

#QualitéAirNeuillySurSeineJuin2021



# Campagne de mesures de la qualité de l'air

LE LONG DE L'AVENUE CHARLES DE GAULLE À NEUILLY-SUR-SEINE  
-JUN 2021 -





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

# CAMPAGNE DE MESURES DE LA QUALITÉ DE L'AIR LE LONG DE L'AVENUE CHARLES DE GAULLE À NEUILLY-SUR-SEINE JUN 2021

Octobre 2021

**Étude réalisée par :**

AIRPARIF – Observatoire de la qualité de l'air en Ile-de-France

7, rue Crillon 75004 PARIS – Tél. : 01.44.59.47.64 – Fax : 01.44.59.47.67 – [www.airparif.fr](http://www.airparif.fr)

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



# SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	5
2. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	6
3. CAMPAGNE DE MESURES.....	7
3.1 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	7
3.1.1 Choix des polluants mesurés.....	7
3.1.2 Période de mesure et matériel mis en œuvre.....	7
3.1.3 Plan d'échantillonnage.....	8
3.2 METEO ET QUALITE DE L'AIR EN ILE-DE-FRANCE PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURES.....	9
3.2.1 Conditions météorologiques.....	9
3.2.2 Conditions générales de pollution pendant la campagne.....	13
3.3 ANALYSE DES RESULTATS.....	13
3.3.1 Niveaux de dioxyde d'azote.....	13
3.3.2 Niveaux de benzène.....	21
3.3.3 Niveaux de PM <sub>10</sub> et PM <sub>2.5</sub> .....	24
4. CONCLUSION.....	34
ANNEXES.....	35
ANNEXE 1 : LES POLLUANTS REGLEMENTES.....	35
ANNEXE 2 : INSTRUMENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	38
Les laboratoires mobiles.....	38
Les échantillonneurs passifs.....	39
Qualité de la mesure.....	40
ANNEXE 3 : EMBLEMES DES SITES DE MESURES.....	41
ANNEXE 4 : DETAIL DES CONCENTRATIONS MEASUREES EN DIOXYDE D'AZOTE.....	53
ANNEXE 5 : DETAIL DES CONCENTRATIONS MEASUREES EN BENZENE.....	55
ANNEXE 6 : ESTIMATION DE LA CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE (METHODOLOGIE).....	57

# 1. INTRODUCTION

Dans le cadre de son Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2016-2021, Airparif a prévu d'affiner la surveillance des polluants réglementés à proximité des axes routiers majeurs. Ce programme de surveillance prévoit un accompagnement des territoires dans le cadre de leurs plans d'actions en faveur de la qualité de l'air, que ce soit au niveau des diagnostics ou de l'évaluation de l'efficacité des actions.

La Ville de Neuilly-sur-Seine a engagé un vaste projet de réaménagement de l'avenue Charles de Gaulle (RN13), qui accueille chaque jour un trafic de plus de 150 000 véhicules/jour réparti sur les 2 x 4 voies de l'axe central et les contre-allées. Le projet des Allées de Neuilly-sur-Seine vise à réinvestir les dix hectares des contre-allées de l'avenue Charles de Gaulle sur plus de deux kilomètres, entre la Porte Maillot et la Défense, pour en faire des lieux de promenade, des espaces et de convivialité et restaurer également les liens entre le nord et le sud de la Ville. Ce projet a fait l'objet d'une concertation auprès des Neuilléens au printemps 2017 ainsi que d'une enquête publique en janvier 2018. Les travaux d'aménagement de l'avenue Charles de Gaulle (RN13) ont débutés en février 2019.

Le réaménagement de l'avenue Charles de Gaulle est réalisé par phase d'une durée d'environ un an pour une section donnée de l'avenue. Le calendrier prévisionnel de réalisation des différentes phases s'étale de février 2019 à août 2023 (voir Figure 1).

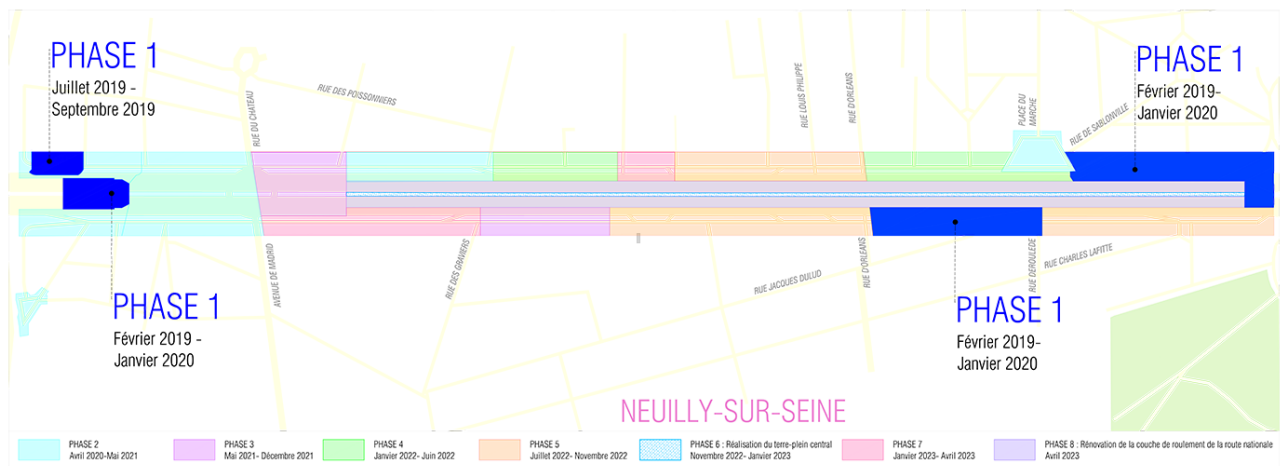


Figure 1 : Carte représentant les 8 phases de travaux d'aménagement de l'avenue Charles de Gaulle (RN13).

Source <https://alleesdeNeuilly-sur-Seine.info/les-amenagements-en-cours>

Au cours de l'année 2018, avant le démarrage des travaux, Airparif a réalisé plusieurs campagnes de mesures afin d'évaluer la qualité de l'air le long de l'avenue Charles de Gaulle. Les campagnes de mesures, financées par la ville de Neuilly-sur-Seine, se sont déroulées en trois volets, de mai à octobre, et ont donné lieu à trois campagnes de mesures différentes :

- Mesures de comptage de particules réalisées le 17 mai 2018
- Mesures de NO<sub>2</sub> et de benzène du 5 juin au 3 juillet 2018
- Mesures de particules du 3 septembre au 7 octobre 2018

Le rapport compilant les résultats de ces trois campagnes est disponible sur le site internet d'Airparif suivant le lien ci-après : <https://www.airparif.asso.fr/etudes/2019/campagnes-de-mesure-de-la-qualite-de-lair-Neuilly-sur-Seine-mai-octobre-2018>

Toujours en collaboration avec la ville de Neuilly-sur-Seine la présente étude a été réalisée à l'achèvement des travaux de la phase 1 (voir Figure 1). Le présent rapport s'appuie sur les observations et le diagnostic d'avant travaux réalisé en 2018 par Airparif.

## 2. CONTEXTE DE L'ETUDE

L'année 2020 et le premier semestre de l'année 2021 sont des périodes très particulières, du fait de la crise sanitaire liée à la Covid-19. Cette pandémie et les mesures gouvernementales adoptées pour y faire face ont eu pour effet une baisse des activités humaines (trafic routier, industries) et par conséquent une baisse des émissions de polluants, en particulier du trafic routier. Toutes les informations sur l'évaluation de l'impact lié à la pandémie sur les niveaux de pollution en région Île-de-France sont disponibles sur le site internet d'AIRPARIF : <https://www.airparif.asso.fr/dossiers-fiches-thematiques/2021/bilan-2020-de-la-qualite-de-lair-en-ile-de-france>

Compte tenu des annonces gouvernementales d'allègement des restrictions à compter du 9 juin 2021, et de la nécessité de réaliser la campagne de mesure en dehors de la période de vacances scolaires de l'été qui engendre mécaniquement une baisse des émissions liées au trafic routier, il a été décidé de réaliser la campagne de mesures du 1<sup>er</sup> au 29 juin 2021.

Durant le mois de juin 2021 l'avenue Charles de Gaulle est impactée par plusieurs autres chantiers dont l'activité peut être source d'émissions de polluants tels que des particules et des oxydes d'azote (Chantiers : Eole, Travaux du parking sablons ...). La Figure 2 positionne les chantiers de grande ampleur : EOLE (RER) et celui du parking des Sablons (travaux de terrassement et de construction du parking).

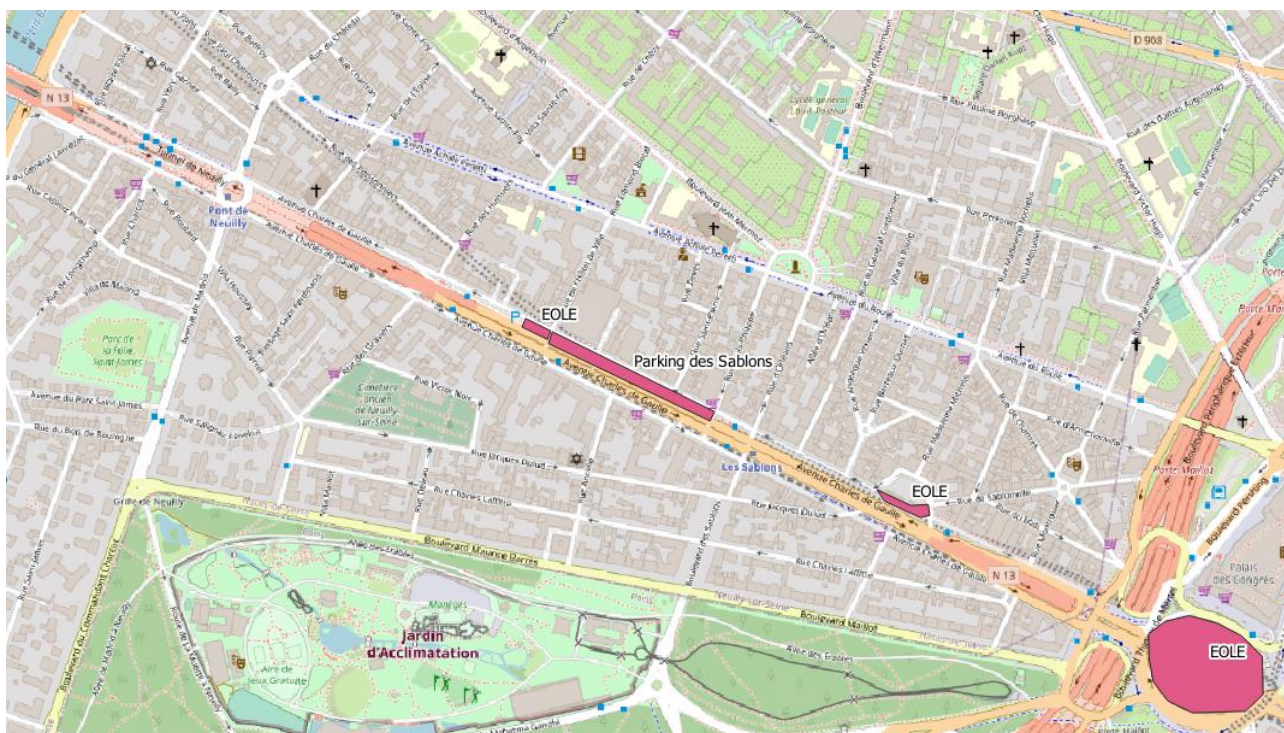


Figure 2 Carte représentant les zones de chantiers EOLE et du parking des Sablons.

