µg/m³	Min	Max
<b>Site automatique laboratoire mobile</b>	<b>31</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>44</b>
S1	51	56	48	65
S2	43	48	41	56
S3	46	51	43	58
S4	38	44	38	51
S6	23	32	27	37
S7	17	27	23	31

Tableau 9 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote sur les différents sites de mesure temporaires instrumentés lors de la campagne

Les sites temporaires situés à proximité des axes routiers présentent tous un risque « vraisemblable » ou « certain » de dépassement de la valeur limite annuelle. Il n'existe pas de risque de dépassement au niveau des sites de fond.

## 5 CONCLUSION

La campagne de mesure mise en œuvre autour du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil durant l'été 2019 a eu lieu pendant une **période particulièrement propice à la remise en suspension et l'envol des poussières** (humidité faible et vitesses de vents modérées à dispersives). De plus, les directions de vents majoritairement rencontrées pendant la campagne ont mis les sites de mesures sous le vent des activités des ports.

L'analyse des mesures et leur comparaison aux stations permanentes du réseau Airparif a mis en évidence des **niveaux élevés de particules grossières**, particules principalement associées à l'abrasion. Les résultats des autres polluants mesurés à la station d'étude temporaire (NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> et carbone suie) ont permis d'écartier le trafic routier comme source de ces niveaux élevés de particules grossières.

Les mesures des **poussières sédimentables** ont révélés des **concentrations particulièrement élevées à proximité des activités du Port du Point du Jour** ; les résultats des mesures de **silice** ont permis de confirmer la **signature des activités du port** dans les niveaux atypiques de particules grossières et de poussières sédimentables.

Enfin, le déploiement simultané de plusieurs appareils mesurant les particules selon une granulométrie plus fines a permis d'évaluer la **distance d'impact** des activités du Port du Point du Jour. **Les niveaux sont très élevés à proximité des activités du port mais décroissent avec l'éloignement pour atteindre des niveaux de fond dans la cour de l'école.**

L'estimation des moyennes annuelles ne relève **rien de spécifique concernant le respect des valeurs limites annuelles en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>**, notamment au regard des niveaux de l'agglomération parisienne. Il n'est pas possible de conclure quant au respect de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub> mais, au vu du nombre de jours de dépassement durant la campagne, pendant une période particulièrement propice à la présence de niveaux élevés, il semble peu probable qu'elle soit dépassée à l'année.

# ANNEXES

## Annexe 1

### Instrumentation de la campagne de mesure – Descriptif technique du matériel

#### **Les mesures automatiques (informations horaires)**

Les mesures sont réalisées par des analyseurs automatiques, de même type que ceux des stations de mesures permanentes d'Airparif. Pour les campagnes de mesure, ces appareils sont installés dans un camion ou une remorque adaptée, comme illustré par la Figure 23.

Ces appareils renseignent les concentrations horaires en oxydes d'azote (le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote séparément) et en particules ( $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$ ). Les oxydes d'azote ont été mesurés par l'analyseur « 42i-TL » de la marque Thermo ; cet analyseur de NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> effectue une mesure par chimiluminescence. Les particules  $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$  ont été mesurées par jauge beta (jauge radioactive) à l'aide d'analyseurs automatiques de type BAM-1020 PM-Coarse System.

Les mesures de carbone suie ont été réalisées à l'aide d'un aéthalomètre AE33. Le principe de mesure des aéthalomètre repose sur l'atténuation de l'intensité d'un faisceau lumineux à travers un échantillon de poussières atmosphériques déposées sur un filtre. Cet appareil développé par MAGEE analyse le carbone élémentaire sur 7 longueurs d'onde allant de l'UV (ultraviolet) à l'IR (infrarouge). Le carbone suie est principalement contenu dans les  $PM_{2.5}$  et est associé à d'autres composés (HAP...). La forme et la composition chimique engendrent une signature optique particulière. La longueur d'onde 470nm permet de quantifier les carbones suies issues de la combustion de biomasse ; celle de 880 les carbones suies issues des combustibles fossiles.

Des mesures ponctuelles de granulométrie ont également été effectuées avec des Dust-track DRX AEROSOL MONITORS, proposés par TSI. Les moniteurs DustTrak DRX sont des photomètres laser qui mesurent simultanément cinq concentrations de fraction massique séparées par taille correspondant aux fractions  $PM_1$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $PM_4$ ,  $PM_{10}$  et Total PM. Ils combinent à la fois le nuage de particules (surface totale de lumière diffusée) et la détection de particules individuelles pour obtenir des mesures de fraction massique. Ces analyseurs optiques utilisent l'interaction entre les particules et la lumière dispersive (LED, infrarouge ou laser).



