



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

CAMPAGNE DE MESURE 2020



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

Campagne de mesure 2020

Mars 2021

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

Glossaire

Polluants :

NO₂ : Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur à 10 µm

PM_{2.5} : Particules de diamètre inférieur à 2,5 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.....	6
1 INTRODUCTION.....	8
1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF.....	8
1.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	8
1.2.1 Environnement.....	8
1.2.2 Les activités du port.....	9
2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	10
2.1 CHOIX DES POLLUANTS MESURES.....	10
2.2 LOCALISATION DES SITES DE MESURE.....	11
2.3 PERIODE DE MESURE.....	13
2.4 CONDITIONS METEOROLOGIQUES DURANT LA CAMPAGNE.....	13
2.4.1 Taux d'humidité et précipitations.....	14
2.4.2 Vitesse et direction de vents.....	14
3 RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	16
3.1 LES NIVEAUX DE POLLUTION ATMOSPHERIQUE A PROXIMITE DE L'ECOLE MURAT.....	16
3.2 L'EMPOUSSIEREMENT.....	23
3.2.1 Niveaux de référence.....	23
3.2.2 Résultats des mesures d'empoussièrement.....	23
3.2.3 Impact des conditions météorologiques.....	27
4 ESTIMATION DU RESPECT DES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR.....	29
4.1 Situation des particules vis-à-vis des valeurs règlementaires annuelle.....	29
4.2 Situation des particules vis-à-vis des valeurs règlementaires journalière.....	31
5 CONCLUSION.....	32
ANNEXES.....	33
ANNEXE 1.....	33
Les mesures automatiques.....	33
Les plaquettes de dépôt.....	35
ANNEXE 2.....	36
ANNEXE 3.....	37
ANNEXE 4.....	38
ANNEXE 5.....	40
ANNEXE 6.....	41

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 à l'été 2019 suite aux inquiétudes de riverains. 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. Haropa Ports de Paris, partenaire de cette étude, y a apporté un soutien financier. Cette campagne a confirmé l'impact des activités du Port de Point du Jour à proximité immédiate du Port lors de périodes très sèches, propices au ré-envol de poussières.

Une nouvelle campagne a été menée sur une période de 4 semaines à proximité du Port du Point du Jour durant le mois de septembre 2020 (du 01 au 29 septembre) dans des conditions météorologique un peu différentes.

Un laboratoire mobile équipé d'analyseurs a été installé à proximité de l'école élémentaire Murat. Il est situé à 25 mètres du Quai Saint-Exupéry (pour des raisons techniques implantation est légèrement différente par rapport à 2019 : 20m du quai Saint Exupéry). Le site d'étude est ainsi en zone influencée par le trafic routier, mais pas en proximité directe avec le trafic¹. Ce laboratoire mobile a permis d'étudier la variabilité temporelle des particules PM₁₀ et PM_{2.5} et du carbone suie. En parallèle, une dizaine de sites temporaires équipés de plaquettes mesurant les poussières sédimentables a été déployée afin d'étudier la variabilité spatiale de l'empoussièremment et d'évaluer la zone d'influence des activités du port sur la qualité de l'air alentour.

Comme pour la première campagne, la comparaison des mesures relevées au laboratoire mobile à différentes stations du réseau de mesure permanent d'Airparif a mis en évidence **des niveaux de particules PM₁₀ 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 de trafic intense présentant des niveaux particulièrement élevés.

Les niveaux de PM_{2.5} et de carbone suie mesurés par le laboratoire mobile sont comparables à ceux des stations de fond du cœur de l'agglomération parisienne. Il apparait donc que les concentrations atypiques de PM₁₀ mesurées au site d'étude ne sont pas associées au trafic routier mais aux activités du port de Point du Jour. Ce point est confirmé par l'analyse temporelle des données, qui montre **une nette hausse des niveaux de PM₁₀ sur la période correspondant aux heures d'activité du port**.

Les niveaux d'empoussièremment les plus élevés ont été enregistrés à proximité des activités du port et de la sortie des camions. Durant les deux quinze de mesure, les niveaux relevés à cet endroit ont été nettement supérieurs au seuil mensuel d'empoussièremment de 350 mg/m²/jour, seuil correspondant à une « gêne potentielle importante »². Les niveaux d'empoussièremment mesurés à proximité de l'école sont nettement inférieurs à ceux mesurés en proximité immédiate des activités du port, montrant une nette décroissance de l'empoussièremment avec l'éloignement au port.

¹ Les stations trafic sont situées à moins de 10 m des voies de circulation

² En l'absence de seuil réglementaire, des ordres de grandeur qualifiant l'empoussièremment ont été définis par ATMO Occitanie. Ils s'appuient sur les niveaux d'empoussièremment 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/m²/j ; un empoussièremment exceptionnel au-dessus de 1 000 mg/m²/j.

Les niveaux d'empoussièrement mesurés à proximité du Port d'Auteuil (Voie Georges Pompidou) sont plus élevés que les niveaux de fond. Cependant, le site de mesure étant situé à proximité d'un axe routier important, **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 ou de l'entraînement de poussières venant du Port du Point du Jour par le trafic.** Toutefois, en s'en éloignant, le site instrumenté sur le Quai Louis Blériot (première habitation) présente des niveaux d'empoussièrement plus faibles et comparables à ceux de fond de la zone d'étude.

Cette campagne de mesures a connu deux périodes de conditions météorologiques très contrastées. Durant la **première partie de la campagne de mesure, les conditions ont été 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). **La deuxième partie** de la campagne de mesure (à partir du 19/09 et plus particulièrement à partir du 23/09), les conditions humides et pluvieuses ont favorisé le **lessivage des polluants.** **Ces mesures ont permis de confirmer que lorsque les conditions sont humides, les niveaux restent inférieurs au seuil correspondant à une « gêne potentielle importante », sauf à proximité immédiate de la sortie du Port de Point du Jour.**

Concernant l'évaluation par rapport aux valeurs réglementaires, l'estimation de la moyenne annuelle de **PM₁₀** au laboratoire mobile est de 24 µg/m³ ; **la valeur limite (40 µg/m³) est largement respectée au site d'étude comme dans le reste de l'agglomération parisienne.** **Le risque de dépassement de l'objectif de qualité (30 µg/m³) est « peu probable » au site d'étude,** d'autant que les mesures ont été menées sur les périodes les plus défavorables engendrant les niveaux les plus élevés. La valeur limite journalière (50 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an) a été dépassée deux 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 même si ce dépassement semble peu probable.

La reconstitution de la moyenne annuelle de PM_{2.5} permet d'estimer que la valeur limite annuelle (25 µg/m³) et la valeur cible (20 µg/m³) sont respectées, mais l'objectif de qualité (10 µg/m³) est dépassé, comme dans tout le cœur de l'agglomération parisienne.

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 des mesures autour de ces ports. Haropa Ports de Paris y a apporté un soutien financier.

Durant l'été 2019, Airparif a réalisé une campagne de mesure d'un mois afin d'établir un diagnostic des niveaux de pollution dans la zone. Il s'agissait d'évaluer la contribution des différentes sources de pollution 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. Elle a mis en évidence un impact des activités du port sur la qualité de l'air environnante (niveaux de poussières sédimentables élevés à proximité immédiate des activités du port, variation des concentrations de PM₁₀ liées aux périodes d'activité du Port du Point du Jour). Néanmoins, il a été montré que les niveaux de particules grossières décroissent rapidement avec l'éloignement au port : l'impact du Port du Point du Jour est restreint géographiquement. La contribution du trafic routier (quai Saint Exupéry et boulevard périphérique) a également été mise en évidence.

Une nouvelle campagne de mesure a été menée en septembre 2020 pour réaliser un nouvel état des lieux de la qualité de l'air autour du Port du Point du Jour. L'enjeu lié au trafic routier ayant été identifié par la campagne réalisée en 2019, cette nouvelle campagne s'est concentrée sur les niveaux de particules et d'empoussièrement. Il est important de noter que les deux campagnes de mesures ne peuvent pas être comparées directement car les conditions météorologiques rencontrées durant ces deux périodes ne sont pas similaires. Cependant, il est possible de comparer la hiérarchie des concentrations au niveau des différents sites.

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^{ème} arrondissement, à proximité de la Porte de Saint-Cloud (Figure 1).

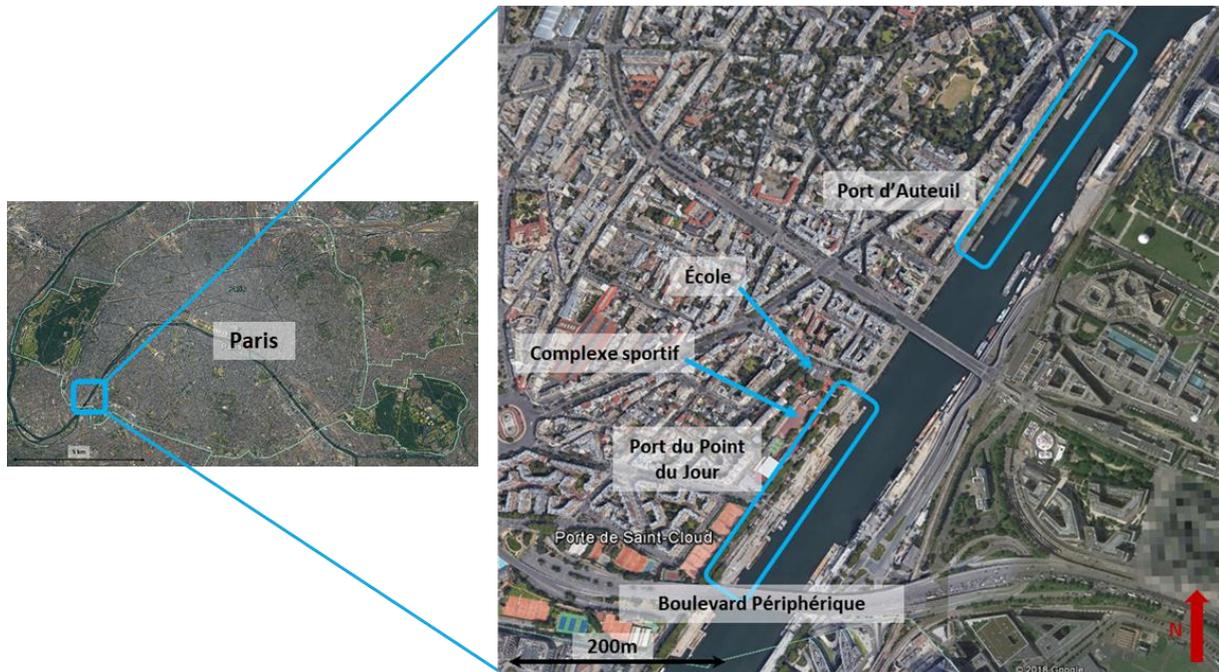


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

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 topographique 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

Port d'Auteuil

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 01 au 29 septembre 2020. **Dix points de mesure** ont été instrumentés à proximité des ports (situés également à proximité du trafic routier) ainsi qu'en zones éloignées des sources directes d'émissions (situation de fond).