Depuis les campagnes de mesures de 2018 une Zone à Faibles Emissions ZFE a été créée à l'intérieur de la zone délimitée par l'A86. Les véhicules polluants étant exclus de cette zone à compter du :

- 01/07/2019 : Interdiction des véhicules classés Crit'air 5 et non classé
- 01/06/2021 : Interdiction des véhicules classés Crit'air 4

# 3. CAMPAGNE DE MESURES

## 3.1 Mise en œuvre de la campagne de mesures

### 3.1.1 Choix des polluants mesurés

L'objectif de cette campagne de mesures est d'estimer les évolutions depuis le diagnostic réalisé en 2018 dans le secteur du projet, la dynamique temporelle et la variabilité spatiale des concentrations des polluants d'intérêt en proximité au trafic routier, c'est à dire le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>.

- ✓ Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>), dont la source principale est le trafic routier, proviennent également des installations de combustion, telles que le chauffage résidentiel et tertiaire ou des sources de combustion industrielles ;
- ✓ Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), dont la source principale est le trafic routier, plus particulièrement par les véhicules à motorisation essence dont les deux-roues motorisés. Il est également présent à proximité des zones de stockage et de distribution de carburants, comme les stations-services. Le benzène peut être également émis lors de la combustion de biomasse type chauffage au bois domestique. Il a un effet indirect sur l'environnement puisque c'est un précurseur d'ozone qui perturbe la photosynthèse et provoque un impact négatif sur la végétation.
- ✓ Les particules en suspension PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> sont principalement émises par les secteurs résidentiel et tertiaire (chauffage), le trafic routier (combustion et abrasion), les chantiers (PM<sub>10</sub> essentiellement).

De plus, les oxydes d'azote et les particules en suspension sont les polluants les plus problématiques en Ile-de-France, compte tenu de leurs niveaux dépassant les normes en vigueur. Pour plus de détails, voir en annexe 1.

### 3.1.2 Période de mesure et matériel mis en œuvre

Les mesures ont été réalisées pendant 4 semaines **du 1<sup>er</sup> au 29 juin 2021**, afin de prendre en compte un échantillonnage suffisamment large de conditions météorologiques (secteurs et vitesses de vent, conditions dispersives, température...).

Le matériel de mesure mis en œuvre comporte :

- **Deux laboratoires mobiles équipés d'analyseurs automatiques**, permettant la caractérisation heure par heure de l'évolution des concentrations en particules en suspension (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>).
- **Dix sites de mesures du NO<sub>2</sub> et C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> par tubes à diffusion passive**, répartis tout au long de l'avenue Charles de Gaulle. Ce dispositif permet d'évaluer la variabilité spatiale à l'échelle hebdomadaire des niveaux de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et de benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Les moyens de mesure de la qualité de l'air utilisés sont décrits pour chaque polluant en Annexe 2 : Instrumentation de la campagne de mesures.

### 3.1.3 Plan d'échantillonnage

La Figure 3 présente le plan d'échantillonnage des tubes à diffusion passive (numéro 1 à 12) et les emplacements des laboratoires mobiles (numéro 11 et 12).

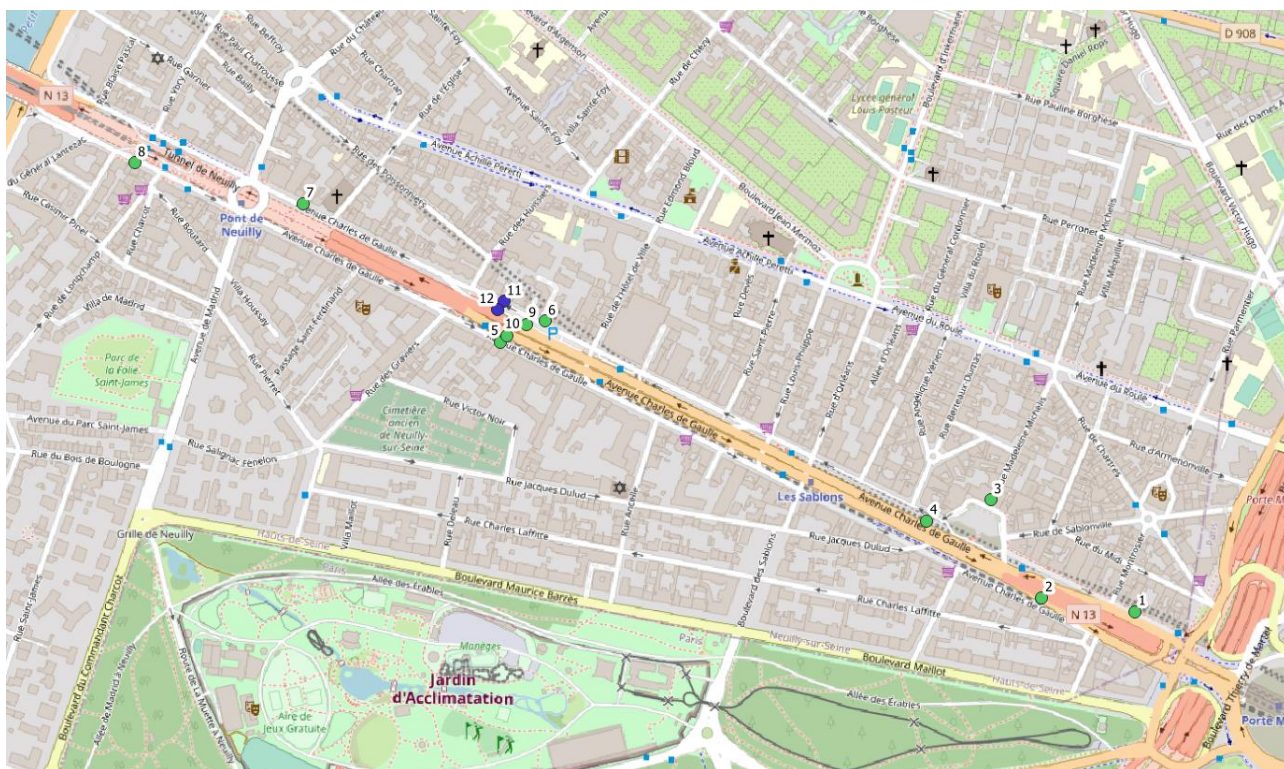


Figure 3 Carte de l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine avec les 10 sites de mesures de dioxyde d'azote et de benzène et la position des laboratoires mobiles équipé aussi de tubes à diffusion passive [fond de carte : Open Street Map]

**Les 10 sites de mesure par tubes passifs** ont été déployés de façon à caractériser la variabilité spatiale le long de l'avenue Charles de Gaulle :

- aux entrées et sorties de l'avenue Charles de Gaulle (sites : 1, 2, 7, 8)
- au niveau de la place du Marché (sites : 3, 4)
- sur un axe perpendiculaire au milieu de l'avenue (sites : 5, 11, 12, 10).
- Les sites route : 2, 4, 12 et 10 sont implantés à proximité immédiate de la RN13.
- Les sites contre-allée : 1, 5, 11, 7 et 8 sont implantés au niveau de la contre-allée.
- Le site 3 en retrait de la place du marché est le site le plus éloigné de la Route National 13.

**Les deux laboratoires mobiles** ont été implantés de façon à caractériser la variabilité des particules en suspension lorsque l'on s'éloigne de l'avenue.

- mesure des  $PM_{10}$  à proximité immédiate de l'avenue Charles de Gaulle (site route numéro 12)
- mesure des  $PM_{10}$  et des  $PM_{2.5}$  au niveau de la contre-allée (site contre-allée numéro 11).



La Figure 4 présente les laboratoires mobiles mis en place sur l'avenue Charles de Gaulle et les tubes à diffusion associés.



Figure 4 : A gauche site contre-allée numéro 11 - laboratoire mobile et tubes passifs (entouré de pointillés rouge)

A droite site route numéro 12 - laboratoire mobile et tubes passifs (entouré de pointillés rouge)

Les points ont été choisis de manière à évaluer les concentrations aux emplacements étudiés lors de la campagne de mesure de 2018.

Lors de la campagne de mesure il a été constaté que le site N°6 est positionné à l'aplomb de la collecte de poubelles (cf photo Annexe 3 : Emplacements des sites de mesures). Afin de limiter le risque de perte de données sur ce site (ex : chute des tubes passifs suite à un choc lors de la manipulation de poubelle) et pour garantir la représentativité du point de mesure. Il a été décidé de déplacer le site N°6 et de facto le site N°9 associé comme suit :

- le site contre-allée 6 vers le site contre-allée 11 (à proximité immédiate du laboratoire mobile)
- le site route numéro 9 vers le site route 12 (à proximité immédiate du laboratoire mobile)

Les adresses des emplacements avec photos sont précisées en Annexe 3 : Emplacements des sites de mesures.

## 3.2 Météo et qualité de l'air en Ile-de-France pendant la campagne de mesures

### 3.2.1 Conditions météorologiques

Une analyse des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure permet de mieux appréhender leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés. En effet, les conditions météorologiques jouent un rôle très important de dispersion ou d'accumulation des polluants atmosphériques émis. Plus les conditions sont dispersives, plus les niveaux de pollution observés sont faibles. De plus, la température, l'ensoleillement et les précipitations influencent également les niveaux de pollution. Ainsi, lorsque les conditions climatiques sont chaudes et ensoleillées, la formation de certains polluants tels que l'ozone ou le dioxyde d'azote va être favorisée tandis que les concentrations en benzène vont diminuer.

Les **secteurs de vents** permettent d'identifier les zones sous l'influence de sources spécifiques. Ils indiquent la provenance du vent, par exemple un vent de secteur nord provient du nord et se dirige vers le sud. **L'humidité et les précipitations** ont un rôle important sur les particules.

Lors de cette campagne de mesures de 4 semaines, des conditions différentes ont été observées.

Les commentaires suivants s'appuient sur les observations Météo-France et ses mesures sur la station de référence située à Montsouris (Paris 14<sup>ème</sup>), pour la vitesse et la direction de vent, l'humidité relative et les précipitations.

Grâce à de belles apparitions surtout entre le 1<sup>er</sup> et le 18 juin, le soleil remplit son contrat avec 210 à 220 heures pour le mois, l'ensoleillement est à plus ou moins 5% près conforme à la normale.

Le vent ne s'est manifesté que lors des épisodes orageux mais alors parfois brutalement, avec des pointes jusqu'à 89 km/h à Orly (91).

Ce mois de juin est plus chaud que la normale. Les 2 premières décades contribuent très largement à ces températures élevées.

Les maximales sont quasiment toujours supérieures aux normales sauf le 5 juin (pas plus de 17 à 22°C). Elles grimpent entre 28 et 32°C du 14 au 15 juin et culminent entre 30°C et 34°C jusqu'à 34,8°C à Lariboisière (75) le 16. C'est le seul pic de chaleur du mois. La dernière décade est plus fraîche surtout au niveau des maximales et en particulier le 23 et du 29 au 30, pas plus de 16 à 21°C au meilleur de la journée.

La Figure 5 met en évidence les périodes ensoleillées (en orange) et sèche avec les périodes orageuses et plus fraîches qui ont marqué la campagne de mesures.