Figure 23 : Laboratoire mobile accueillant les analyseurs permettant les mesures horaires de la qualité de l'air de manière automatique

La finesse temporelle des mesures horaires de la pollution atmosphérique permet d'étudier, d'une part, l'évolution temporelle de la qualité de l'air tout au long de la journée, et d'autre part, le comportement des niveaux des polluants en fonction de la provenance des vents afin d'identifier l'impact potentiel de sources locales d'émissions.

Toute méthode de mesure, comme les analyseurs automatiques ou les échantillonneurs passifs, est associée à une certaine précision. Dans le domaine de la qualité de l'air, des directives européennes fixent les seuils relatifs à l'incertitude maximale acceptable associée à la mesure des différents polluants réglementés pour ces deux techniques.

Pour les analyseurs automatiques, l'incertitude acceptée pour chaque mesure horaire est de 15 % pour les oxydes d'azote<sup>8</sup>, de 25% pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>.

Les mesures automatiques (NO<sub>x</sub>, particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> du réseau fixe francilien et des campagnes de mesure) sont accréditées par le COFRAC (accréditation COFRAC Essais n°1-1278, portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)).

---

<sup>8</sup> Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur en Europe.

## Les échantillonneurs passifs (mesures à résultats différés)

### Les tubes à diffusion passive

La mise en œuvre d'échantillonneurs passifs<sup>9</sup>, également appelés tubes à diffusion passive, permet la multiplication des points de mesure. En effet, ce moyen de mesure, peu encombrant et simple à mettre en place, permet d'instrumenter simultanément un nombre important de sites pour renseigner précisément la répartition spatiale des niveaux de dioxyde d'azote. Pour des raisons métrologiques, la mesure des particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) n'est pas réalisable à ce jour à l'aide de tels tubes.

L'échantillonneur passif dioxyde d'azote<sup>10</sup> se présente sous forme d'un tube en polypropylène muni d'une coiffe fixe et d'une grille métallique imprégnée d'un réactif chimique (cf. Figure 24 - a) permettant le piégeage du NO<sub>2</sub> pendant la période d'exposition d'une semaine. Le tube est maintenu en position verticale au sein d'un abri cylindrique de protection (cf. Figure 24 -b). L'abri de protection, fixé sur un support dans l'environnement (poteau, lampadaire...) à environ 2 mètres du sol (cf. Figure 24 - c), permet de protéger l'échantillonneur de l'impact direct du vent, du soleil et de la pluie, optimisant ainsi les conditions de mesure afin de fiabiliser le processus de diffusion et de piégeage des polluants.

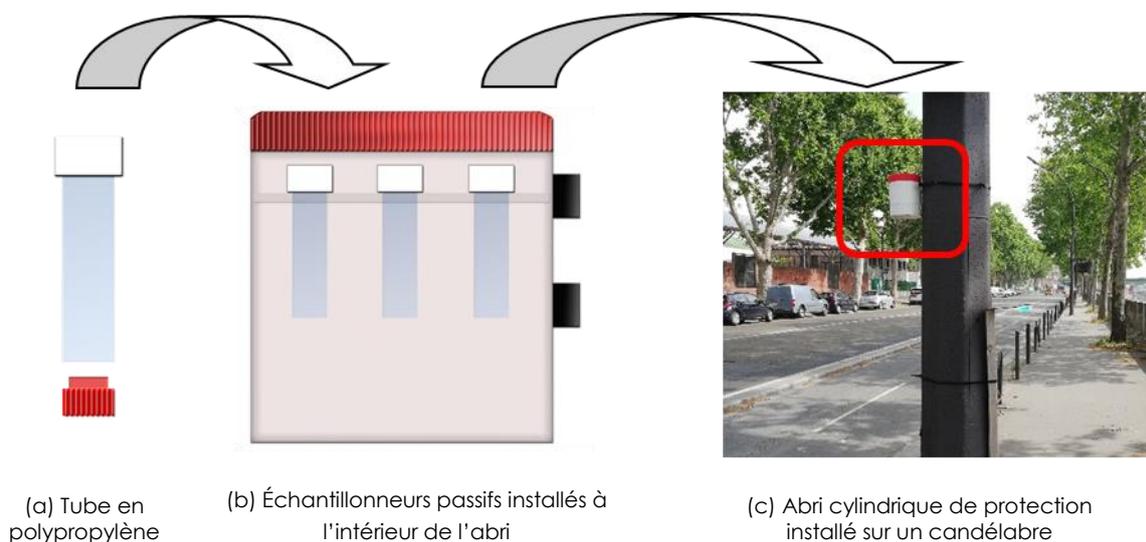


Figure 24 : Schéma d'implantation des tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote au sein de l'abri de protection