2.1 Choix des polluants mesurés

La première campagne de mesure a permis de confirmer l'impact du trafic routier sur la pollution du secteur ainsi que celui des activités des Ports de Point du Jour. Lors de cette campagne, l'objectif principal est le suivi de l'impact des activités du Port de Point du Jour et du Port d'Auteuil. Le dioxyde d'azote n'a ainsi pas été retenu.

Les polluants suivants ont été retenus : **les particules PM₁₀ et PM_{2,5} et les poussières sédimentables pour l'évaluation de l'impact des activités du Port et le carbone suie pour identifier la part des particules liée au trafic routier.**

Les **particules**, peuvent 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** (chauffage, transports, 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 PM₁₀ (de diamètre inférieur à 10 µm) et les PM_{2.5} (de diamètre inférieur à 2,5 µm) sont réglementées dans l'air ambiant pour leurs effets sur la santé. En Ile-de-France, en moyenne annuelle, les **PM_{2.5}** représentent 60 à 70 % des PM₁₀ 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). La fraction plus grossières des **PM₁₀** est davantage **issue de phénomènes mécaniques** tels que l'abrasion, l'érosion etc.

Dans le cadre de cette campagne, les particules PM₁₀ et PM_{2.5} ont fait l'objet de mesures horaires avec un analyseur automatique.

Des mesures d'**empoussièrément** ont été déployées sur plusieurs sites de mesure. L'empoussièrément 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.

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.

Ces différentes mesures liées aux particules ont été réalisées afin :

- d'évaluer l'impact potentiel et la distance d'influence des activités du Port du Point du Jour,
- de pouvoir distinguer l'influence des différentes sources à partir des concentrations en particules selon leur taille et nature.

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

2.2 Localisation des sites de mesure

Les points de mesure ont été implantés aux mêmes emplacements que pour la campagne 2019. Seul le point 2 qui était uniquement équipé de mesure du dioxyde d'azote n'est pas repris en l'absence de mesure sur ce polluant dans cette campagne.

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 particules PM₁₀ et PM_{2.5} et de carbone suie**.

Neuf 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** de l'empoussièremement. Les plaquettes de dépôt mesurant l'empoussièremement présentent une finesse temporelle moins importante (mesures bimensuelles), leur objectif étant la couverture spatiale de la zone d'étude. La Figure 3 présente la localisation des sites de mesures.

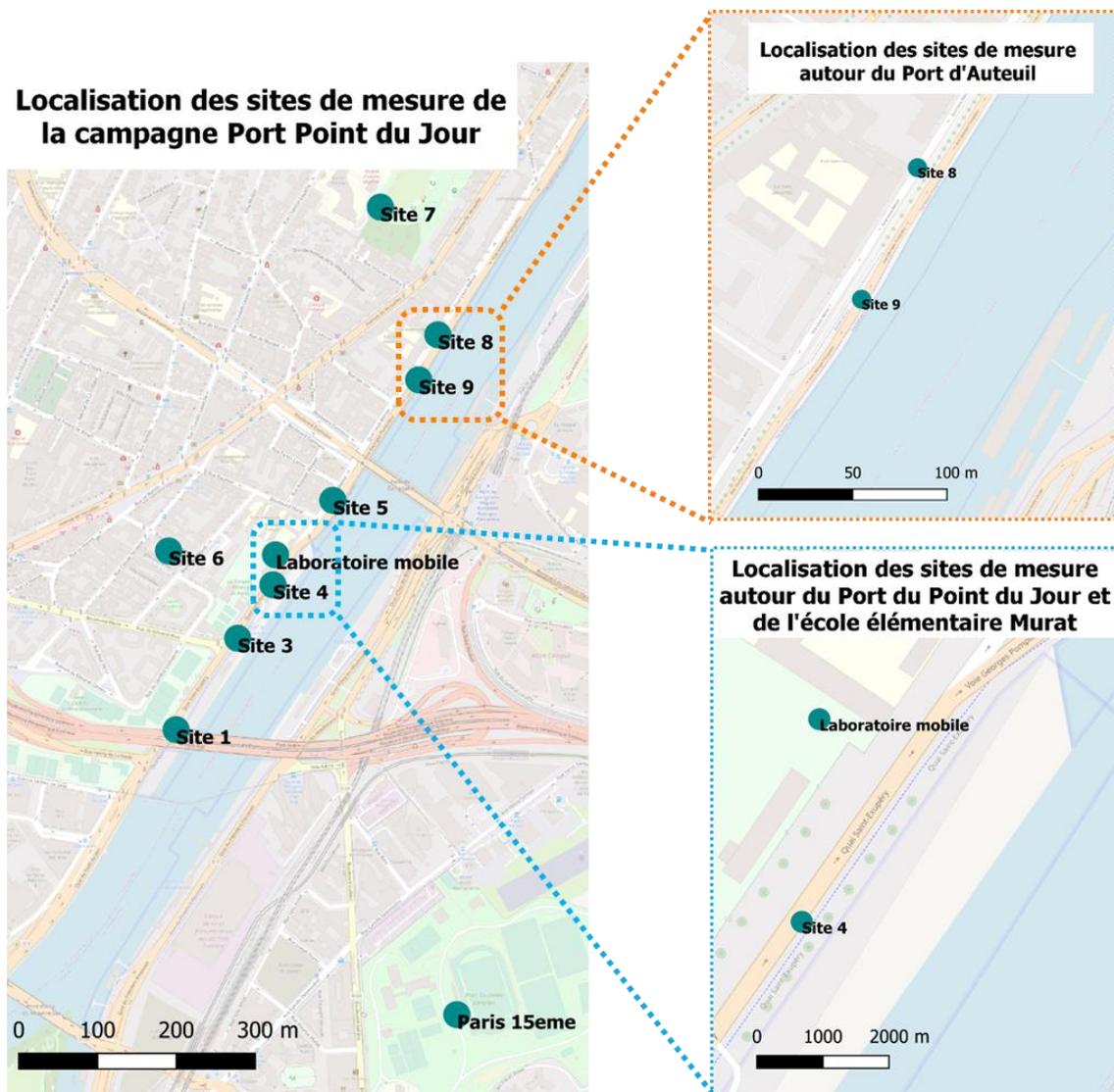


Figure 3 : Localisation des sites de mesure déployés durant la campagne

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 25 m de l'axe routier du quai Saint Exupéry, et à environ 50 m 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).

NB : pour des raisons techniques, le site de mesure du laboratoire mobile a été légèrement déplacé par rapport à la campagne précédente ; il est en retrait de quelques mètres (< 5m) par rapport à l'axe routier et le port. De plus, les numéros de site sont identiques à ceux de la campagne de 2019 ; ainsi, le site n°2, instrumenté uniquement pour la mesure du dioxyde d'azote lors de la campagne de 2019, n'apparaît plus lors de cette nouvelle campagne.

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^{ème}, située dans le stade Suzanne Lenglen, à environ 1 km au sud-est du port du Point du Jour, a été utilisée comme site de référence pour les mesures de poussières, permettant de connaître les teneurs de fond urbain parisien.

L'Annexe 2 présente la localisation de ces différentes stations de référence.

2.3 Période de mesure

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 **01 au 29 septembre 2020** inclus.

La campagne de mesure s'est déroulée en fin de période estivale/début d'automne. Les conditions météorologiques estivales sont plus favorables à la remise en suspension des poussières, notamment lors de la manutention des matériaux et du passage des camions sur un sol empoussiéré. La période automnale présente généralement des conditions plus humides, moins propice à l'envol de poussières.

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

Période de mesure d'empoussièrement par plaquette de dépôt	
Série 1	01 - 15 septembre 2020
Série 2	15 - 29 septembre 2020

Tableau 1 : Périodes de mesure des séries de plaquettes de dépôt

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 leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés.

Les commentaires suivants s'appuient sur les observations de la station Météo-France située à Montsouris (Paris 14^{ème} arrondissement), mesurant notamment la vitesse et la direction de vent, l'humidité relative et les précipitations. Les vents mesurés à cet endroit sont représentatifs des vents 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 spécificités locales (couloir de vents).

2.4.1 Taux d'humidité et précipitations

La Figure 4 présente l'humidité relative moyenne journalière et le cumul journalier des précipitations enregistrés pendant la campagne de mesure.

Cette campagne de mesures a connu deux périodes de conditions météorologiques très contrastées. Durant la **première partie de la campagne de mesure**, le temps a été sec associé à des vents moyennement dispersifs à dispersifs (**conditions favorables à la remise en suspension de poussières**) ou à des vents faibles (**conditions propices à l'accumulation des polluants**). La **deuxième partie** de la campagne de mesure (ponctuellement à partir du 19/09 et plus particulièrement à partir du 23/09), les conditions humides et pluvieuses ont favorisé le **lessivage des polluants et limité la remise en suspension**.

Le taux d'humidité relative moyen enregistré durant la campagne a été de 63 %, variant de 46 % à 89 % en moyenne journalière et de 25 % à 97 % en moyenne horaire.

Concernant les précipitations, le cumul de pluie tombée pendant la campagne est de 49 mm, répartis sur 11 jours. Les heures de précipitations ont représenté seulement 1 % des heures de la campagne. 95 % des précipitations enregistrées durant la campagne ont eu lieu entre le 23/09 et le 29/09, soit la dernière semaine de campagne.

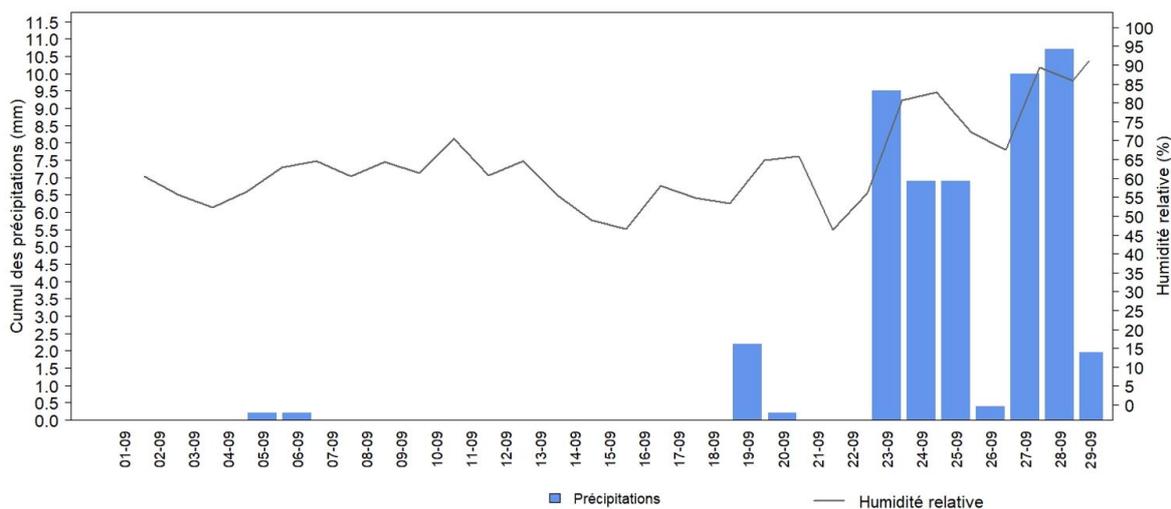
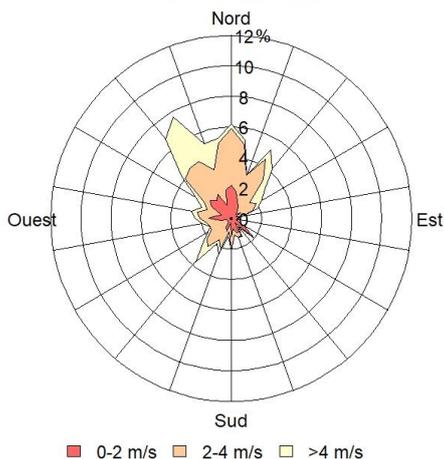