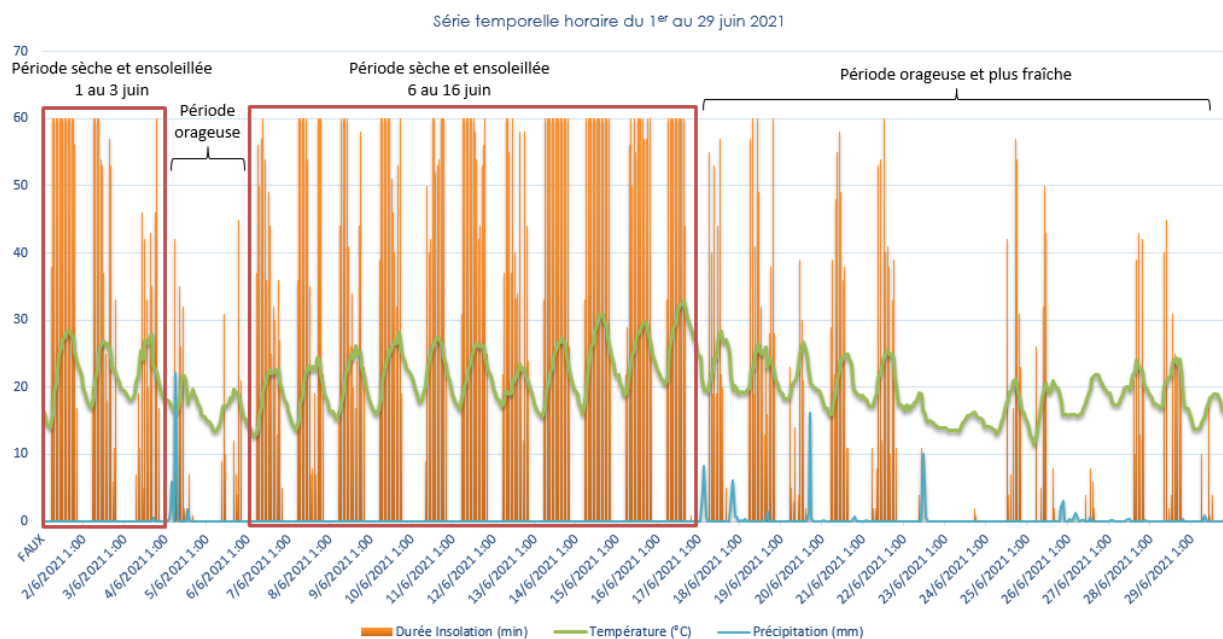


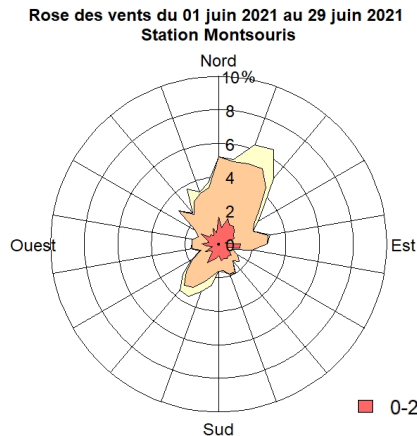
Figure 5 : Insolation, Température et Précipitation à Paris Montsouris du 01/06 au 29/06/21 [source : Météo France]

## Roses des vents (secteurs de vents)

La Figure 6 présente, pour la campagne de mesures et une période « moyenne » de 2010 à 2020, la fréquence des régimes de vent ainsi que les vitesses 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 supérieures à 4 m/s).

La comparaison entre les deux périodes permet de vérifier si les données mesurées lors de la campagne sont représentatives de la situation habituelle en Ile-de-France, sans sous-estimer ou surestimer un secteur de vent, donc l'influence sur une partie de la zone d'étude.

### Conditions lors de la campagne de mesures



### Conditions moyennes de 2010-2020

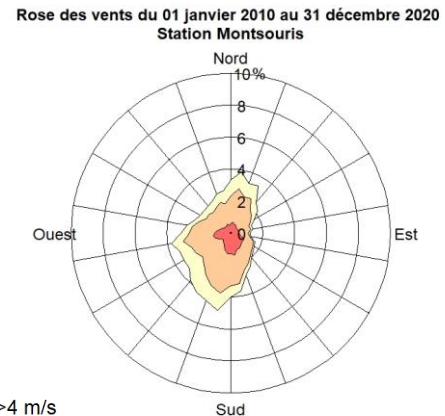


Figure 6 : Fréquence (en %) des vents observés à Montsouris (Paris 14<sup>e</sup>)

[Source : Météo France]

Les régimes de vents étaient **essentiellement dispersifs pendant la campagne**, avec des vitesses de vent majoritairement comprises entre 2 et 4 m/s, et plus de 8 % de vitesses de vent supérieures à 4 m/s. Les vents de secteur nord-est étaient majoritaires et quelques vents de secteur sud-ouest ont été observés. Les vents de secteurs nord-ouest et sud-est ont été peu, voire très peu représentés.

La rose des vents moyennés sur les années 2010 à 2020 montre une prédominance de vents de sud-ouest et une part moins importante des vents de secteur nord-est que pendant la campagne.

La campagne de Neuilly-sur-Seine était donc plus souvent sous le vent de Paris et du nord de l'agglomération que lors des années de références 2010-2020.

Les niveaux obtenus aux points de mesures le long de l'Avenue Charles de Gaulle ont donc été influencés par des masses d'air plus chargées en polluants. Par conséquent, les concentrations mesurées ont potentiellement été plus fortes que si le vent venait de l'ouest par exemple. Les secteurs de vent durant la campagne de mesures sont sensiblement différents des conditions moyennes observées de 2010 à 2020. Par conséquent, les résultats obtenus ne sont pas représentatifs des concentrations moyennes sur une année et ne doivent pas être comparés directement aux valeurs réglementaires définies en année civile.

Les roses de vent associées aux périodes instrumentées de tubes à diffusion à l'échelle hebdomadaire ont également été construites et sont présentées par la suite en parallèle de ces résultats.

En raison de la configuration du bâti le long de l'avenue (configuration en large « canyon »), la direction du vent sur l'avenue Charles de Gaulle peut se retrouver modifiée au niveau des laboratoires mobiles. Afin de s'assurer que la direction du vent résultante au niveau des laboratoires mobile sur la période de la campagne est bien répartie dans les deux sens de l'axe de l'avenue, le laboratoire mobile implanté sur le site contre-allée 11 a été instrumenté à l'aide d'un capteur météorologique de vitesse et de direction du vent.

Les mesures de directions de vents observées sont représentées par la rose des vents en Figure 7, celle-ci indique une répartition des directions de vent dans les deux sens de l'axe routier sans prédominance de sens.

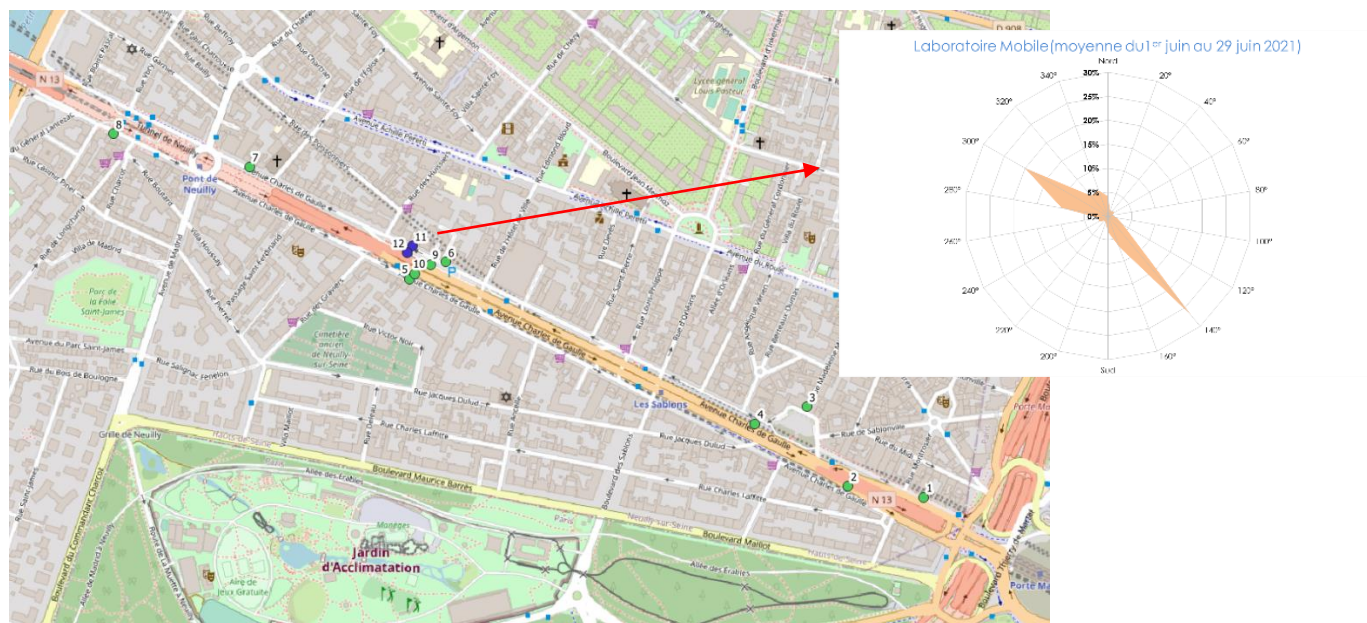


Figure 7 : Roses de vent durant la campagne de mesure au niveau des laboratoires mobiles

### Précipitations et taux d'humidité moyen

Les orages, qui ont circulé sur la région entre le 2 et le 4 juin puis entre le 16 et 29 juin, ont donné par endroits de très forts cumuls quotidiens.

La Figure 8 présente les quantités de pluie et le taux d'humidité relative moyen par semaine. La deuxième semaine n'a pas présenté de précipitation. Celles-ci ont été abondantes lors des semaines 1, 3 et 5, avec respectivement 33.3, 46.7 et 29.3 mm de pluie. Les heures de précipitations ont représenté 7% des heures de campagne, avec un total de 109.3 mm.

Le taux d'humidité relative moyen rencontré lors de la campagne est de 65 % avec un taux moyen plus élevé lors de la semaine 4 avec 76 %.

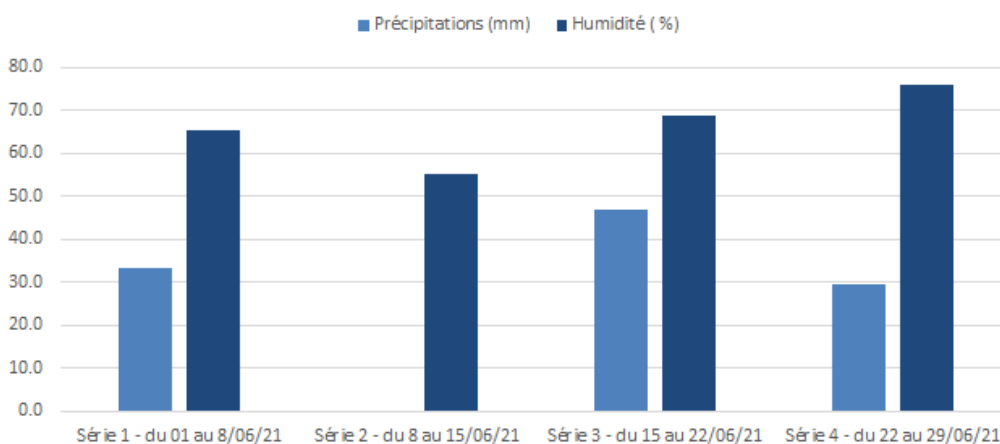


Figure 8 : Précipitations (en mm) et humidité (en %) à Paris Montsouris, en moyenne par semaine du 01/06 au 29/06/21 [source : Météo France]

En conclusion, les conditions météorologiques des trois dernières semaines (séries 4 à 6) sont globalement plus dispersives, avec des précipitations plus importantes et un taux d'humidité plus élevé.

## 3.2.2 Conditions générales de pollution pendant la campagne

Durant la campagne de mesure, un dépassement du seuil d'information et de recommandations a été observé le 15 juin en ozone en région Ile-de-France.