Dans le cas des échantillonneurs passifs, l'incertitude de mesure peut avoir différentes origines : la fabrication, l'applicabilité de la théorie de la diffusion passive selon les conditions météorologiques ou encore l'analyse en laboratoire. Selon les directives européennes en vigueur, l'incertitude globale associée, égale à la combinaison des incertitudes provenant de chacune des sources individuelles d'erreur, est limitée à 25 % de la mesure pour le dioxyde d'azote. Ces critères de qualité ont été vérifiés pour le dioxyde d'azote à l'aide d'un protocole d'évaluation de l'incertitude<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Le fonctionnement métrologique des échantillonneurs passifs est fondé sur le piégeage du polluant recherché sur un support (un tube, une plaquette) contenant un réactif chimique spécifique au polluant, à l'aide du principe de diffusion passive de l'air ambiant.

<sup>10</sup> Les tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote sont fournis par le laboratoire suisse PASSAM et analysés par le laboratoire de chimie d'Airparif (LASAIR).

<sup>11</sup> NF ISO 13752 : « Évaluation de l'incertitude d'une méthode de mesurage sur site en utilisant une seconde méthode comme référence », 1998.

Des tubes et filtres appelés « blancs campagne », permettent de vérifier l'absence de toute contamination initiale des lots dont ils sont issus, ainsi que d'une éventuelle contamination liée au transport.

### Les plaquettes de dépôt

Compte tenu de la problématique liée aux poussières sur la zone du Port du Point du Jour, des mesures de l'empoussièrem<sup>12</sup> (dépôt) complètent le dispositif. Celui-ci caractérise les retombées atmosphériques de poussières sédimentables (PSED) d'origine naturelle ou anthropique émises dans l'atmosphère et qui retombent sous l'effet de leur poids. Les mesures de retombées de poussières par plaquettes de dépôt sont effectuées sur une période d'exposition de 15 jours. Lors de la campagne de mesure de 4 semaines, l'empoussièrem a été mesuré lors de deux séries de mesures de 2 semaines.



Figure 25 : Plaquette de dépôt dans le parc Sainte Perrine

Cette méthode de mesure concerne exclusivement les poussières sédimentables. Elle ne rend pas compte des éventuels problèmes liés aux poussières en suspension, beaucoup plus fines (diamètre moyen inférieur à 10 microns), dont la mesure est assurée dans le cadre de la présente étude sur le site automatique et par les DustTrak.

Les plaquettes DIEM ou plaquettes de dépôt permettent de mesurer les retombées atmosphériques sèches selon la Norme NF X 43-007. Elles sont constituées de plaques minces en aluminium (ou acier inoxydable) de 5 cm par 10 cm recouvertes d'un film de corps gras qui retient les poussières sédimentables sèches.

Les poussières sédimentables sont recueillies à l'aide de plaquettes, généralement placés sur des supports à une certaine hauteur du sol de façon à éviter que les poussières du sol, soulevées par les vents, ne viennent également s'y déposer. Après exposition pendant 1 ou 2 semaines (maximum pour éviter le lessivage par les intempéries), les plaquettes sont envoyées en laboratoire où les particules sont récupérées après séparation d'avec le corps gras dans un solvant. On détermine la masse des particules, et on effectue des analyses chimiques éventuelles.