Figure 4 : Cumul des précipitations journalières (échelle de gauche) et moyennes de l'humidité (échelle de droite) durant la campagne de mesure (du 01/09/20 au 29/09/20). [source : Météo-France ; traitement : Airparif]

2.4.2 Vitesse et direction de vents

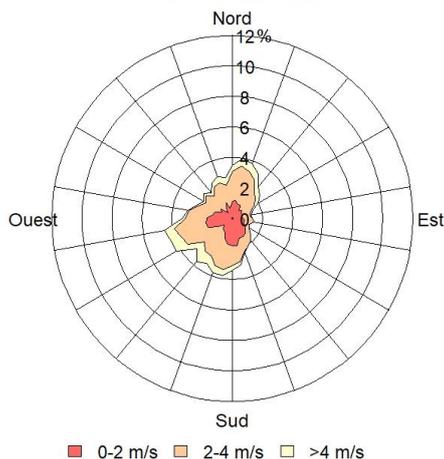
La Figure 5(a) représente, pour la campagne de mesure réalisée entre 01 et le 29 septembre 2020, la fréquence des régimes de vent : les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles (vitesses de vent inférieures à 2 m/s), en orangé les vents dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s et en jaune les régimes de vent les plus dispersifs (vitesses de vent égales ou supérieures à 4 m/s). La Figure 5(b) présente les mêmes paramètres moyennés sur les mois de septembre des dix dernières années.

Rose des vents du 01 septembre 2020 au 29 septembre 2020
Station Montsouris



(a)

Rose des vents du 01 septembre 2010 au 30 septembre 2019
Station Montsouris



(b)

Figure 5 : Fréquence (en %) des vents observés à la station Météo-France de Montsouris durant la campagne de mesure du 01 au 29 septembre 2020 (a) et en moyenne sur le mois de septembre des dix dernières années (b) en fonction de leur secteur et leur vitesse. [source : Météo-France ; traitement : Airparif]

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 septembre 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-ouest à nord-est**. La moyenne sur l'historique des directions de vent des mois de septembre est relativement représentative de ce qui est observé à l'échelle de l'année. Les vents provenant de la direction est (façade est du nord au sud) 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 laboratoire mobile.

Les vents dispersifs (vitesses de vent supérieures à 4 m/s) ont été plus marqués durant la campagne par vent de nord-ouest (28 % du temps) par rapport à l'historique (environ 10 % du temps). Ces régimes de vents sont les plus favorables à la remise en suspension des particules lors de périodes sèches. Avec près de la moitié du temps (48 %), les régimes de vent dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s ont été majoritaires durant cette campagne.

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 regard :

- 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

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

- Paris 15^{ème}³ et Vitry-sur-Seine (94) pour les niveaux de fond urbain (Stations éloignées des sources directes de pollution comme le trafic routier) ;
- Boulevard Haussmann³ et Boulevard Périphérique porte d'Auteuil⁴, pour les niveaux à proximité du trafic routier.

Niveaux moyens

La Figure 6 présente la distribution des **concentrations horaires de PM₁₀** de la station d'étude comparée à celle des différentes stations d'Airparif précitées.

Le niveau moyen de la station d'étude (27 µg/m³), supérieur aux niveaux des stations de fond (bleu clair), est comparable à celui de la station « trafic » du boulevard Haussmann (28 µg/m³). Si en moyenne la concentration à la station d'étude est supérieure aux niveaux des stations de fond, les

³ Les stations Paris 15^{ème} et boulevard Haussmann ne mesurent pas les PM_{2,5}

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

médianes sont toutefois similaires⁵ (19 µg/m³). Cela démontre qu'à la station d'étude des teneurs ponctuellement très élevées ont été mesurées.

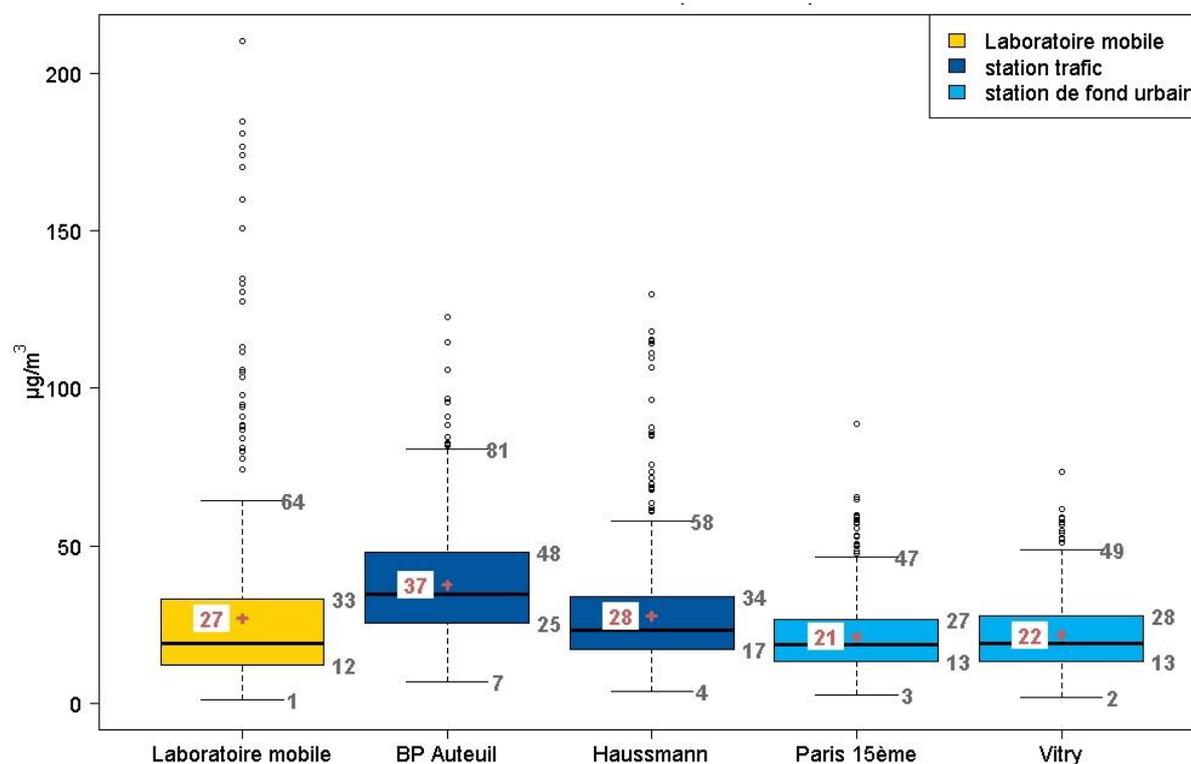


Figure 6 : Distributions des concentrations horaires de particules PM₁₀ sur l'ensemble de la campagne ; comparaison entre la station d'étude et les stations permanentes d'Airparif

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 horaire mesurée au laboratoire mobile est de 210 µg/m³, tandis que celle enregistrée sur la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil est de 123 µg/m³. Or la station d'étude est plus éloignée du trafic routier que celle située au bord du Boulevard Périphérique porte d'Auteuil et à proximité d'un axe nettement moins fréquenté, laissant penser à une autre source.

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.

La distribution des concentrations horaires de **particules PM_{2.5}** (Figure 7) montre un autre comportement des niveaux à l'emplacement du laboratoire mobile au regard des stations de référence. La concentration moyenne (9 µg/m³) est similaire à celle de la station de fond utilisée pour la comparaison localisée en petite couronne (Vitry-sur-Seine). Elle est largement inférieure à celle de la station trafic Boulevard Périphérique porte d'Auteuil (13 µg/m³).

⁵ Cette valeur, qui sépare les données en deux parties égales, indique que la moitié des mesures est inférieure à 19 µg/m³, l'autre moitié supérieure.

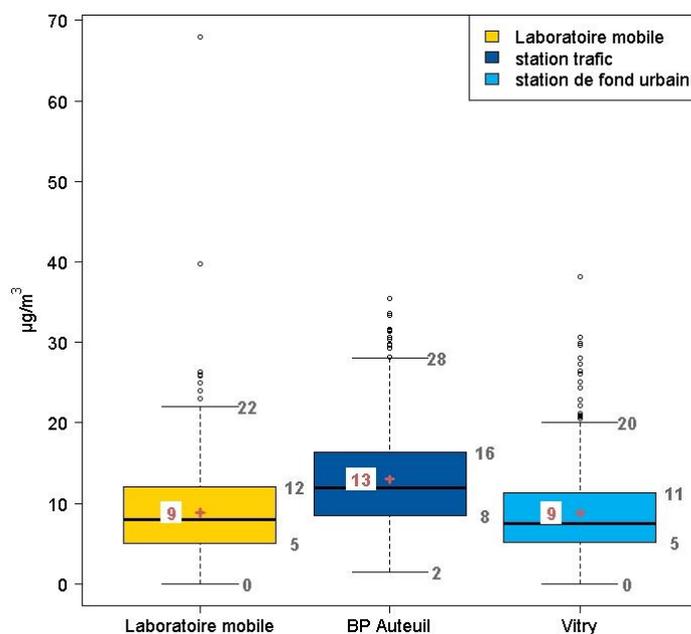


Figure 7 : Distributions des concentrations horaires de particules PM_{2.5} sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Les niveaux minimum, médian et maximum de la station d'étude sont très proches de ceux de la station de fond de Vitry-sur-Seine.

Contrairement aux PM₁₀, les teneurs de **PM_{2.5}**, **la station d'étude se comporte de la même manière que la station de fond de Vitry-sur-Seine.**

La différence de comportement des niveaux de la station d'étude entre PM₁₀ et PM_{2.5} montre que différentes sources influencent les niveaux de PM₁₀ et que ceux-ci ne sont pas uniquement liés au trafic routier. Les concentrations élevées de PM₁₀ témoignent de la présence d'une source de particules autre que celle du trafic routier.

Variabilité temporelle

La Figure 8 présente l'évolution horaire des niveaux de PM₁₀ et PM_{2.5} 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, activités 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.