Sur la commune de Neuilly-sur-Seine, en raison des niveaux d'ozone, la qualité de l'air a été qualifiée mauvaise le 14 juin et à 7 reprises, dégradée.

**La qualification de la qualité de l'air induite par les niveaux de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et NO<sub>2</sub> n'a pas dépassé le qualificatif moyen.**

## 3.3 Analyse des résultats

Les résultats obtenus lors de la campagne de mesures ont permis de comparer les niveaux de qualité de l'air le long de l'avenue Charles de Gaulle à d'autres niveaux de la région parisienne, et d'évaluer l'impact potentiel du trafic routier fortement présent et susceptible d'influencer les teneurs mesurées. Cette partie présente les résultats par polluant étudié.

L'analyse des résultats de la campagne de mesures prend en compte la localisation des sources d'émissions (trafic routier notamment, chantiers...), la direction et la vitesse du vent.

Les niveaux annuels de dioxyde d'azote, de particules PM<sub>10</sub> et de particules PM<sub>2.5</sub> qui auraient été observés à l'aide d'une surveillance continue ont été estimés pour les situer au regard de la réglementation. L'année de référence considérée correspond à la période du 30 juin 2020 au 29 juin 2021 afin d'inclure la période de la campagne de mesures. Cette estimation est présentée dans la continuité de l'analyse des résultats pour chaque polluant.

Durant la campagne de mesure, un dépassement du seuil d'information et de recommandations a été observé le 15 juin en ozone en région Ile-de-France.

Sur la commune de Neuilly-sur-Seine, en raison des niveaux d'ozone, la qualité de l'air a été qualifiée mauvaise le 14 juin et à 7 reprises, dégradée.

**La qualification de la qualité de l'air induite par les niveaux de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et NO<sub>2</sub> n'a pas dépassé le qualificatif moyen.**

### 3.3.1 Niveaux de dioxyde d'azote

#### Variabilité spatiale des niveaux

La variabilité spatiale des niveaux est évaluée à partir des mesures par tubes à diffusion.

**Les mesures ont été réalisées sur 4 semaines, du 1 juin au 29 juin 2021.** Au cours de cette campagne un seul incident est survenu ; il a été constaté le 15 juin la disparition des tubes NO<sub>2</sub> et benzène sur le site contre-allée 1. En conséquence, le site 1 n'a pas de résultat pour la semaine 2, du 8 au 15 juin 2021.

La Figure 9 illustre la moyenne des résultats de NO<sub>2</sub> pendant les 4 semaines de mesures, du 1 au 29 juin, en mettant en parallèle les secteurs de vent sur la période de mesure considérée (source Météo France, mesures de Paris-Montsouris) dans l'angle supérieur droit.

Sur le secteur d'étude, les concentrations mesurées en moyenne sur la campagne sont très variables. Elles **sont comprises entre 21 et 54 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub>.**

Sur la même période de mesure, les concentrations mesurées sur les sites **trafic du réseau sont comprises entre 27 et 68 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub>.** Le site de mesure permanent d'Airparif Neuilly-sur-Seine (11 rue du Commandant Pilot) et mesurant les niveaux de fond en NO<sub>2</sub> (à l'écart de l'influence directe des axes routiers) a enregistré une moyenne de **19 µg/m<sup>3</sup> (site de Fond).**

L'influence du trafic sur les sites de la campagne de mesures est donc importante.



Figure 9: Niveaux moyens de NO<sub>2</sub> et rose de vent sur l'ensemble de la campagne du 01 au 29/06/2021 [source des données de vent : Météo France] [fond de carte : Open Street Map]

Les niveaux du domaine d'étude sont cohérents avec la situation géographique, les teneurs diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la porte Maillot et du cœur de l'agglomération.

Les concentrations mesurées en NO<sub>2</sub> sur les sites de référence du réseau Airparif et celles des sites de la campagne de mesure sont détaillées dans l'Annexe 4 : Détail des concentrations mesurées en dioxyde d'azote, tout comme les cartes des résultats hebdomadaires de mesure.

La Figure 10 et la Figure 11 présentent le classement des niveaux sur les sites campagnes de 2021 et de 2018 au regard des niveaux de NO<sub>2</sub> observés sur les stations de référence du réseau d'Airparif sur les mêmes périodes. L'objectif est de mettre en évidence les éventuels changements de positions des sites campagnes par rapport aux niveaux observés sur les stations de référence d'Airparif.

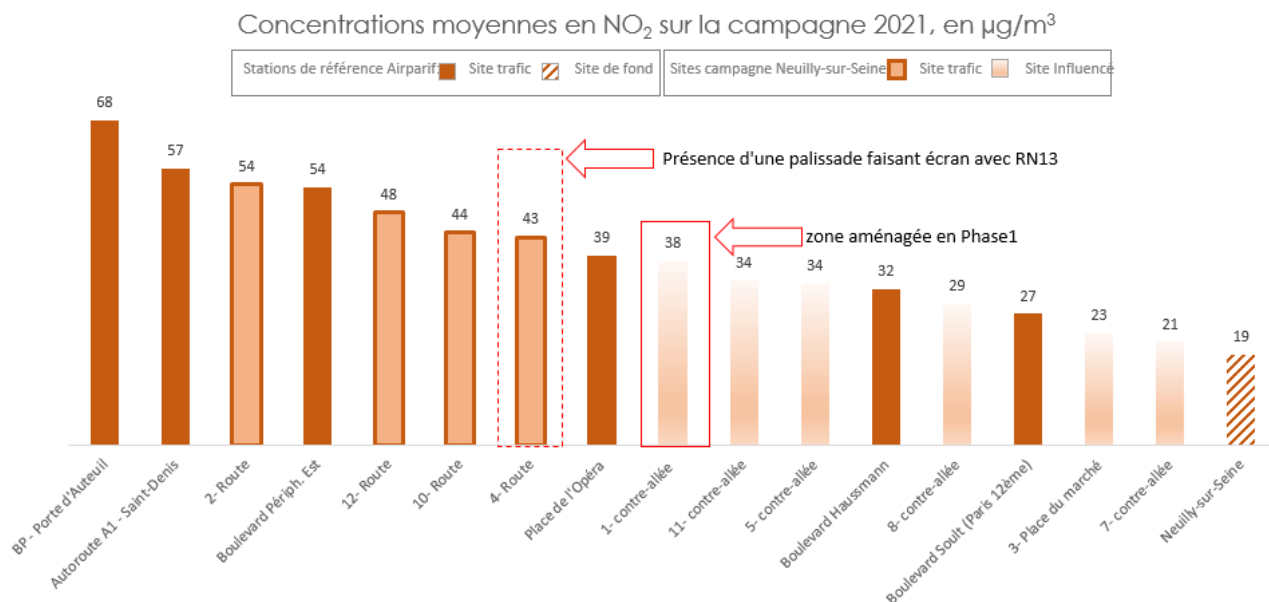


Figure 10 : Niveaux moyens de NO<sub>2</sub> du 01/06 au 29/06/2021 [Stations de référence du réseau versus sites campagne 2021]

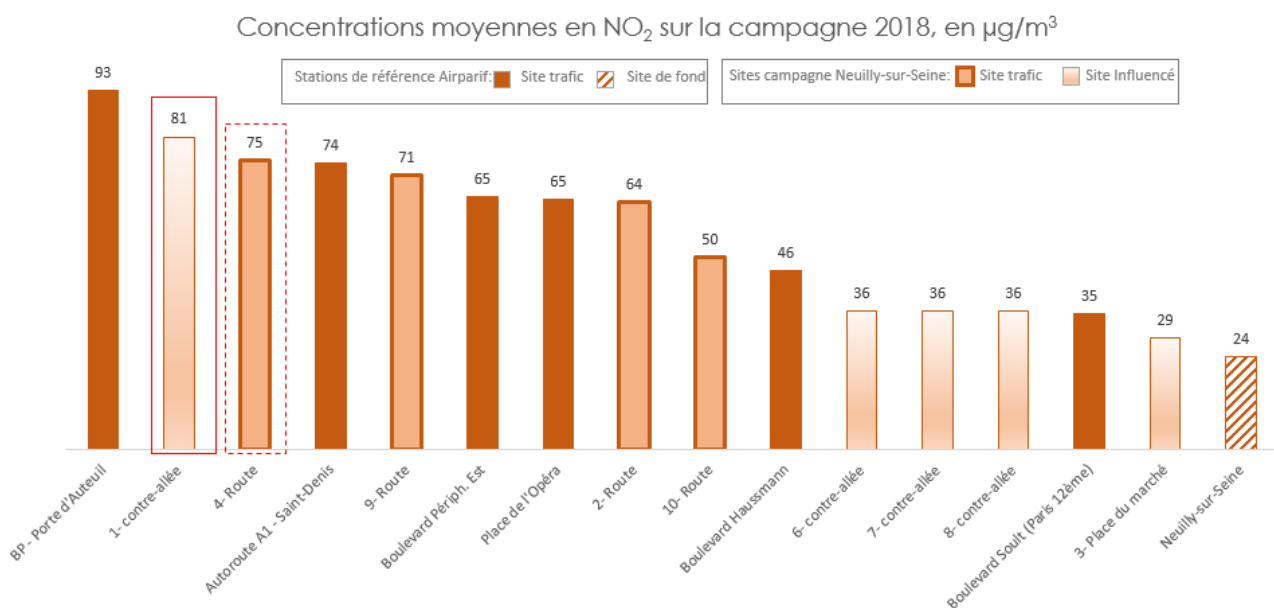


Figure 11 : Niveaux moyens de NO<sub>2</sub> campagne 2018 [Stations de référence du réseau versus sites campagne 2018]

Les observations de la campagne de 2021 sont similaire globalement à celles de 2018, avec **des concentrations plus élevées en bordure immédiate de l'axe RN13 avec une décroissance des niveaux dans les contre-allées.**

Le site contre-allée 1 présente une forte baisse relative des niveaux observés entre 2018 et 2021. Ce changement de classe peut être expliqué en partie par le réaménagement de cette zone lors la phase 1 du réaménagement de l'avenue Charles de Gaulle (voir la Figure 12).



Figure 12: Evolution de la configuration du Site 1 de 2018 (à gauche) avec celle de 2021 (à droite)

[Source Google]

Les niveaux observés sur le site 4 présentent également une baisse relative de 2018 à 2021. Cela peut s'expliquer par la présence d'une « palissade » en 2021 non présente en 2018 voir Figure 13. Celle-ci fait écran à une partie des polluants émis par le trafic routier de la RN13, modifiant leur dispersion.



Figure 13: Site route numéro 4 en 2021 – avec la palissade le séparant de la RN13

Le site en contre-allée 7 et le site 3 en retrait de la place du marché qui est le plus éloigné de l'avenue Charles de Gaulle, présentent les moyennes en  $\text{NO}_2$  sur la campagne les plus faibles. Les moyennes mesurées se rapprochent de la valeur de fond de Neuilly-sur-Seine ( $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Ces résultats s'expliquent pour le site 3 par le fait que les niveaux de pollution décroissent rapidement en s'éloignant d'un axe routier, en particulier dans les 10 premiers mètres.



## Décroissance des teneurs de dioxyde d'azote de part et d'autre de la RN13

Les sites 11-12-10-5 positionnés de part et d'autre de l'avenue Charles de Gaulle permettent d'observer la variabilité des niveaux en NO<sub>2</sub> en fonction de l'éloignement à l'axe (points de mesure installés perpendiculairement à l'axe appelés « transect »).

Les sites route 12 et 10 sont placés en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle, et les sites 11 et 5 au même niveau mais sur la contre allée correspondante, à environ 20 mètres du bord de la nationale.