---

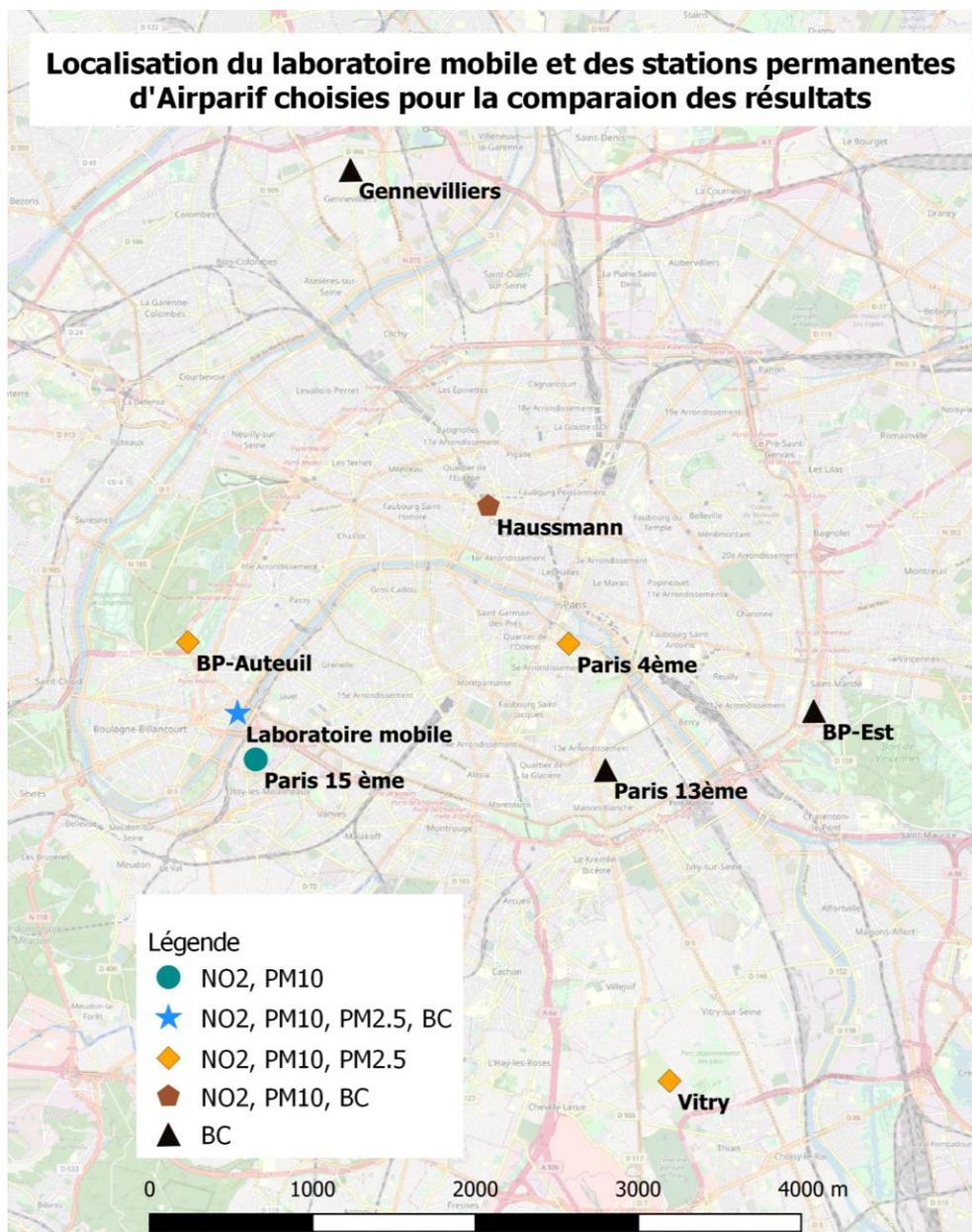
<sup>12</sup> La méthodologie de mesure des poussières sédimentables se réfère à la norme AFNOR NF X 43 007 de décembre 2008.

## Silice cristalline

En complément, des prélèvements journaliers pour dosage de silice ont été réalisés à l'aide de préleveurs LECKEL. L'analyse des filtres de prélèvement est réalisée par le laboratoire EUROFINS, et permet de détecter et quantifier, au sein de la silice cristalline, la présence de tridymite, de cristobalite et de quartz. Ce dernier, composant majeur de nombreuses roches, notamment les roches sédimentaires, est un traceur du sable, lui-même signature des activités du port.

## Annexe 2

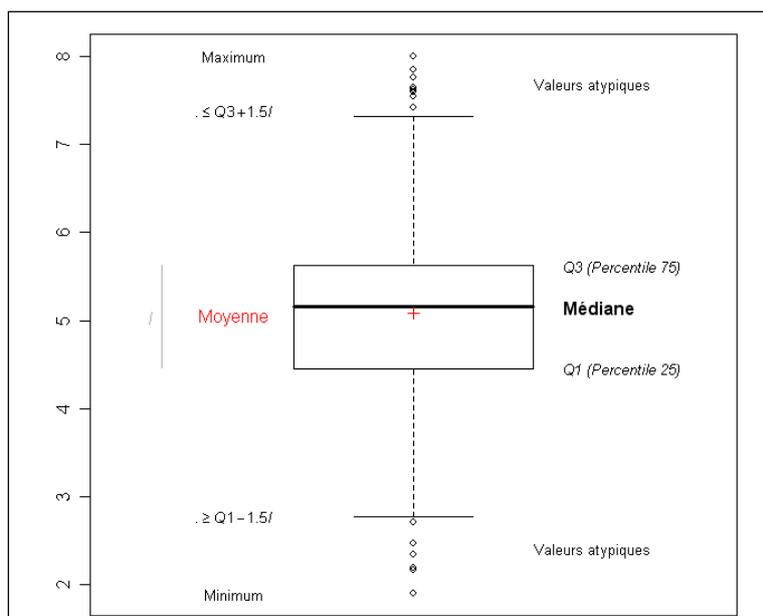
### Localisation des stations permanentes d'Airparif utilisées pour la comparaison des résultats



## Annexe 3

### Définition d'une boîte à moustaches

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 les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> quartiles. 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 terme de longueur,  $1,5 \cdot I$  ( $I$  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<sup>ème</sup> 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).