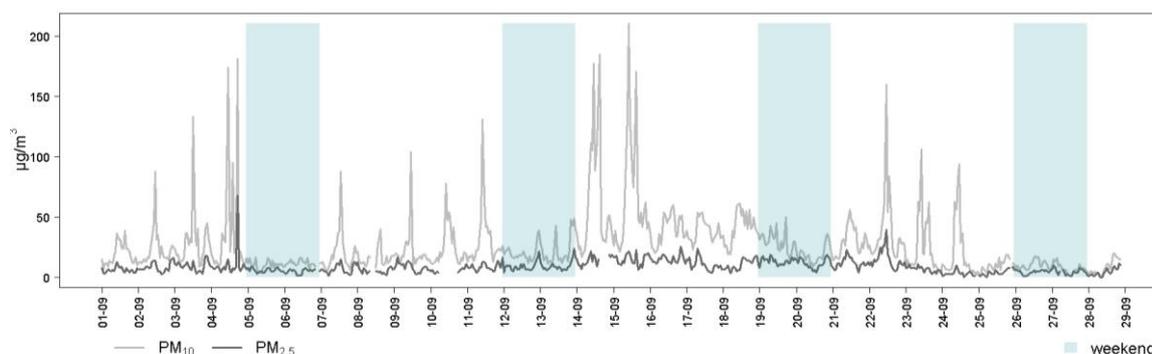


Figure 8 : Série temporelle des concentrations horaires de PM₁₀ et PM_{2.5} sur l'ensemble de la campagne au site d'étude

Cette figure fait ressortir les fortes variations de concentrations en particules PM₁₀ expliquant l'importante dispersion des données observée en Figure 6.

Les concentrations de particules au cours de la journée

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 PM₁₀ en fonction des heures de la journée (Figure 9) met en évidence des niveaux au site d'étude (en jaune), entre 8h et 16h, plus élevés qu'en situation de fond, voire qu'à proximité du trafic routier du Boulevard Périphérique. Cette plage horaire correspond à la période d'activité du Port du Point du Jour (fenêtre bleue)⁶. 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 58 µg/m³ 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 44 µg/m³ dans la plage horaire 7h à 16h). En fin de journée, les concentrations diminuent pour atteindre, durant la nuit, les niveaux les plus bas similaires à ceux d'une situation de fond. L'amplitude journalière entre les faibles niveaux nocturnes et le maximum du pic est de 43 µg/m³.

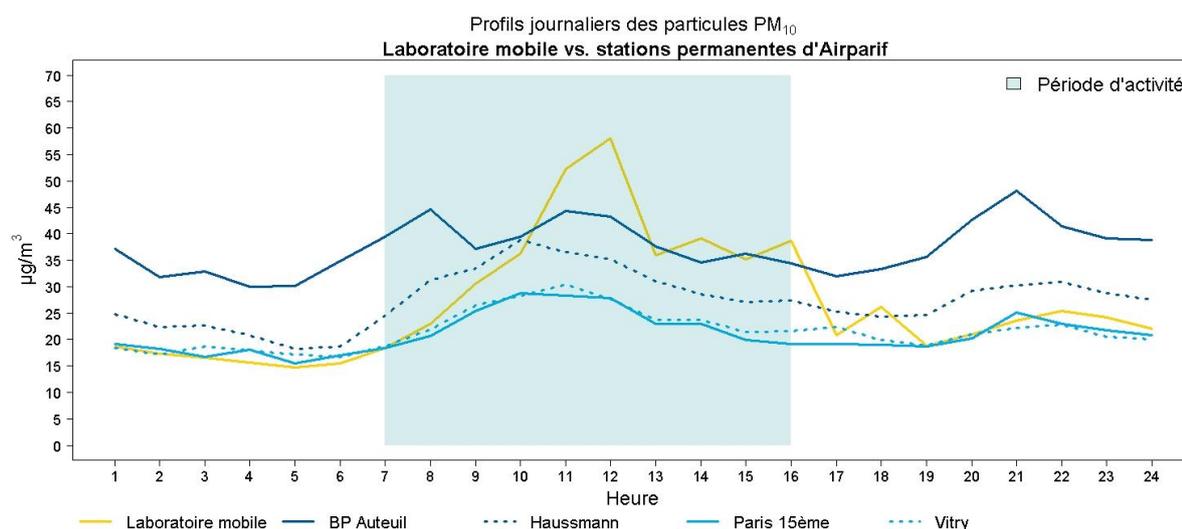


Figure 9 : Profil journalier des particules PM₁₀ sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Les stations du réseau Airparif présentent également une hausse des PM₁₀ sur la plage horaire 7h - 16h, mais nettement moins marquée et plus diffuse. Les amplitudes journalières de ces stations sont moins importantes, même à proximité immédiate du trafic routier (maximum de 18 µg/m³ pour la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil).

La Figure 10 présente le profil journalier des PM₁₀ 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 des teneurs et les concentrations les plus élevées sur le site d'étude et les stations de référence s'observent sur la même période (8h-16h) mais elles sont plus intenses à proximité du port du Point du Jour, atteignant un maximum de 73 µg/m³ à 12h. La

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

concentration moyenne sur les jours ouvrés au site d'étude est de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et l'amplitude journalière atteint $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum à 5h : $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum à 12h : $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

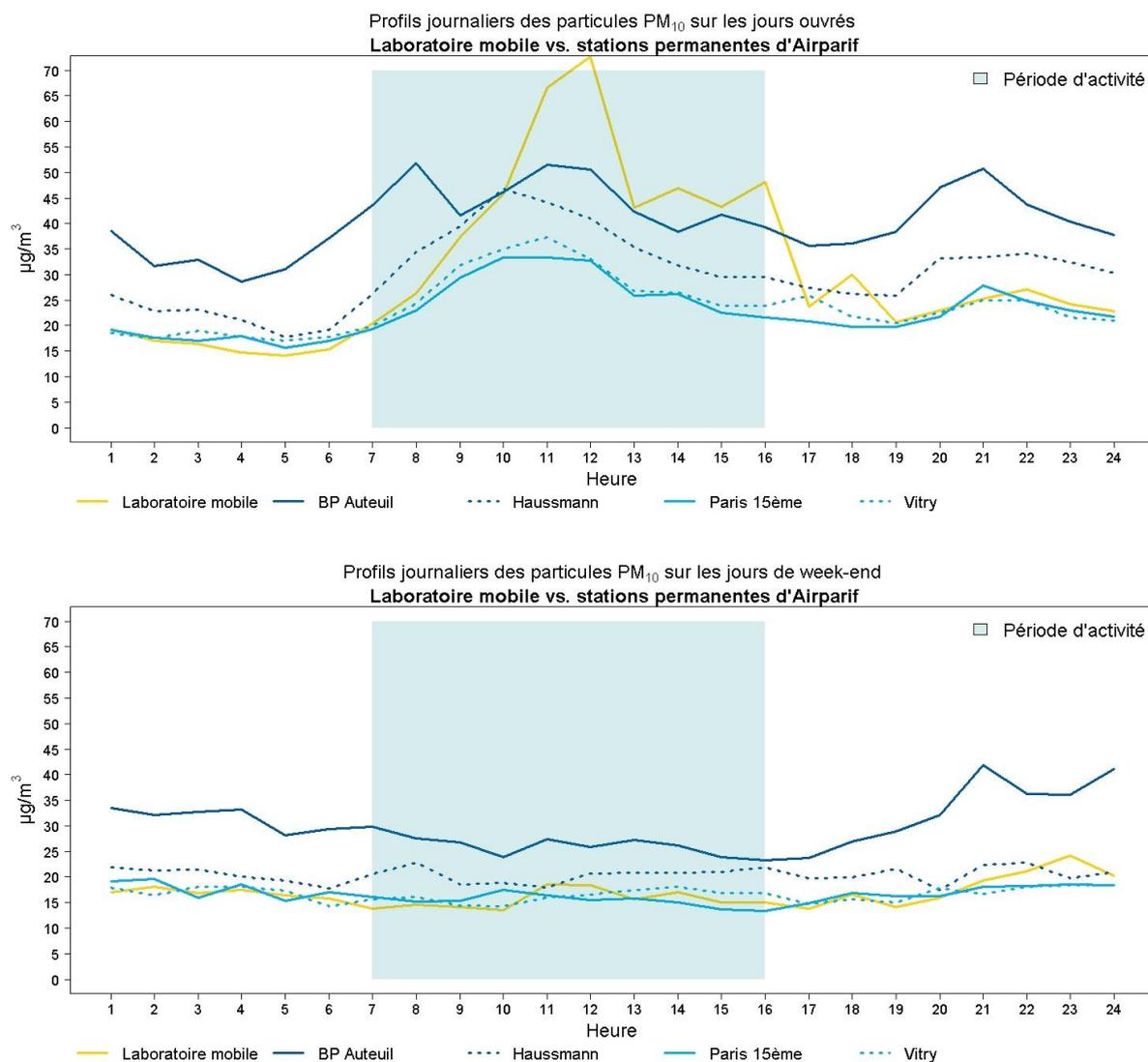


Figure 10 : Profil journalier des particules PM_{10} des jours ouvrés (en haut) et des week-ends (en bas) ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif. N.B. : il n'y a pas d'activité au Port du Point du Jour le week-end ; la période d'activité de la semaine (7h-16h, fenêtre 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 au laboratoire mobile sur les jours de week-end est de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et l'amplitude journalière est seulement de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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_{10} . Le week-end, les concentrations moins élevées et la dynamique moins importante aux stations permanentes du réseau Airparif, sont liées aux activités moins intenses que les jours ouvrés, notamment le trafic routier. La station d'étude présente des teneurs de PM_{10} le week-end comparables à celles des stations de fond.

Les profils journaliers des particules $\text{PM}_{2.5}$ (Figure 11) arborent moins de différences entre les jours ouvrés et les jours de week-end que les particules plus grossières PM_{10} . Les concentrations moyennes et les amplitudes journalières sont comparables sur les deux périodes distinctes : en moyenne

9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en jours ouvrés contre 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant les week-ends, et 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'amplitude, quelle que soit la période.

Les concentrations de la station d'étude sont comparables à celles des stations de fond du réseau Airparif, et 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_{10} .