La Figure 14 présente les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> observées sur le « transect » sur la période de la campagne, sur chacune des quatre semaines qui la compose.

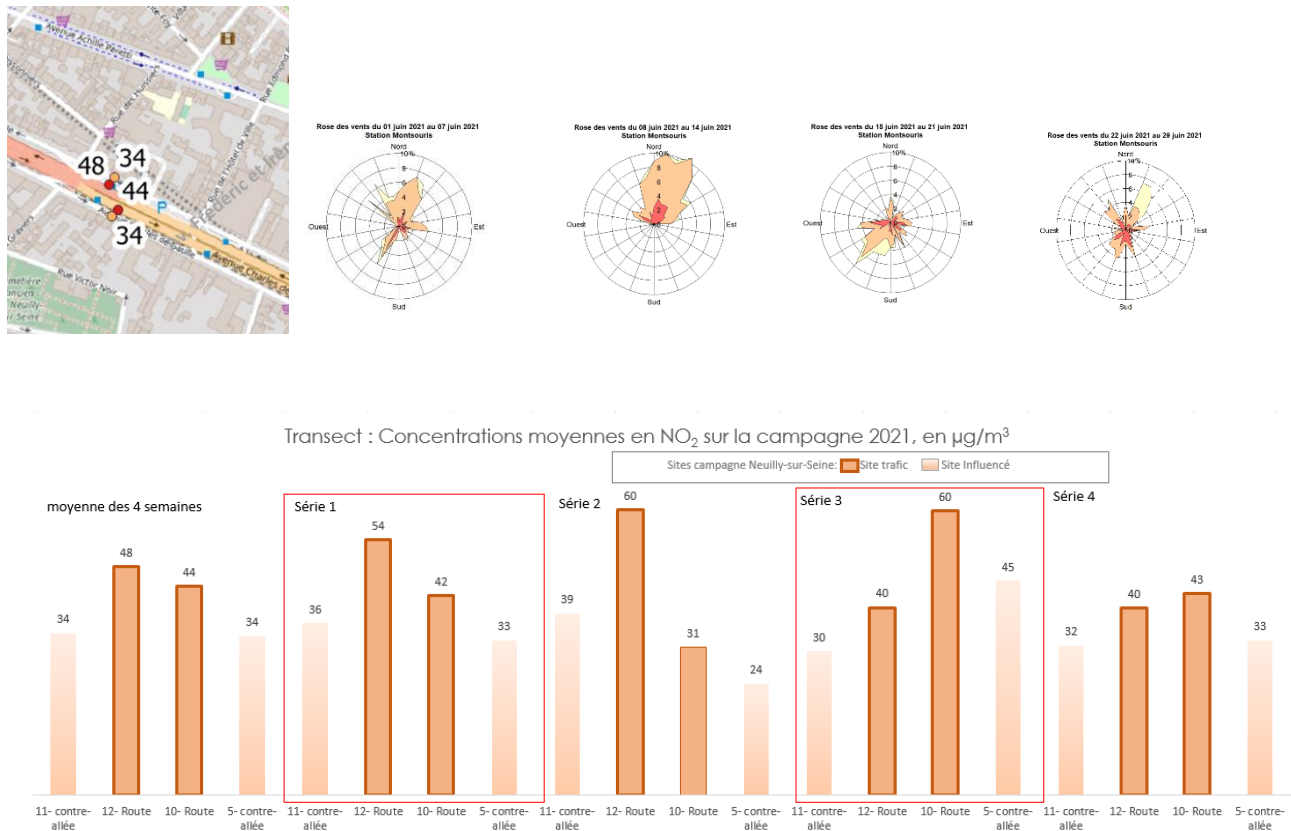


Figure 14 Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> observées sur le « transect » (sites 11-12-10-5) sur la période de la campagne, sur chacune des quatre semaines qui l'a composé avec la rose de vents associée.

Les sites 11 et 5 présentent des résultats moyens plus faibles que les sites « route ». Ils illustrent la très forte décroissance des niveaux de dioxyde d'azote en s'éloignant de l'axe (de -21% au sud de l'axe et -31% au nord). Cette différence s'explique par l'association de la configuration de l'avenue à cet endroit (en forme de large canyon) et les conditions climatiques observées lors de la campagne de mesures. Les deux premières semaines les vents majoritairement de secteur nord-est ont rabattu principalement les émissions de l'axe routier sur la section nord, la semaine trois les vents ont basculé en secteur sud-ouest rabattant les émissions sur la section sud de l'axe et la quatrième semaine qui a été marquée par des secteurs de vents plus variables voit logiquement les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> plus homogènes de part et d'autre de l'axe.

Les concentrations relevées pour les quatre points sont influencés par les émissions de l'axe routier ; elles sont supérieures au niveau de fond mesuré sur la station de Neuilly-sur-Seine (19 µg/m<sup>3</sup> sur la période de la campagne).

Les réglementations françaises et européennes définissent, en matière de qualité de l'air ambiant, essentiellement des normes relatives à des niveaux moyens annuels. Afin de pouvoir situer les niveaux mesurés pendant les 4 semaines de mesure de la campagne par rapport à ces normes, il est nécessaire d'estimer quel serait le niveau moyen du secteur sur une période de 1 an.

Les conditions météorologiques observées lors de la réalisation des séries de mesure n'étant que partiellement 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. 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.

Dans le cadre de la présente étude, la rose des vents est sensiblement différente de la rose des vents moyenne sur les années de référence 2010 à 2020. En fonction de leur position par rapport à l'agglomération parisienne, le comportement des stations de mesures pourra être sensiblement différent selon qu'ils étaient sous le vent ou au vent de cette zone dense d'émission.

La méthodologie de l'estimation des concentrations moyennes annuelles à partir des mesures réalisées lors des campagnes de mesures est détaillée en **Annexe 4 : Détail des concentrations mesurées en dioxyde d'azote**.

L'année considérée pour l'estimation des moyennes annuelles est comprise entre le 30 juin 2020 au 29 juin 2021, intervalle incluant la période de mesures.

L'objectif de qualité annuel du NO<sub>2</sub> est égal à la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup>. La valeur limite établie en moyenne horaire fixe un maximum de 18 heures de dépassement du seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> dans l'année.

### **A l'échelle annuelle**

Le Tableau 1 présente le code couleur associé au risque de dépassement de la valeur limite annuelle. Les bornes des différentes couleurs sont déterminées en prenant en compte l'incertitude de l'estimation des moyennes annuelles. Ce code couleur est ensuite appliqué à la Figure 15.

L'incertitude associée à l'estimation de la moyenne annuelle du NO<sub>2</sub> est de 18%.

Niveau de risque de dépassement	Pas de risque	Peu probable	Vraisemblable	Certain
limite de la zone de risque en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 33$	$> 33$ et $\leq 40$	$> 40$ et $\leq 47$	$> 47$
Code couleur				

Tableau 1 : Code couleur associé au risque de dépassement de la Valeur Limite pour la concentration moyenne annuelle estimée en  $\text{NO}_2$

La Figure 15 présente les 4 zones de risque de dépassement de la Valeur Limite (VL)  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la plage de l'incertitude associée à l'estimation de la moyenne annuelle de 18% autour de la VL et la moyenne annuelle de  $\text{NO}_2$  estimée avec son intervalle d'incertitude associé pour les 10 sites de mesures par tube installés le long de l'avenue Charles de Gaulle.

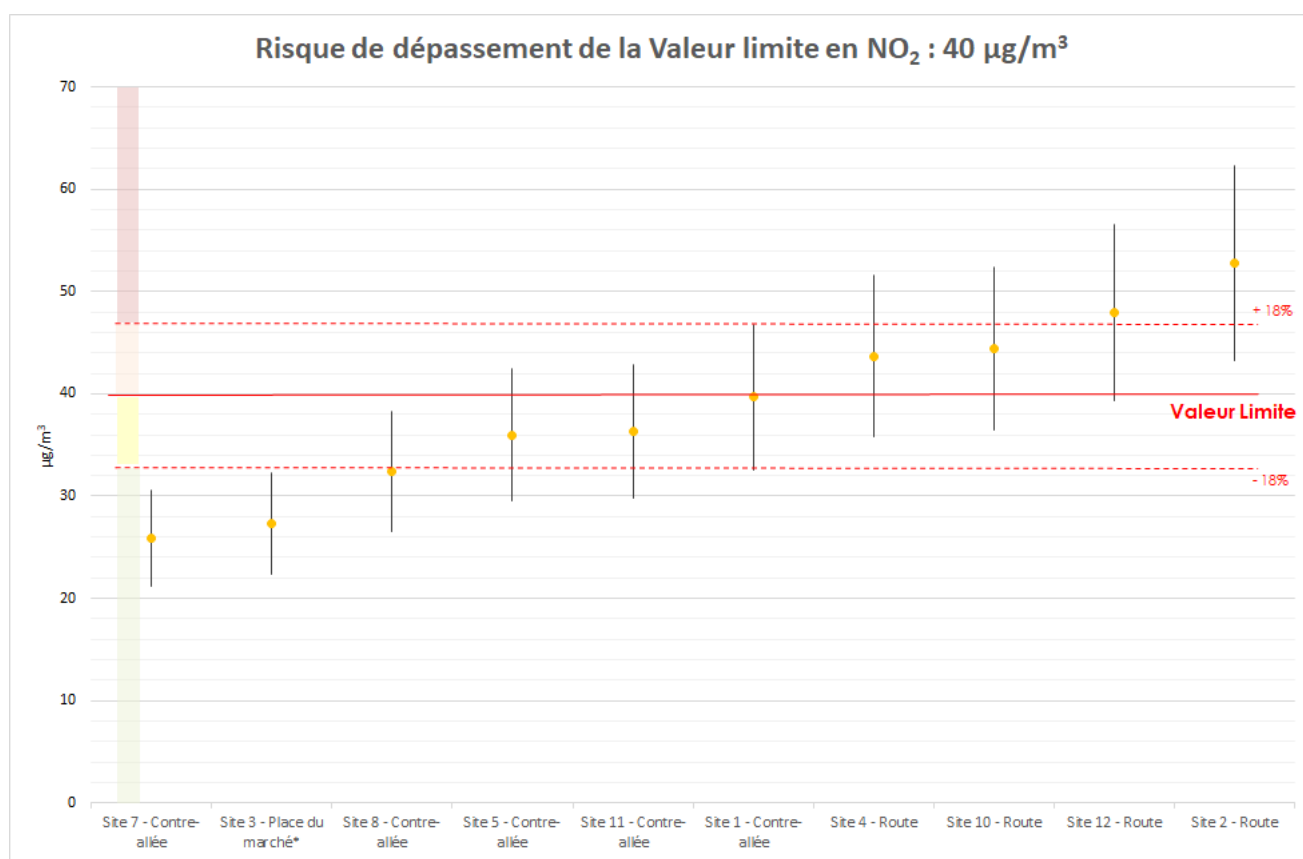


Figure 15 Position de la moyenne annuelle estimée des 10 sites de mesures par tube installés le long de l'avenue Charles de Gaulle

Le Tableau 2 présente par site de mesures, la moyenne observée lors de la campagne, la moyenne annuelle estimée et son intervalle d'incertitude associée. Les 3 dernières lignes présentent, pour trois stations de référence du réseau Airparif, la moyenne de NO<sub>2</sub> pendant la campagne, et la moyenne annuelle mesurée.