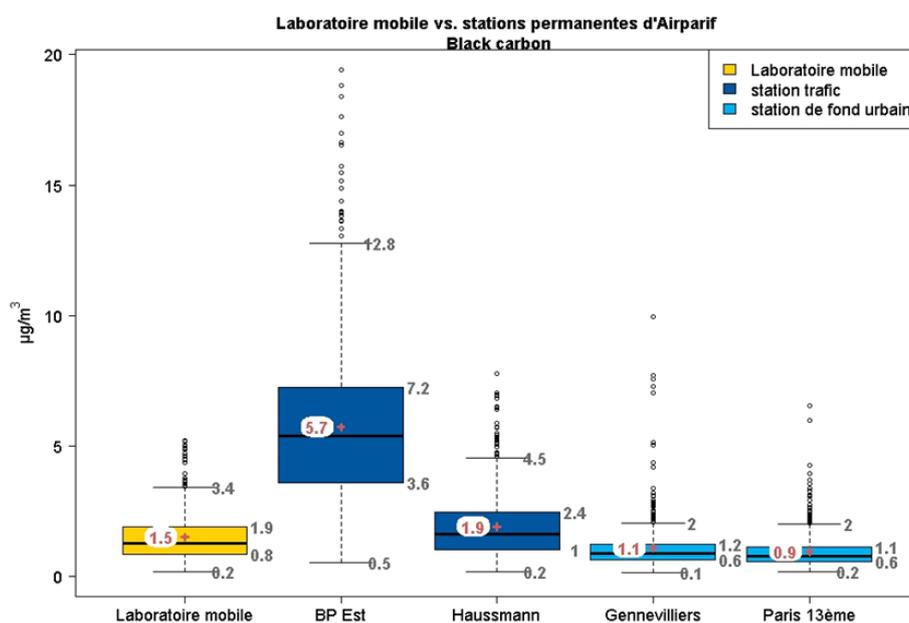
## Annexe 4

### Distributions des concentrations horaires de carbone suie

Les mesures réalisées au laboratoire mobile sont comparées aux stations permanentes d'Airparif suivantes :

- Paris 13<sup>ème</sup>, et Gennevilliers pour les niveaux de fond urbain ;
- Boulevard Haussmann et Boulevard Périphérique Est<sup>13</sup>, pour les niveaux à proximité du trafic routier.

Ces stations, différentes de celles utilisées pour la comparaison des autres polluants, ont été choisies car elles mesurent le carbone suie. Ce polluant, non réglementé, est suivi sur un nombre de stations plus restreint.