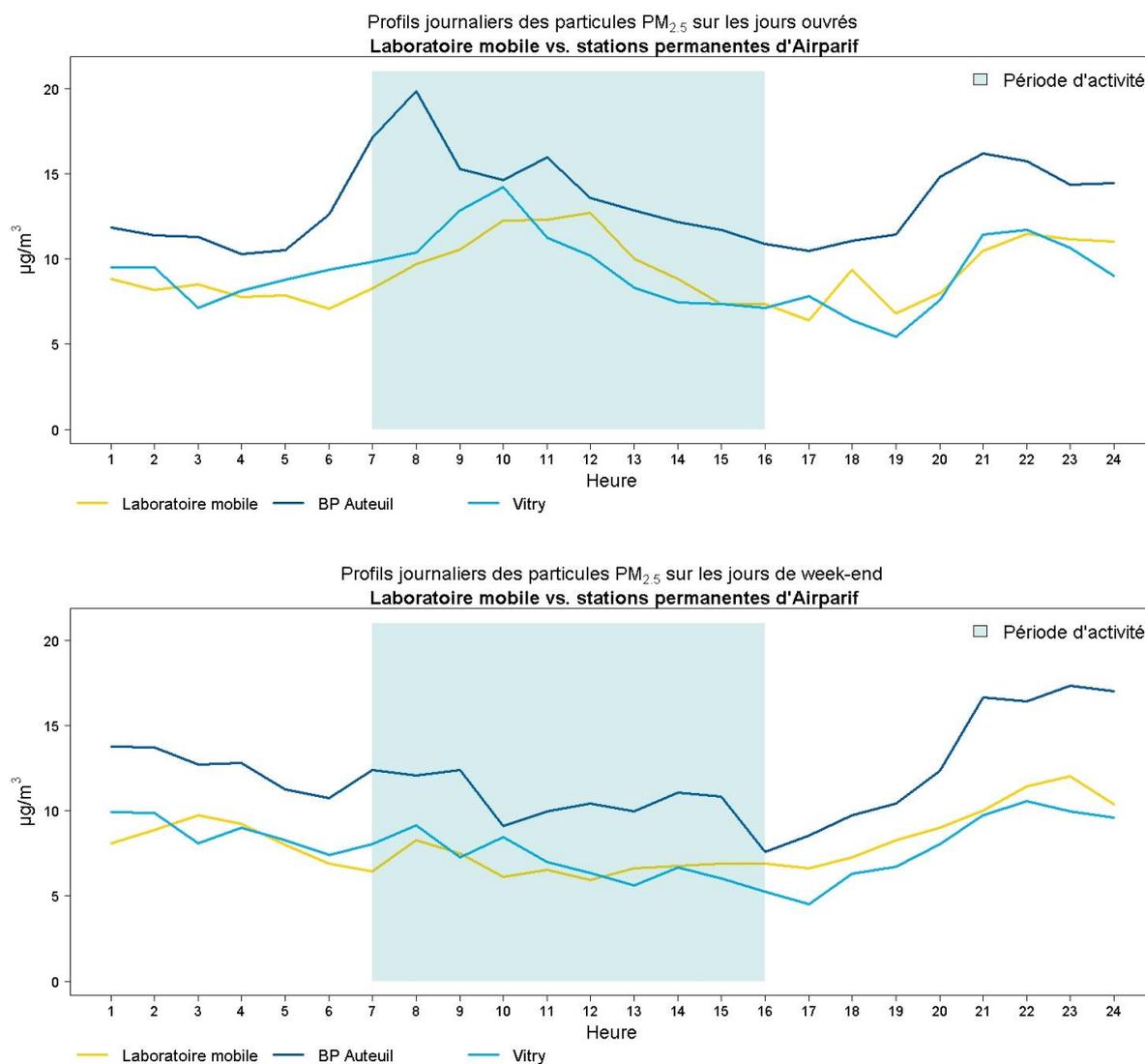


Figure 11 : Profil journalier des particules $\text{PM}_{2.5}$ des jours ouvrés (en haut) et des week-ends (en bas) ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif. N.B. : il n'y a pas d'activité au Port du Point du Jour le week-end ; la période d'activité de la semaine (7h-16h, fenêtre en bleu) est également représentée sur les profils du week-end pour faciliter la comparaison entre les deux graphiques.

En résumé

Les teneurs en PM_{10} mesurées au laboratoire mobile sont élevées : elles sont comparables aux concentrations d'un site de proximité au trafic routier parisien. Les concentrations de PM_{10} 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 du Point du Jour, 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 et sont similaires à ceux mesurés en situation de fond.

Les niveaux de $\text{PM}_{2.5}$ 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, avec des teneurs comparables aux stations de fonds du réseau Airparif.

Impact des conditions météorologiques

Les niveaux moyens de particules PM₁₀ en fonction de l'humidité relative (Figure 12) mettent en évidence une relation entre humidité et concentration en PM₁₀.

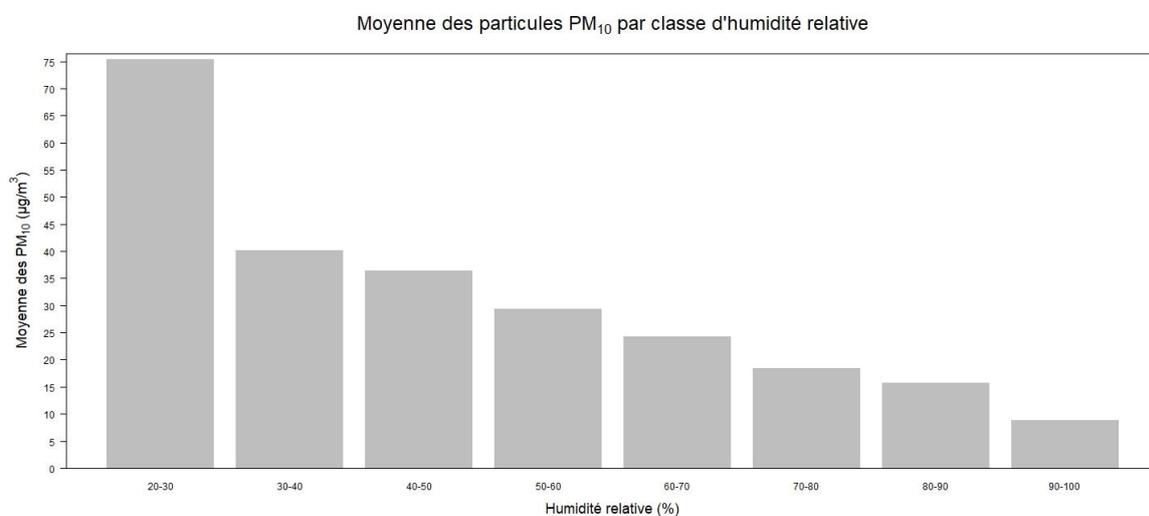


Figure 12 : Concentrations moyennes de particules PM₁₀ selon l'humidité relative

Les niveaux moyens les plus élevés de PM₁₀ sont associés à une humidité faible, condition propice à la remise en suspension. A l'inverse, en moyenne, les niveaux faibles de PM₁₀ 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.

3.2 L'empoussièrement

Dans cette partie, les niveaux de polluants sont étudiés sur une zone plus étendue à l'aide des mesures réalisées par plaquettes de dépôt. Ces mesures d'empoussièrement sont analysées afin d'étudier l'influence des activités des ports sur la qualité de l'air environnante. Les sites ont été installés 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^{ème}) 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.

3.2.1 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 empoussièrement de 350 mg/m²/j ; un empoussièrement exceptionnel au-dessus de 1000 mg/m²/j.

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

Tableau 2 : Niveaux de référence de l'empoussièrement définis par ATMO Occitanie

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

3.2.2 Résultats des mesures d'empoussièrement

Les Figure 13 et Figure 14 présentent les résultats issus des plaquettes de poussières sédimentables des deux périodes de mesures : du 01/09/2020 au 15/09/2020 (période 1) et du 15/09/2020 au 29/09/2020 (période 2).

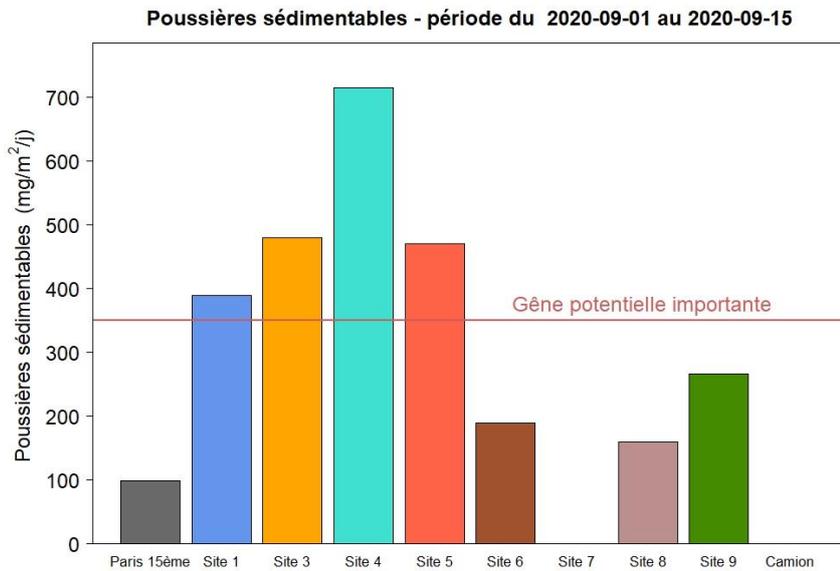
La plaquette de dépôt du site 7 (Parc Sainte-Périne), lors des deux séries de mesure, et celle installée au laboratoire mobile, lors de la première série, ont été détériorées ; c'est pourquoi les résultats de ces sites ne sont pas disponibles.

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.

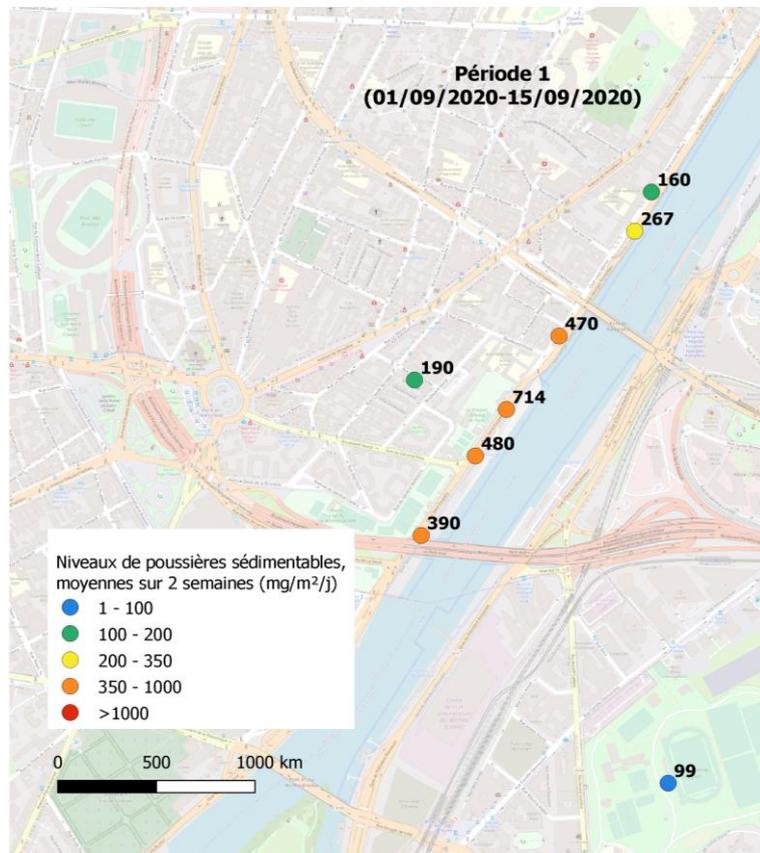
Les deux périodes de mesures présentent la même hiérarchisation des sites de mesures :