Site	Moyenne campagne	Moyenne annuelle estimée (du 30/06/20 au 29/06/21)	Intervalle incertitude	
	en µg/m <sup>3</sup>	en µg/m <sup>3</sup>	Min	Max
Site 1 - Contre-allée	38	40	33	47
Site 2 - Route	54	53	43	62
Site 3 - Place du marché*	23	27	22	32
Site 4 - Route	43	44	36	52
Site 5 - Contre-allée	34	36	30	42
Site 7 - Contre-allée	21	26	21	31
Site 8 - Contre-allée	29	32	27	38
Site 10 - Route	44	44	36	52
Site 11 - Contre-allée	34	36	30	43
Site 12 - Route	48	48	39	57
Autoroute A1*	58	60	-	-
Bd Sault*	27	30	-	-
Neuilly-sur-Seine*	19	26	-	-

\* Moyenne annuelle mesurée du 30/06/20 au 29/06/21

Tableau 2 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> sur les sites de mesure temporaires de la campagne intégrant le code couleur de risque de dépassement

Parmi les sites instrumentés, le site 2 et 12, présentent un risque « certain » de dépassement de la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub>. Il s'agit de sites placés à proximité immédiate de la RN13.

Deux sites présentent un risque « vraisemblable » : 4 et 10, il s'agit de deux sites implantés en proximité immédiate de la RN13.

Trois sites présentent un risque « peu probable » : il s'agit de sites implantés en contre-allée, sites numéro 1, 5 et 11.

Trois sites ne présentent « pas de risque » : il s'agit du site 3 qui est en retrait de la place du marché et les sites 7 et 8 implantés en contre-allée face.

Parmi les stations de référence du réseau Airparif, la station trafic Autoroute A1 présente une moyenne annuelle de 60 µg/m<sup>3</sup>. En situation de fond à Neuilly-sur-Seine, les teneurs sont inférieures à la valeur limite.

Cependant, **ces teneurs sont supérieures à la recommandation de l'OMS<sup>1</sup> fixée à 10 µg/m<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Nouvelle recommandation OMS du 22 septembre 2021 (ancien seuil OMS de 2005: 40 µg/m<sup>3</sup>)

### 3.3.2 Niveaux de benzène

#### Le Benzène – Concentrations observées

La Figure 16 illustre la moyenne des résultats de Benzène pendant les 4 semaines de mesures, du 1 au 29 juin, en mettant en parallèle les secteurs de vent sur la période de mesure considérée (source Météo France, mesures de Paris-Montsouris) dans l'angle supérieur droit.



Figure 16 : Niveaux moyens de Benzène et rose de vent sur l'ensemble de la campagne du 01 au 29/06/2021 [source des données de vent : Météo France] [fond de carte : Open Street Map]

Les concentrations moyennes en Benzène mesurées en chacun des sites sont comprises en moyenne sur la période de la campagne de mesures entre 0.5 et 1.0 µg/m³.

Sur la période de la campagne de mesure, les concentrations moyennes mesurées sur les sites trafic du réseau sont comprises entre 1 et 1.7 µg/m³. Les sites mesurant les niveaux de fond en benzène dans l'agglomération parisienne (Paris Centre 4<sup>ème</sup>, Vitry-sur-Seine et Gennevilliers) ont enregistré des moyennes de 0.4 µg/m³. L'influence du trafic sur certains sites de mesure de la campagne est donc importante, sans atteindre les niveaux relevés sur les sites trafics parisiens.

Le détail des mesures hebdomadaires de benzène est présenté dans l'Annexe 5 : Détail des concentrations mesurées en benzène.

Les Figure 17 et Figure 18 présentent le classement des sites des campagnes de 2021 et de 2018 au regard des niveaux de Benzène observés sur les stations de référence du réseau sur les mêmes périodes. L'objectif est de mettre en évidence les éventuels changements de positions des sites par rapport aux niveaux observés sur les stations de référence d'Airparif.

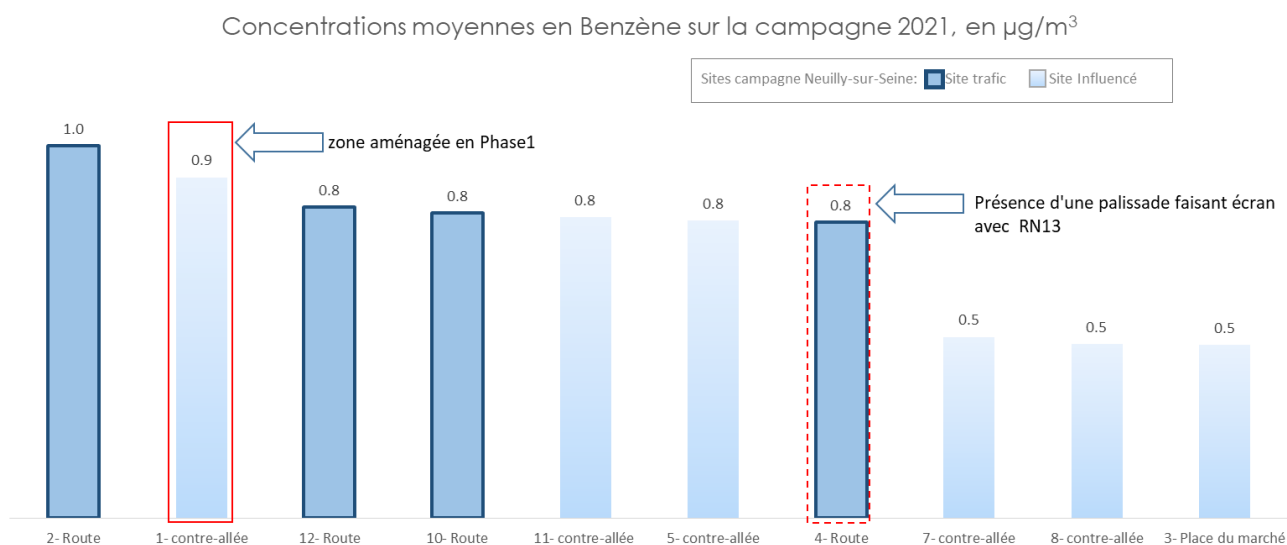


Figure 17 : Niveaux moyens de Benzène, du 01/06 au 29/06/2021  
[Stations de référence du réseau versus sites campagne 2021]

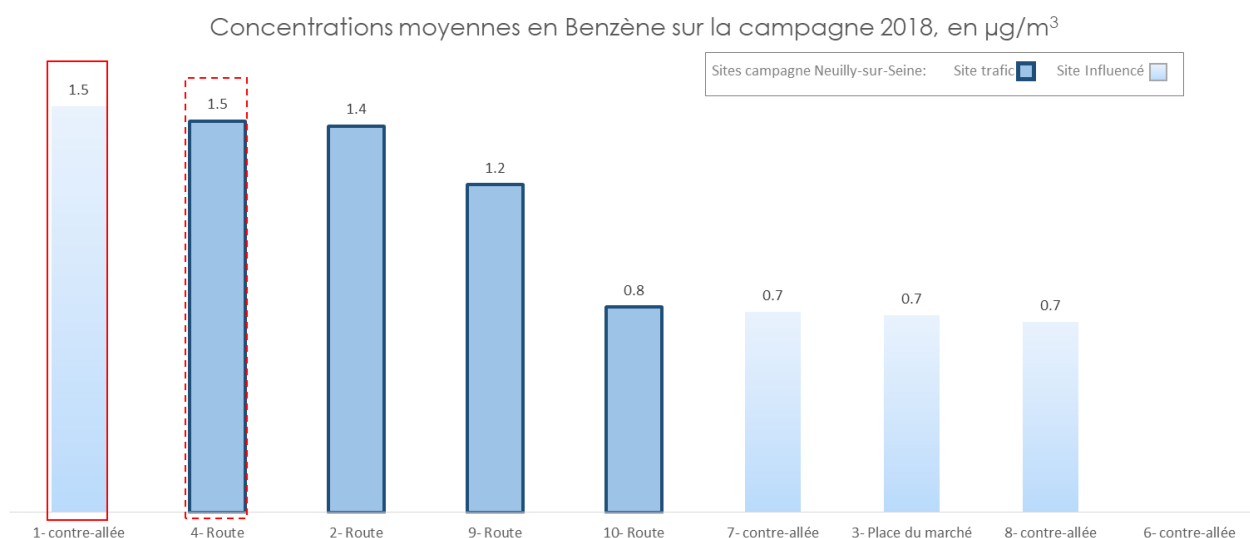


Figure 18 : Niveaux moyens de benzène, campagne 2018  
[Stations de référence du réseau versus sites campagne 2018]

Les observations de la campagne de 2021 montrent globalement **des concentrations plus élevées en bordure immédiate de l'axe RN13 avec une décroissance des niveaux dans les contre-allées, tout comme en 2018 avec toutefois une hiérarchisation différente entre 2018 et 2021 en raison de la baisse tendancielle du benzène ou de la baisse de la congestion.**

Bien que le site contre-allée 1 soit implanté dans la zone réaménagée lors de la phase 1 du chantier de l'avenue Charles de Gaulle, celui-ci présente des niveaux relatifs en 2018 et en 2021 plus élevés que les autres sites implantés en contre-allées. Cela peut s'expliquer par la présence du « parking deux roues» implanté au droit de ce site, présent aussi en 2018 (cf. Figure 19), les deux roues étant un important émetteur de Composés Organiques Volatils, dont le Benzène fait partie.

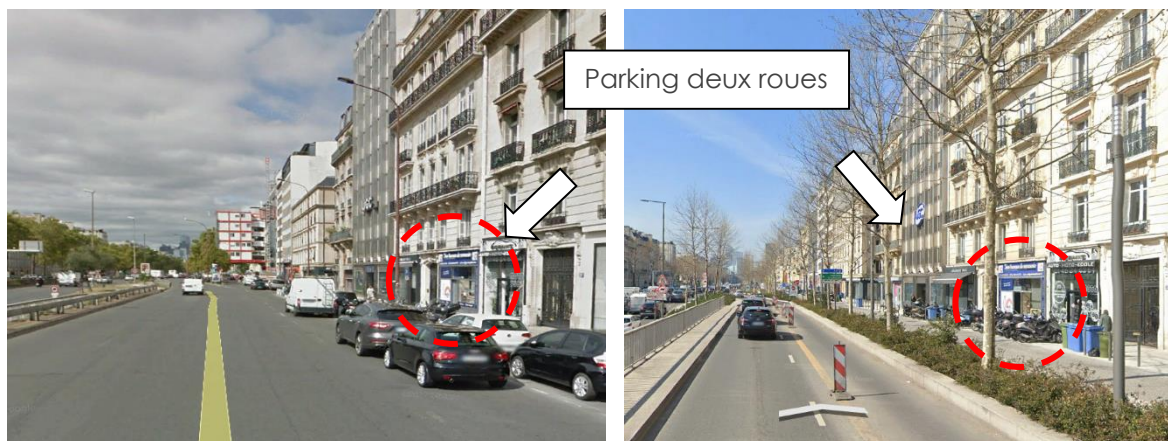


Figure 19: Parking deux roues au niveau du Site 1 de 2018 avec 2021 (à droite)

[Source Google]

Les niveaux observés sur le site 4 présentent un déclassement de 2018 à 2021. Comme pour le dioxyde d'azote, cela peut s'expliquer par la présence d'une « palissade » en 2021 non présente en 2018 voir Figure 20. Celle-ci fait écran à une partie des polluants émis par les émissions du trafic routier de la RN13, modifiant leur dispersion.