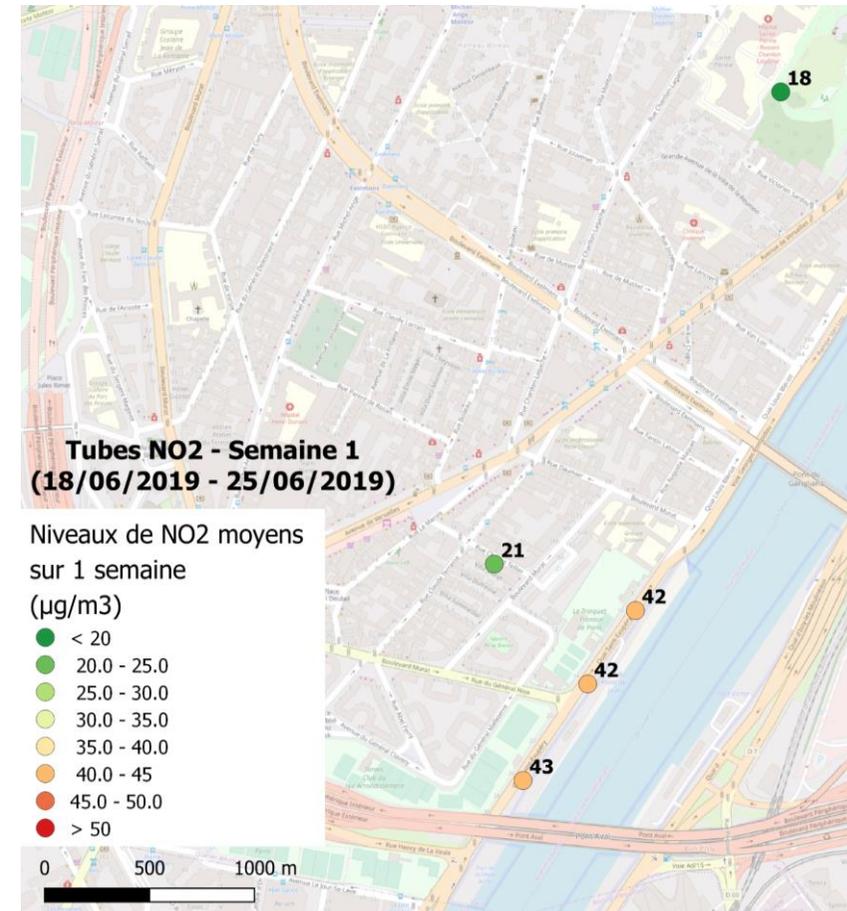
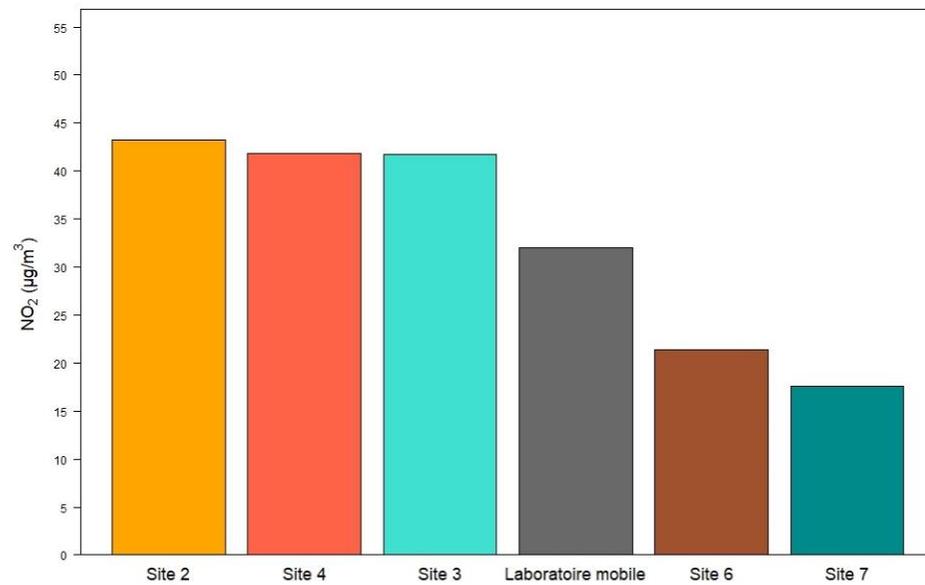


Distributions des concentrations horaires de carbone suie sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