- Les sites 1, 3, 4 et 5 situés à proximité du trafic routier (Quai Saint Exupéry) et des activités du port, ont enregistré les niveaux les plus élevés lors de la première série. Les teneurs de ces quatre sites ont dépassé le seuil de « gêne potentielle importante » défini à 350 mg/m²/jour. Durant la deuxième période, les niveaux ont été beaucoup plus faibles hormis sur le site 4 présentant toujours des teneurs élevées (581 mg/m²/jour). Sur les deux périodes de mesures, les niveaux maximums ont été observés au site 4, situé à proximité des activités du port du Point du Jour et de la sortie des camions.
- La concentration mesurée au site 5, a dépassé le seuil de « gêne potentielle importante » sur la première de mesure. 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 transportées sur les roues des camions provenant du port.
- Le site 1 et 3, dont les teneurs lors de la période 1 sont qualifiées comme entraînant une « gêne potentielle importante », sont également localisés le long du Quai Saint Exupéry et du Port du Point du Jour. Les niveaux élevés sont liés au trafic du Quai Saint Exupéry, celui du Boulevard Périphérique et potentiellement aux activités du port principalement pour le site 3, plus proche du cœur des activités.
- 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 sont compris entre 86 et 267 mg/m²/jour, concentrations inférieures au seuil de « gêne potentielle importante ». Le site 9 présente des niveaux légèrement supérieurs lors de la première période de mesure. Cette hiérarchie entre ces deux sites est différente de celle mesurée lors de la campagne de 2019. Ainsi, le site 9 implanté en contre-bas, sur la voie cycliste d'accès à la Voie Georges Pompidou, au plus près du trafic routier de cette même voie et du stationnement des barges présente des teneurs plus élevées qu'au niveau des habitations du quai Louis Blériot. A hauteur du quai Louis Blériot, l'empoussièrement est comparable au niveau de fond de ce quartier, illustré par le site 6, plus éloigné à la fois des ports et du trafic routier des quais. Lors de la seconde période de mesure, les niveaux d'empoussièrement sont faibles sur le quai Louis Blériot et la Voie Georges Pompidou et comparables à la situation de fond du quartier.
- Le site 6 présente des niveaux d'empoussièrement faibles dans le secteur d'étude est caractérise le niveau de fond du quartier et l'exposition de population « sensible » dans le secteur d'étude. À noter qu'il est éloigné des ports et du trafic routier le plus dense du quai Saint-Exupéry.
- Sur les deux périodes de mesures, le site de référence (Paris 15^{ème}) a enregistré les niveaux les plus faibles (99 et 47 mg/m²/jour respectivement pour la Période 1 et 2). Ce site de mesure, 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'empoussièrement en s'éloignant des activités du port.

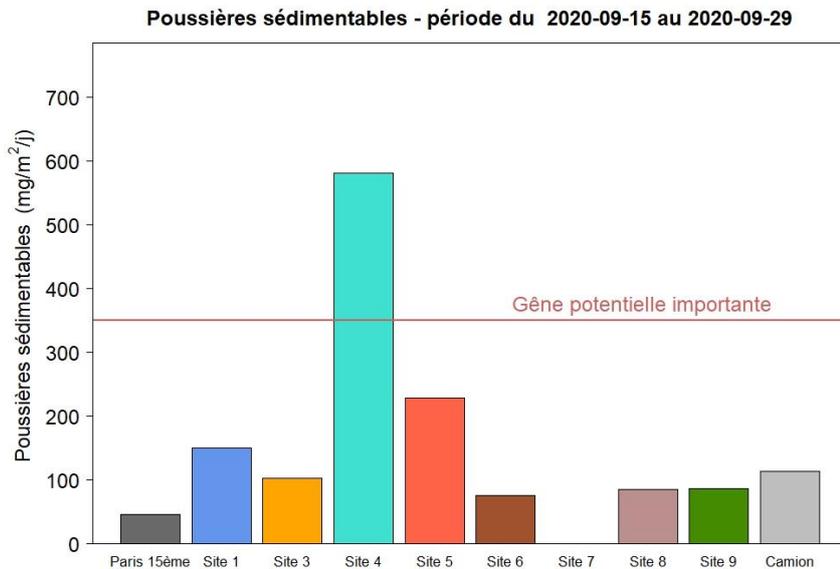


(a)

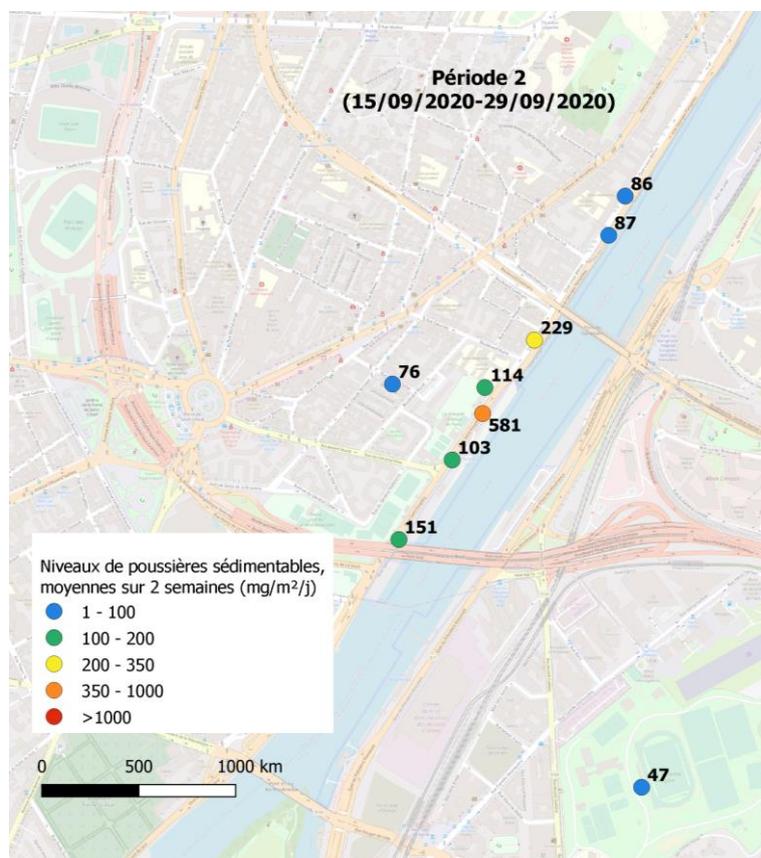


(b)

Figure 13 : Niveaux d'empoussièrment aux différents sites de mesures temporaires et au site de référence (Paris 15^{ème}) durant la première quinzaine de la campagne (du 01/09/2020 au 15/09/2020). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (a) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (b).



(a)



(b)

Figure 14 : Niveaux d'empoussièrment aux différents sites de mesures temporaires et au site de référence (Paris 15ème) durant la deuxième quinzaine de la campagne (du 15/09/2020 au 29/09/2020). Les résultats sont présentés : sous forme d'histogramme pour hiérarchiser les sites (a) ; sous forme cartographique pour spatialiser les niveaux (b).

Les niveaux de la première quinzaine de mesure sont plus élevés que ceux de la deuxième 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 (+12 % de tonnes de matériaux traités). Toutefois, compte-tenu des conditions météorologiques plus favorables à la fois au lessivage de l'atmosphère et à la limitation de la remise en suspension (conditions d'humidité et de pluviométrie plus importantes), les teneurs d'empoussièrment dans le périmètre autour du port du Point du Jour sont plus faibles lors de la seconde période de mesure. A proximité immédiate du Port du Point du Jour (site 4), l'empoussièrment reste cependant élevé avec 581 mg/m² /jour.

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. Le site au plus près des activités du port du Point du Jour et instrumenté à la sortie des poids lourds présente un empoussièrment important engendrant une « gêne potentielle importante ». L'empoussièrment diminue toutefois en s'éloignant du port, avec des teneurs plus faibles notamment en situation de fond du quartier, éloigné à la fois du trafic routier du quai Saint-Exupéry et des activités du port du Point du Jour.

3.2.3 Impact des conditions météorologiques

La Figure 15 présente les niveaux d'empoussièrment moyens (tous sites confondus) de chaque période de mesure, au regard des données de précipitations et d'humidité. C'est durant la deuxième période de mesure qu'ont été enregistrées la quasi-totalité des précipitations observées lors de la campagne (47 mm de pluie (en bleu foncé) enregistrés sur 8 jours de la deuxième période de mesure, soit près de 45 % du temps (en cyan) de la deuxième période). De ce fait, l'humidité moyenne de la deuxième quinzaine de mesure est légèrement plus élevée (65 %) que lors de la deuxième période (60 %).

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

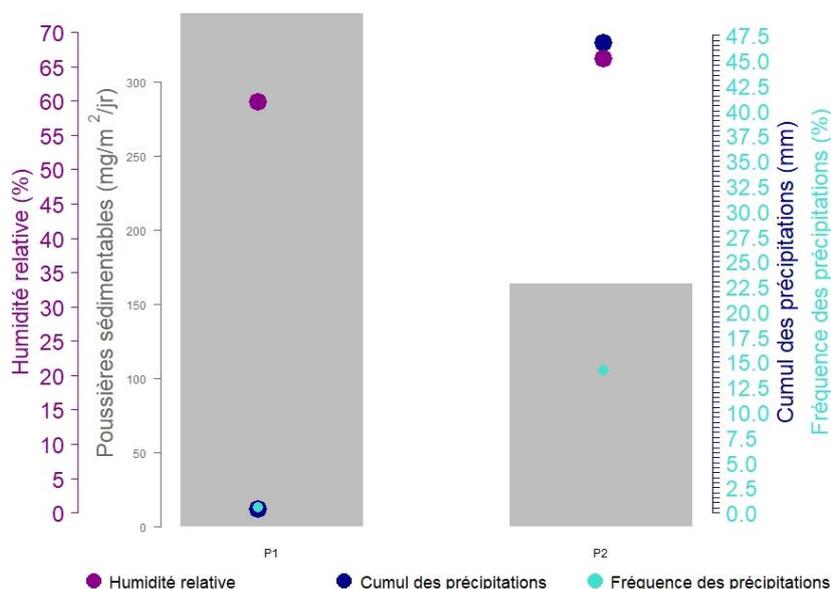
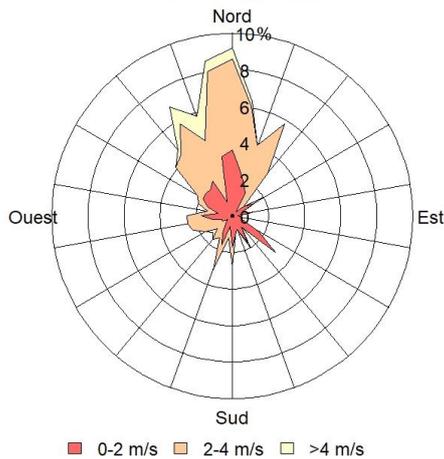


Figure 15 : Niveaux d'empoussièrment moyens de tous les sites et données météorologiques de la station Montsouris (source Météo France), durant les deux périodes de mesures de l'empoussièrment (P1 du 01/09/2020 au 15/09/2020 ; P2 : 15/09/2020 au 29/09/2020)

Concernant les conditions de vents, si la direction majoritairement observée durant la première période est le secteur nord, la seconde période a connu plusieurs régimes de vent, avec les vents de nord-ouest, nord-est et sud-ouest. De plus, les régimes de vent lors de la deuxième période sont plus dispersifs avec des conditions favorables au brassage de l'atmosphère (vent >4m/s). Les vitesses de vent plus élevées sont propices à plus de remise en suspension des poussières. Toutefois, la deuxième période est caractérisée par plusieurs jours de précipitations, limitant cette remise en suspension.