Figure 20 : Site 4 en 2021 – avec la palissade séparant la contre allée de la RN13

### Teneurs de benzène par rapport aux normes en vigueur

Les concentrations observées sur les sites situés en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations légèrement inférieures à celles des grands axes routiers de l'agglomération parisienne qui avoisinent, voire dépassent l'objectif de qualité fixé à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . **La valeur limite annuelle de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est jamais dépassée en Ile de France.**

**Les sites les plus éloignés de l'avenue Charles de Gaulle** présentent des résultats supérieurs à ceux des stations de mesure de fond de l'agglomération parisienne. En revanche, **l'objectif de qualité est largement respecté.**

### 3.3.3 Niveaux de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>

#### PM<sub>10</sub> – PM<sub>2.5</sub> : Concentrations observées

##### Moyennes

Les principaux résultats sont présentés dans le Tableau 3, pour les deux sites de mesure et les deux types de particules.

Le Tableau 3 présente les résultats statistiques; les percentiles 25 et 75 correspondent aux premier et troisième quartiles entre lesquels on retrouve 50% des données. La médiane correspond à la valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données mesurées du polluant concerné. L'écart-type correspond à la dispersion de l'ensemble des données autour de la moyenne, plus l'écart-type est faible plus la dispersion est petite.

Statistiques (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> route	PM <sub>10</sub> contre-allée	PM <sub>2.5</sub> contre-allée
	Site12	Site 11	Site 11
<b>Moyenne horaire</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>10</b>
Minimum horaire	4	5	0
Percentile 25	17	17	7
Médiane	25	24	10
Percentile 75	36	32	13
Maximum horaire	97	91	27
Ecart-type	14	12	5
Taux de disponibilité horaire (%)	89	90	90

Tableau 3 : Concentrations moyennes en PM<sub>10</sub> et en PM<sub>2.5</sub>, en µg/m<sup>3</sup>, sur les sites de mesure 11 et 12 de l'étude

Les niveaux moyens en PM<sub>10</sub> relevés à proximité immédiate de l'avenue Charles de Gaulle (site route) sont supérieurs à ceux mesurés au niveau de la contre-allée. **Ces résultats illustrent la diminution des concentrations en particules avec l'éloignement à la route<sup>2</sup>.**

La concentration moyenne en PM<sub>2.5</sub> au niveau de la contre-allée correspond à environ 38% de la concentration en PM<sub>10</sub> (35% observé en 2018). Ce ratio est inférieur au ratio moyen annuel compris entre 60 et 70 % et légèrement inférieur à celui obtenu sur les autres stations de mesure du réseau mesurant à la fois les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub> durant la campagne. Ce résultat indique une part non négligeable de remise en suspension de particules qui touche majoritairement les PM<sub>10</sub> générées par le trafic routier et les activités humaines telles que les chantiers. L'évolution du ratio journalier montre une activité humaine (chantiers) du lundi au jeudi qui se traduit par des ratios inférieurs à ceux observés sur la station de référence du Boulevard Périphérique porte d'Auteuil (voir la Figure 21). La zone de couleur autour des points de la Figure 21, représente l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.

<sup>2</sup> La pollution près du trafic – Airparif Actualité n°39 – Décembre 2012



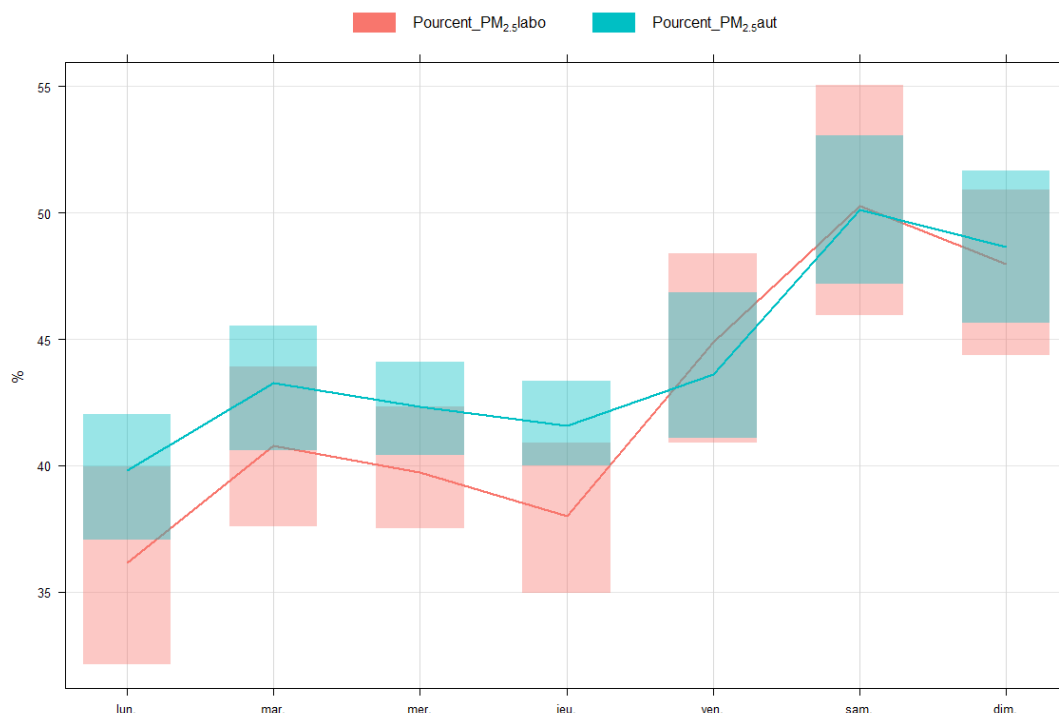


Figure 21 : Ratio journalier de la part des PM<sub>2.5</sub> dans les PM<sub>10</sub>, du site 11 laboratoire mobile, sur la période de l'étude en comparaison avec la station du réseau BP porte d'Auteuil

## Distribution

Les boîtes à moustaches permettent de comparer facilement plusieurs grandeurs statistiques. Cette représentation graphique de la distribution des concentrations horaires met en exergue les premiers et troisièmes quartiles, qui sont les bordures inférieures et supérieures de la boîte rectangulaire. La boîte rectangulaire contient 50% des données. Ces extrémités se prolongent par des traits terminés par des cercles (représente les valeurs extrêmes mesurées). Dans la boîte rectangulaire, le trait est la médiane (50% des données sont inférieures, les 50% restantes sont supérieures), et la marque '+' la moyenne.

La variabilité des concentrations horaires en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> le long de l'avenue Charles de Gaulle est représentée à la Figure 22.

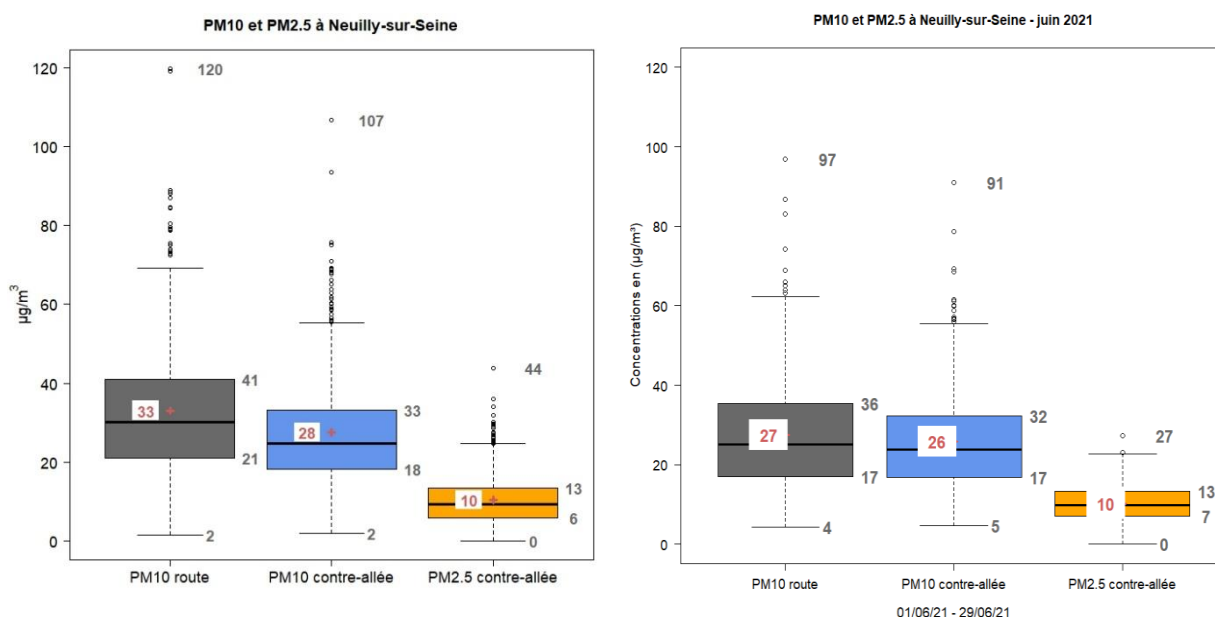


Figure 22 : Boîtes à moustaches des concentrations horaires en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> en µg/m<sup>3</sup>

A gauche : observés en 2018 (période du 01/09/2018 au 07/10/2018)

A droite : observés en 2021 (période du 01/06/2021 au 29/06/2021)

Les boîtes à moustaches présentant les résultats des relevés horaires en particules PM<sub>10</sub> le long de l'avenue Charles de Gaulle montrent des profils similaires entre le site « route » et le site « contre-allée » avec cependant des moyennes, médianes, quartiles et valeurs maximales supérieures sur le site « route ». 50 % des données sont comprises entre 17 et 36 µg/m<sup>3</sup> avec un maximum à 97 µg/m<sup>3</sup> pour le site PM<sub>10</sub> route, et 17 et 32 µg/m<sup>3</sup> avec un maximum à 91 µg/m<sup>3</sup> pour le site PM<sub>10</sub> contre-allée. Concernant le site PM<sub>2.5</sub>, 50 % des données sont comprises entre 7 et 13 µg/m<sup>3</sup> avec une moyenne à 10 µg/m<sup>3</sup> et un maximum à 27 µg/m<sup>3</sup>.

## PM<sub>10</sub> – PM<sub>2.5</sub> : Comparaison avec les stations de référence du réseau Airparif

### PM<sub>10</sub>

À titre de comparaison, les Figure 23 et Figure 24 présentent les concentrations moyennes mesurées en PM<sub>10</sub> lors de la campagne de Neuilly-sur-Seine avec celles des stations de référence du réseau Airparif. En bleu foncé les stations situées à proximité immédiate du trafic (à moins de 5 m des voies) et en vert les stations de fond (à l'écart de l'influence directe des axes routiers).

Le site de Neuilly-sur-Seine situé en proximité du trafic est représenté en bleu clair avec un encadré bleu foncé ; la station implantée en contre-allée qui correspond à un site influencé (site un peu éloigné d'un axe routier majeur mais toujours soumis à son influence) est représentée en dégradé de bleu clair.

Les stations de proximité au trafic mesurent des concentrations en PM<sub>10</sub> plus importantes que les stations de fond, compte-tenu de l'influence du trafic sur les concentrations en PM<sub>10</sub>.

### Comme en 2018 le site « Neuilly-sur-Seine route » a mesuré des concentrations en PM<sub>10</sub> du même ordre de grandeur que celles de certaines stations trafic du réseau Airparif du cœur de l'agglomération parisienne.

Ainsi les concentrations mesurées le long de l'avenue Charles de Gaulle en juin 2021 sont inférieures à celles mesurées le long de l'autoroute A1 et du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil et équivalentes à celles du Boulevard Périphérique Est.

La moyenne mesurée sur la contre-allée est inférieure à la moyenne mesurée à proximité immédiate de la route. Cette baisse de 4 % contre 15% observés en 2018 sur 20 m montre une diminution des niveaux avec l'éloignement à la route. Le moindre écart observé en 2021 peut s'expliquer par la remise en suspension générées par les chantiers alentours (localisation des chantiers voir Figure 2).