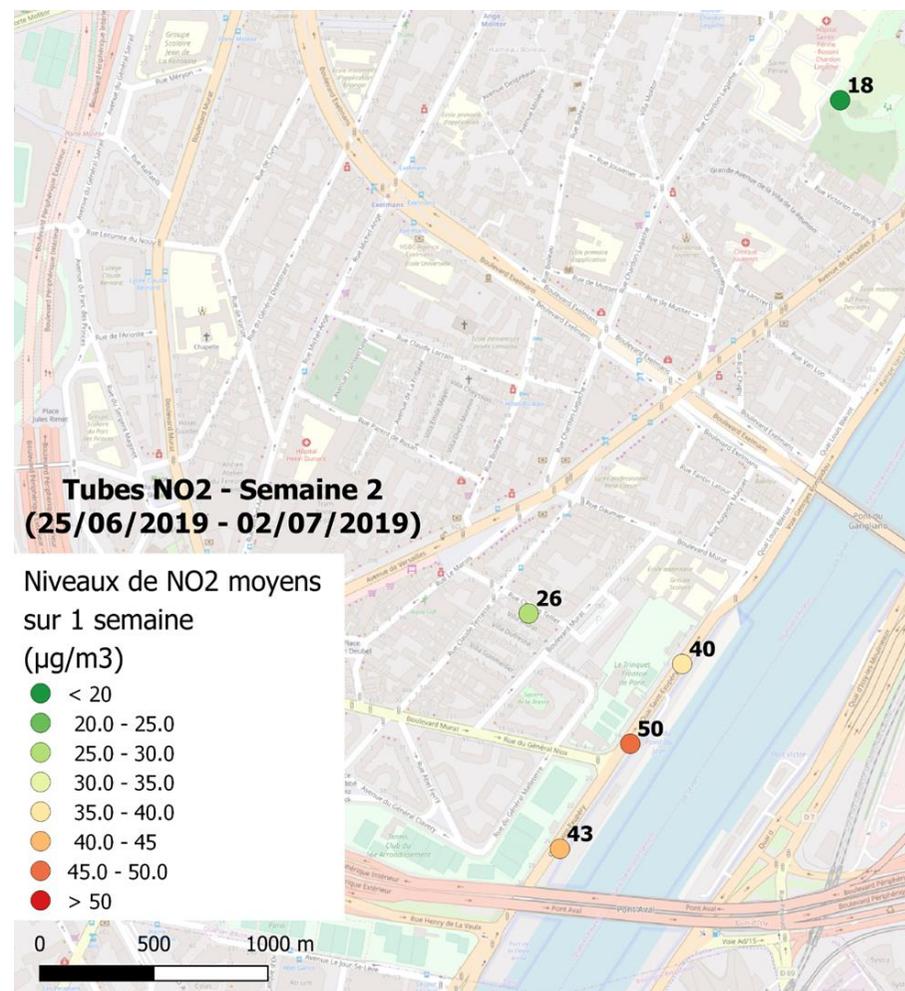
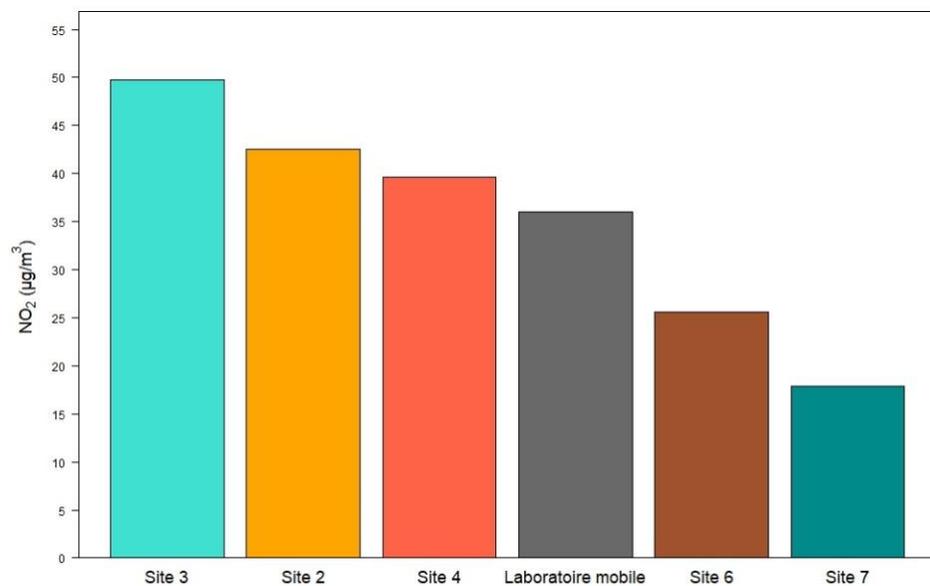
<sup>13</sup> La station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil étant située le long du Boulevard Périphérique, axe de circulation intense, présente des niveaux particulièrement élevés.