Rose des vents du 01 septembre 2020 au 15 septembre 2020
Station Montsouris



Rose des vents du 15 septembre 2020 au 29 septembre 2020
Station Montsouris

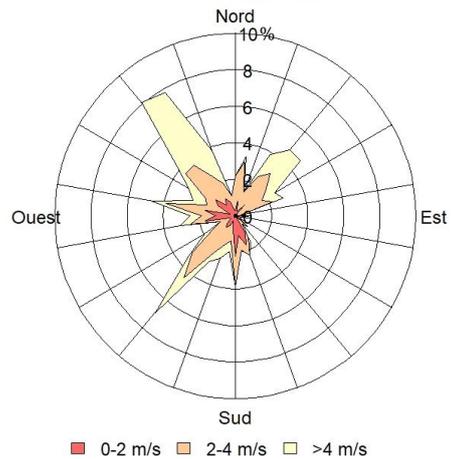


Figure 16 : Rose des vents des deux périodes de mesure des poussières sédimentables

En résumé

Afin d'étudier la variabilité spatiale de l'empoussièrement, 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 du Port du Point du Jour, où les niveaux ont atteint plus de 700 mg/m²/jour, soit des teneurs pouvant être « une gêne potentielle importante ». En s'éloignant des activités du Port du Point du Jour, les teneurs diminuent pour atteindre des niveaux de fond inférieurs à 200 mg/m²/jour, voire à 100 mg/m²/jour, selon les conditions météorologiques plus ou moins favorables.

L'influence de l'humidité et des précipitations est importante sur les niveaux d'empoussièrtements. Ainsi, plus les conditions météorologiques sont sèches et plus les conditions sont favorables à la remise en suspension des particules et à l'empoussièrement.

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 5. 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, plutôt favorable à la remise en suspension des poussières (conditions sèches). 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 devrait être définie entre novembre 2019 et octobre 2020, intervalle incluant la période de mesure. Toutefois, compte-tenu de la période de confinement due à la crise sanitaire, la période entre mars et août 2020 a été remplacée par la même période de l'année 2019 afin d'être représentatif d'une année théorique plus proche des conditions normales hors crise sanitaire. La méthodologie de l'estimation des concentrations moyennes annuelles et l'incertitude associée est détaillée en Annexe 6.

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 à 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. Ces conditions de vent de sud-ouest sont plus favorables à la zone d'étude, plaçant l'ensemble des sites de mesure « au vent » (hors influence) des activités des ports. Par ailleurs, les conditions d'humidité et de précipitations sont logiquement plus sèches pendant la période de mesure qu'en moyenne annuelle, même si la période de mesure a connu des conditions météorologiques variables avec des périodes sèches et des périodes avec précipitations. 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, et les niveaux moyens sont probablement surestimés.

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

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 : la pollution atmosphérique chronique à l'échelle annuelle et 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 µg/m³ étant largement respectées, les résultats sont, dans ce rapport, comparés à l'objectif de qualité, fixé à 10 µg/m³.

Les moyennes annuelles (reconstituées concernant la station d'étude), sont présentées dans le tableau suivant. Les codes couleurs associés indiquent, s'il existe ou non, un risque de dépassement du seuil considéré, en prenant en compte l'incertitude de reconstitution de la moyenne annuelle (20 % pour les PM₁₀, 15 % pour les PM_{2.5}).

	Laboratoire mobile	BP Auteuil	Haussmann	Paris 15 ^{ème}	Vitry-sur-Seine
PM ₁₀	24	34	26	15	18
PM _{2.5}	11	15	-	-	10

Tableau 3 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en particules PM₁₀ et PM_{2.5} sur le site de mesure temporaire instrumenté du 01/09/2020 au 29/09/2020 et moyennes annuelles mesurées aux différentes stations permanentes du réseau Airparif

Les Tableau 4 et Tableau 5 présentent les qualificatifs du risque de dépassement des normes de PM₁₀ et PM_{2.5} 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				

Selon OQ 24 µg/m³ 30 µg/m³ 36 µg/m³

Tableau 4 : Qualificatif du risque de dépassement en PM₁₀ de l'objectif de qualité, au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle

Niveau de risque de dépassement	Pas de risque	Probable	Vraisemblable	Certain
Code couleur				

9 µg/m³ 10 µg/m³ 12 µg/m³

Tableau 5 : Qualificatif du risque de dépassement de l'objectif de qualité en PM_{2.5} au regard de l'incertitude associée à la méthodologie d'estimation de la moyenne annuelle

La moyenne annuelle de PM₁₀ du site d'étude est estimée à 24 µg/m³ avec un intervalle d'incertitude compris entre 20 et 29 µg/m³. Elle est ainsi à la limite de la borne haute du niveau de risque qualifié de « Pas de risque » et de la borne basse d'un niveau de risque de dépassement « Probable ». Elle est légèrement inférieure à la moyenne annuelle enregistrée à la station de trafic boulevard Haussmann sur la période considérée (26 µg/m³). Mais au regard des stations de fond parisiennes ou de petite couronne, elle présente un niveau plus élevé. **À l'échelle annuelle, le risque de dépassement de la valeur limite (40 µg/m³) au laboratoire mobile est nul.**

Concernant les PM_{2.5}, la moyenne annuelle reconstituée est de 11 µg/m³ ; l'intervalle d'incertitude est 11-14 µg/m³. Cette concentration est comparable à la moyenne annuelle mesurée à la station de fond de Vitry-sur-Seine. **La station d'étude présente un risque « vraisemblable » de dépassement de l'objectif de qualité, à l'instar des différentes stations permanentes d'Airparif utilisées pour la comparaison, sur cette période.** En effet, ce dépassement est constaté sur l'ensemble de l'agglomération parisienne.

4.2 Situation des particules vis-à-vis des valeurs réglementaires journalière

La valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} a été dépassée 2 fois durant la campagne : le 14 et le 15 septembre 2020. Selon la réglementation européenne, cette valeur limite ne doit pas être dépassée plus de 35 fois par an. En Ile-de-France, cette valeur est respectée, sauf en certains points à proximité immédiate 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 2 journées sont reportés dans le Tableau 6, ainsi que ceux des stations permanentes d'Airparif de référence.

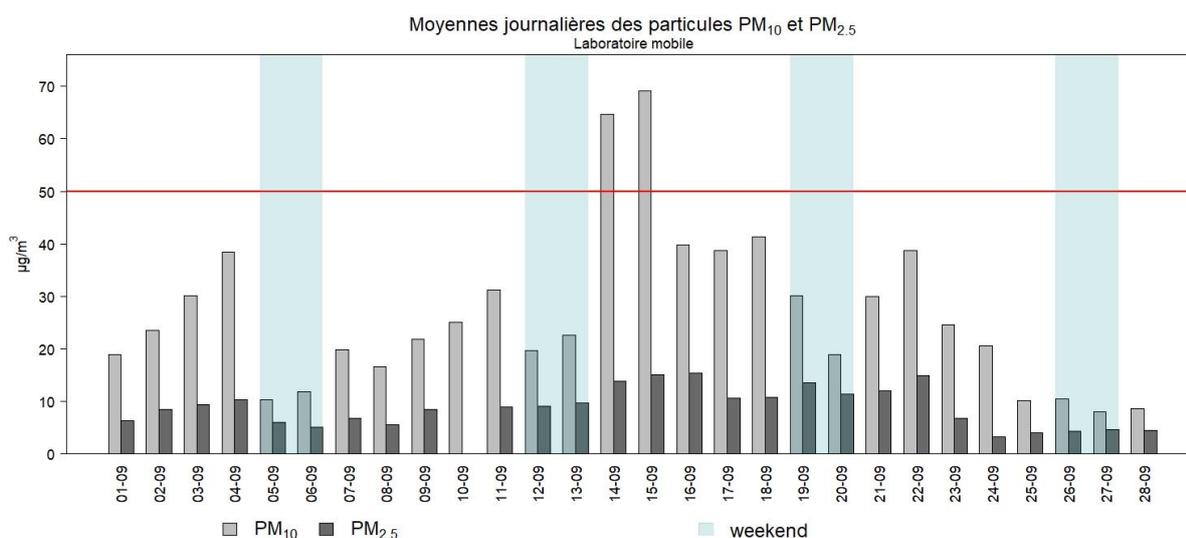


Figure 17 : moyennes journalières de particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ au laboratoire mobile ; la ligne rouge représente le seuil de dépassement journalier pour les PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Laboratoire mobile	BP Auteuil	Haussmann	Paris 15 ^{ème}	Vitry-sur-Seine
14/09/2020	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/09/2020	69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tableau 6 : Moyennes journalières des particules PM_{10} 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 ces deux journées, les stations de référence situées à proximité du trafic routier présentent des niveaux également élevés, sans toutefois atteindre les niveaux journaliers mesurés au laboratoire mobile. A l'inverse, en situation de fond urbain, les niveaux journaliers sont bien inférieurs au seuil défini. Lors de ces deux journées, l'impact des activités du Port du Point du Jour a été particulièrement important, avec dans conditions météorologique chaudes ($> 32^\circ\text{C}$) et sèches, accompagnées de vent de Sud-Est à Sud plaçant le laboratoire mobile « sous le vent » du port du Point du Jour.

À noter que durant la campagne de mesure, la station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil a connu 4 jours de dépassement de la valeur limite journalière ; la station boulevard Haussmann en a enregistré 2.

5 CONCLUSION

La campagne de mesure mise en œuvre autour du Port du Point du Jour et du Port d'Auteuil en septembre 2020 a eu lieu pendant une **période majoritairement propice à la remise en suspension et l'envol des poussières** (humidité faible et vitesses de vents modérées à dispersives). Toutefois, la dernière semaine de mesure a été marquée par des conditions météorologiques pluvieuses limitant la remise en suspension des poussières et soutenant le lessivage de l'atmosphère.

L'analyse des mesures et leur comparaison aux stations permanentes du réseau Airparif a mis en évidence des **niveaux élevés de particules grossières** (la fraction des PM₁₀ dont la taille est supérieure à 2,5 µm), attribuables en partie aux activités du Port de Point du Jour. Les résultats des autres polluants mesurés à la station d'étude temporaire (PM_{2.5} et carbone suie) ont permis de confirmer que le trafic routier n'est pas la source principale de particules PM₁₀ sur le secteur.

Les mesures de **poussières sédimentables** ont révélé des **concentrations élevées à proximité des activités du Port du Point du Jour**.

Sur le site où le laboratoire mobile a été implanté, l'estimation des moyennes annuelles ne relève **rien de spécifique concernant le respect des valeurs limites annuelles PM₁₀ et PM_{2.5}**, 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 PM₁₀ 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

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 18.

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, développés par Met One Instruments. Ces techniques de mesures, qui permettent d'obtenir des concentrations horaires, respectent les normes NF EN 12341 pour les PM_{10} et EN 14907 pour les $PM_{2.5}$.

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.



Figure 18 : 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 25 % pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}. Ce critère est intégré dans une démarche qualité pour laquelle Airparif est accrédité par le COFRAC (norme ISO/CEI 17025 Section Laboratoires pour l'échantillonnage-prélèvement en air ambiant du SO₂, des NO_x, particules PM₁₀ et PM_{2.5}) pour l'ensemble de ses mesures horaires, que ce soit celles du réseau fixe francilien ou pour les campagnes de mesure.

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'empoussièrément⁷ (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'empoussièrément a été mesuré lors de deux séries de mesures de 2 semaines.



Figure 19 : Plaquette de dépôt Quai Saint-Exupéry

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.

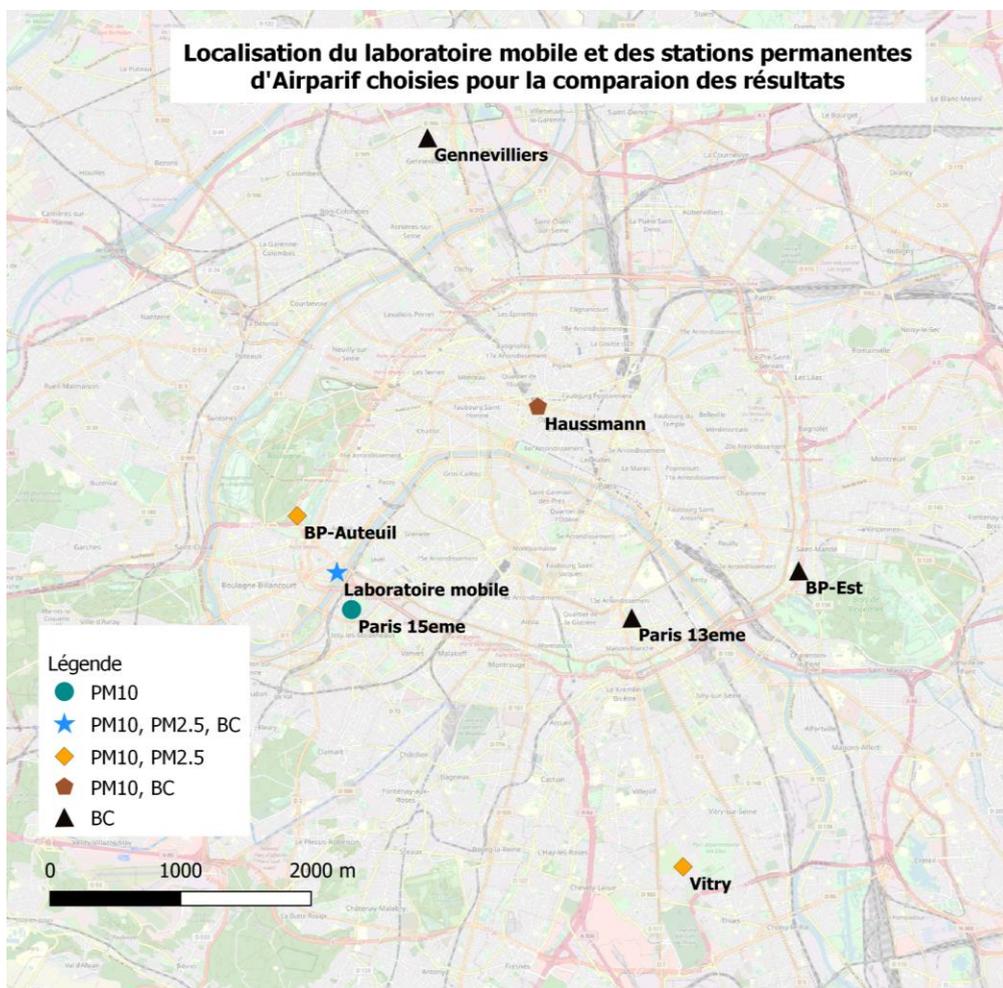
Les plaquettes DIEM ou plaquettes de dépôt permettent de mesurer les retombées atmosphériques sèches selon la Norme NF X 43-007. Elles sont constituées de plaques minces en aluminium (ou acier inoxydable) de 5 cm par 10 cm recouvertes d'un film de corps gras qui retient les poussières sédimentables sèches.

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.

⁷ La méthodologie de mesure des poussières sédimentables se réfère à la norme AFNOR NF X 43 007 de décembre 2008.

Annexe 2

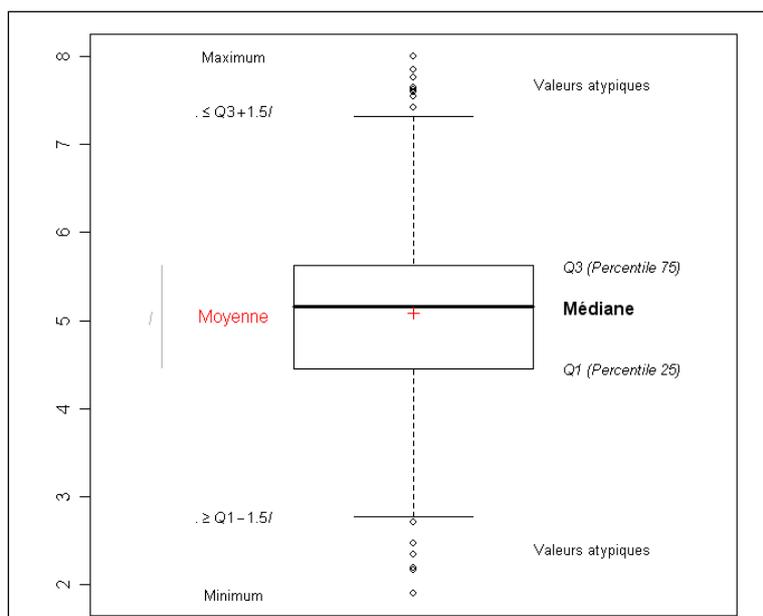
Localisation des stations permanentes d'Airparif utilisées pour la comparaison des résultats



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^{ème} et 3^{ème} 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^{ème} quartile + une fois et demi l'intervalle inter quartile), soit au maximum de l'échantillon s'il est plus faible que cette valeur.

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

Annexe 4

Distributions des concentrations horaires de carbone suie

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. En effet, la contribution liée à la combustion du bois est inférieure à 5 % de la concentration totale de carbone suie.

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

- Paris 13^{ème} et Gennevilliers pour les niveaux de fond urbain ;
- Boulevard Haussmann et Boulevard Périphérique Est⁸, 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 restreint de stations.

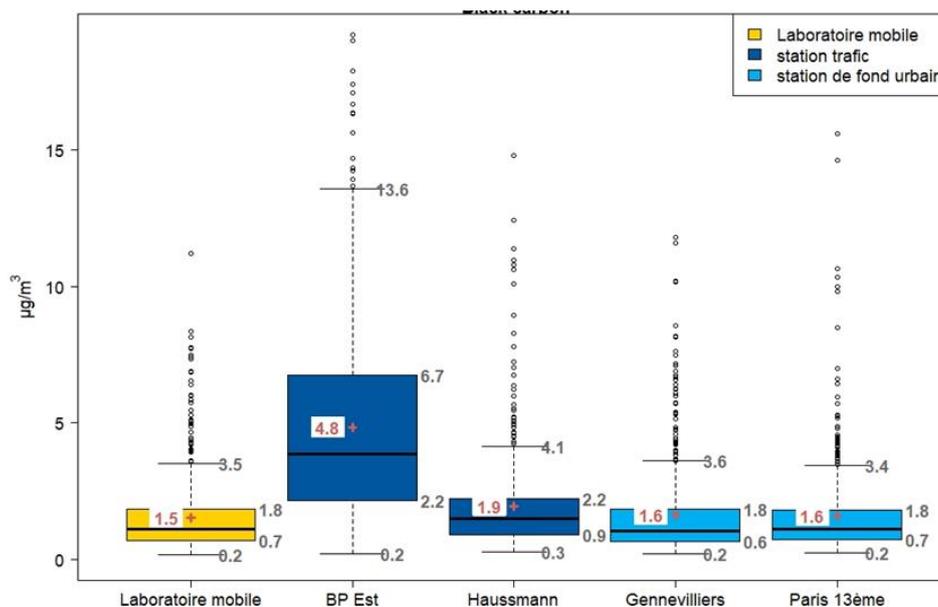


Figure 20 : Distributions des concentrations horaires de carbone suie sur l'ensemble de la campagne ; comparaison de la station d'étude et des stations permanentes d'Airparif

Les teneurs observées à proximité immédiate d'un axe routier tel que le boulevard Haussmann et plus encore à proximité du Boulevard Périphérique sont plus importantes qu'en situation de fond et au site d'étude. L'influence est très marquée pour ce polluant au plus près des émissions du trafic routier. Les niveaux moyens au laboratoire mobile sont comparables à la situation de fond parisienne (Paris 13^{ème}).

Par rapport à la première étude menée en 2019, le site présente des teneurs de carbone suie similaires avec 1.5 µg/m³. Toutefois, si lors de la campagne 2019 les teneurs étaient plus élevées par rapport aux stations de fond de référence, lors de cette campagne 2020, celles-ci sont légèrement

⁸ La station Boulevard Périphérique porte d'Auteuil étant située le long du Boulevard Périphérique, axe de circulation intense, présente des niveaux particulièrement élevés.

plus faibles. Cela peut être dû à la légère différence de localisation du laboratoire mobile puisque celui-ci était situé environ à 25 mètres contre 20 mètres en 2019 (contraintes techniques). En effet, la distance au trafic routier est un paramètre d'influence important. Dans la zone d'influence de l'axe, la différence de quelques mètres au trafic routier peut entraîner une baisse des niveaux liés aux émissions du trafic. De plus, les conditions de vent ont été différentes avec des directions de vent plaçant le site d'étude moins souvent « sous le vent » du trafic routier.

Compte-tenu des activités liées au port du Point du Jour et de la nature des particules, les teneurs de carbone suie ne sont influencées que par le trafic routier.

Annexe 5

Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2020

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

Les **valeurs limites** sont définies par la réglementation européenne et reprises dans la réglementation française. Elles correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir, ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, **à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint**. Par conséquent, ce sont des **valeurs réglementaires contraignantes**. Elles doivent être respectées chaque année. Un dépassement de valeur limite doit être déclaré au niveau européen. Dans ce cas, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites ont vu leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM₁₀, les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Le seuil des valeurs limites des particules PM_{2.5} a achevé sa décroissance au 1^{er} janvier 2015.

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

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

Particules PM ₁₀			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 30 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année 50 µg/m ³
Particules PM _{2.5}			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 10 µg/m ³
X		Valeur cible	Niveau annuel 20 µg/m ³
	X	Valeur cible	Niveau annuel 25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel 25 µg/m ³
	X	Valeur limite	Niveau annuel 2020 : 20 µg/m ³

Annexe 6

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

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

Pour cela, les résultats annuels connus à partir des mesures réalisées en continu sur l'ensemble des stations permanentes du réseau Airparif sont utilisés. Une comparaison directe entre les niveaux relevés lors des quatre semaines de mesure aux stations permanentes de fond et le niveau moyen annuel de ces stations permet de déterminer la **fonction de transfert qui reflète au mieux les différences météorologiques entre les 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 des PM₁₀ et des PM_{2,5} sont présentées dans le Tableau A1.

	PM₁₀	PM_{2.5}
<i>Incertitude</i>	20 %	15 %

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	Pas de risque	Peu probable	Vraisemblable	Certain
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