## Annexe 5

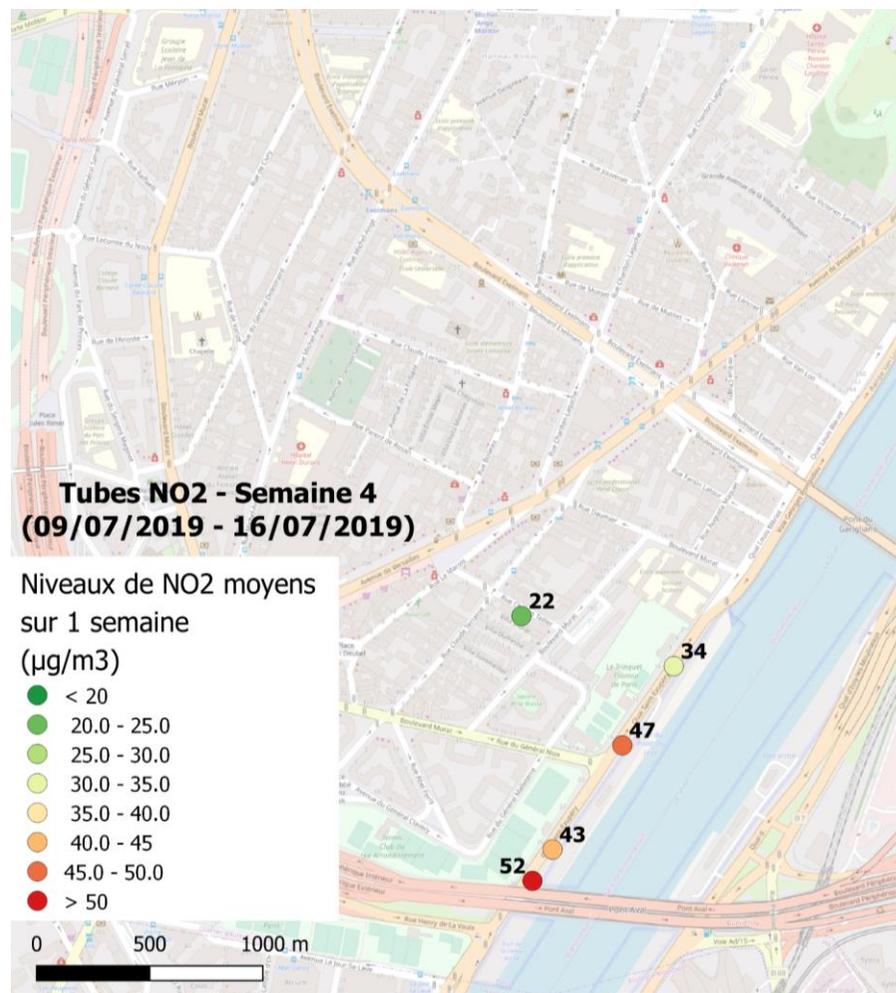
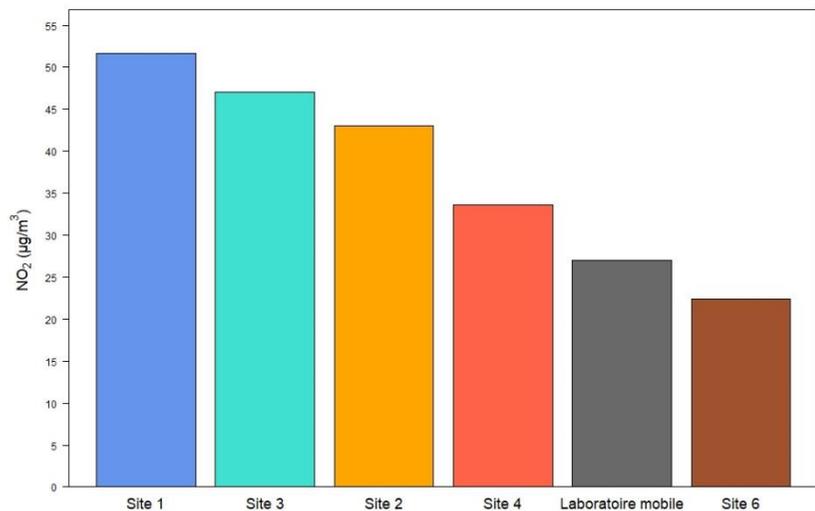
### Niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés par tubes passifs



Niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés par tubes passifs au cours de la première semaine de campagne (18/06/2019 – 25/06/2019).  
Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (à gauche) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (à droite).



Niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés par tubes passifs au cours de la deuxième semaine de campagne (25/06/2019 – 02/07/2019).  
Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (à gauche) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (à droite).



Niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés par tubes passifs au cours de la troisième semaine de campagne (02/07/2019 – 09/07/2019). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (à gauche) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (à droite).

## Annexe 6

# Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2019

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 PM<sub>10</sub>, les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Le seuil des valeurs limites du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) a achevé sa décroissance au 1<sup>er</sup> janvier 2010 et celui des particules PM<sub>2,5</sub>, au 1<sup>er</sup> 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**

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

Particules PM <sub>2.5</sub>			
X		<b>Objectif de qualité</b>	Niveau annuel <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>
X		<b>Valeur cible</b>	Niveau annuel <b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
	X	<b>Valeur cible</b>	Niveau annuel <b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
X	X	<b>Valeur limite</b>	Niveau annuel <b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
	X	<b>Valeur limite</b>	Niveau annuel <b>2020 : 20 µg/m<sup>3</sup></b>

## Annexe 7

# 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 deux 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 NO<sub>2</sub>, des PM<sub>10</sub>, et des PM<sub>2,5</sub> sont présentées dans le Tableau A1.

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>
<i>Incertitude</i>	15 %	13 %	12 %

Tableau A1 : Incertitudes associées à l'estimation de la moyenne annuelle pour chaque polluant

Le Tableau A2 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	<b>Pas de risque</b>	<b>Peu probable</b>	<b>Vraisemblable</b>	<b>Certain</b>
Code couleur				
		↑	↑	↑
		$VL - X\% \cdot VL$	$VL$	$VL + X\% \cdot VL$

Tableau A2 : Codes couleur relatifs au risque de dépassement des normes, en fonction de la valeur moyenne annuelle estimée