**Comme en 2018 la concentration moyenne mesurée sur la contre-allée est supérieure aux concentrations moyennes mesurées sur les sites de fond.** Ce résultat est normal, car la distance d'influence d'un axe routier majeur sur les niveaux de particules est d'environ 100 m.

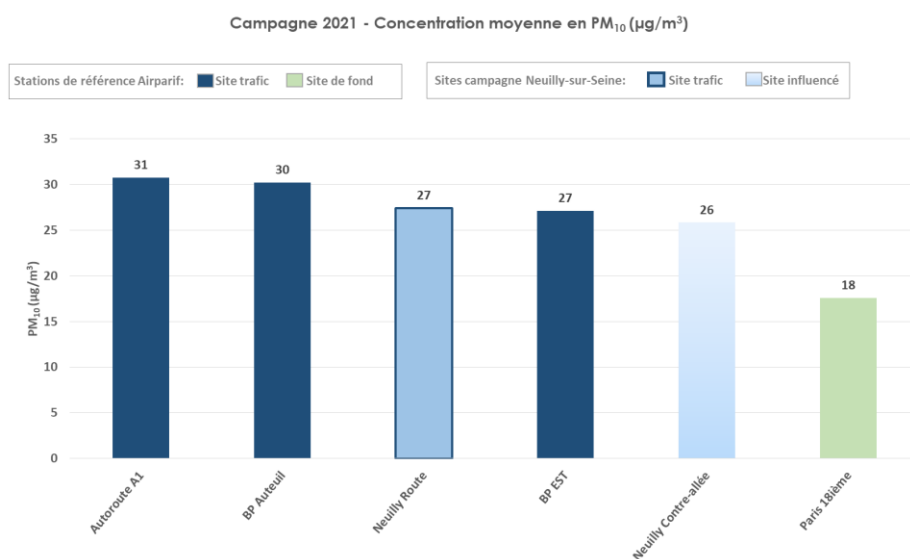


Figure 23 : Moyennes en PM<sub>10</sub> en µg/m<sup>3</sup> sur les stations de Neuilly-sur-Seine (route et contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 01/06/2021 au 29/06/2021.

Campagne 2018 - Concentration moyenne en PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

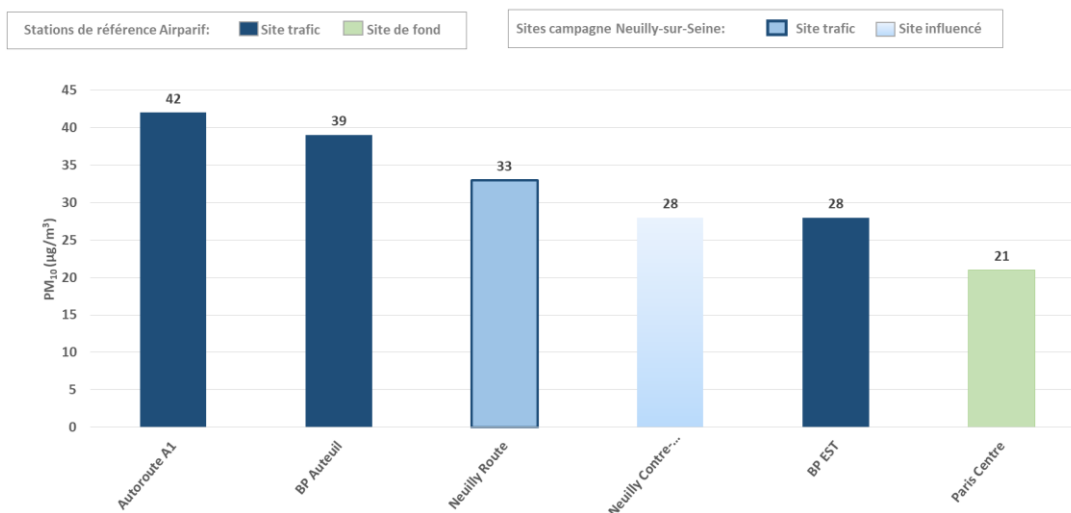


Figure 24: Moyennes en PM<sub>10</sub> en µg/m<sup>3</sup> sur les stations de Neully-sur-Seine (route et contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

### PM<sub>2.5</sub>

À titre de comparaison, les Figure 25 et Figure 26 présentent les concentrations moyennes mesurées en PM<sub>2.5</sub> lors de la campagne de Neully-sur-Seine avec celles des stations de référence du réseau Airparif. En bleu foncé les stations situées à proximité immédiate du trafic et en vert les stations de fond (à l'écart de l'influence directe des axes routiers).

La station de Neully-sur-Seine implantée en contre-allée qui correspond à un site influencé (site un peu éloigné d'un axe routier majeur mais toujours soumis à son influence) est représentée en dégradé de bleu clair.

Les stations de proximité au trafic ont mesuré des concentrations en PM<sub>2.5</sub> plus importantes que les stations de fond, le trafic routier influençant les concentrations en PM<sub>2.5</sub>.

**Le site « Neully-sur-Seine contre-allée » a mesuré des concentrations en PM<sub>2.5</sub> inférieures aux stations trafic de l'agglomération parisienne mais sensiblement équivalentes à celles des stations de fond du réseau Airparif. Ce résultat est cohérent avec la situation de la contre allée.**

Campagne 2018 - Concentration moyenne en PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

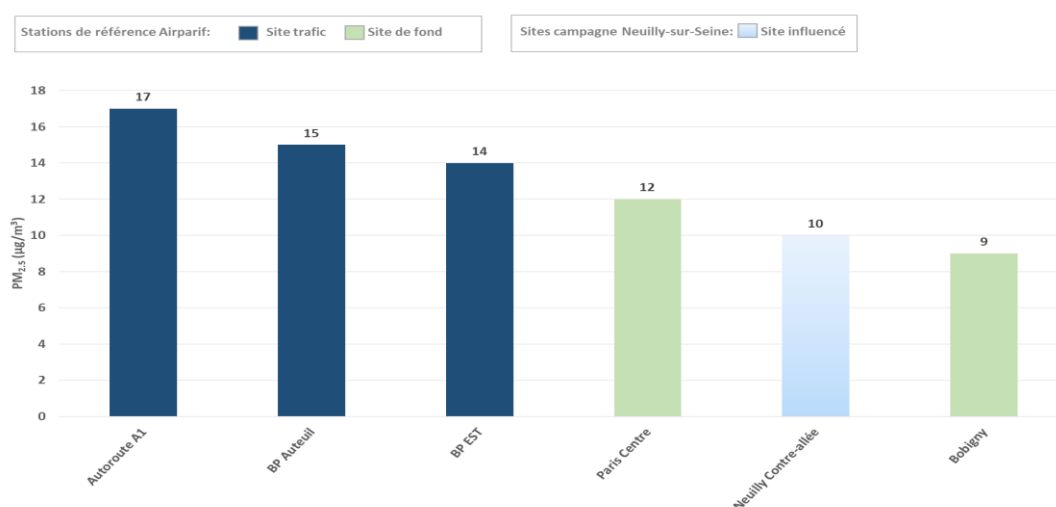


Figure 25 : Moyennes en PM<sub>2.5</sub> en µg/m<sup>3</sup> sur la station de Neully-sur-Seine (contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

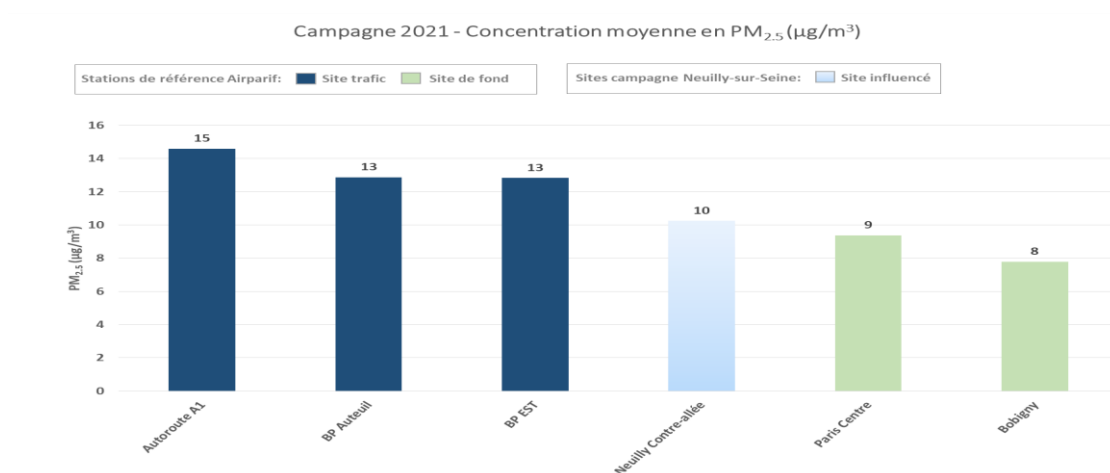


Figure 26 : Moyennes en PM<sub>2,5</sub> en µg/m<sup>3</sup> sur la station de Neuilly-sur-Seine (contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 01/06/2021 au 29/06/2021.

## PM<sub>10</sub> – PM<sub>2,5</sub> : Variabilité temporelle

### Variabilité des concentrations horaires

La variabilité des concentrations horaires en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> au niveau de la route et de la contre-allée de Neuilly-sur-Seine pendant la campagne de mesures est présentée à la Figure 27.

Au cours de cette campagne un seul type d'incident est survenu, l'alimentation des laboratoires mobiles a disjoncté à plusieurs reprises. Conséquence les données de quelques journées sont manquantes (voir en Figure 27).

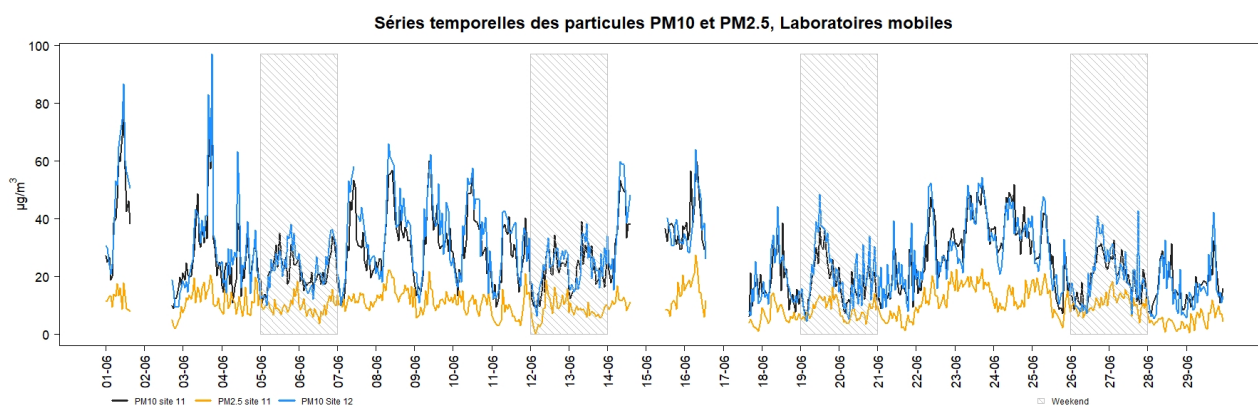


Figure 27 : Séries temporelles horaires des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> en µg/m<sup>3</sup> par les laboratoires mobiles (site 11 : contre-allée ; site 12 : route), sur la période du 01/06/2021 au 29/06/2021. Les zones hachurées représentent les week-ends.

Comme attendu, **les concentrations en PM<sub>10</sub> du site « route » sont le plus souvent supérieures à celles sur la contre-allée.** De même, les concentrations en PM<sub>2,5</sub> sont toujours inférieures aux concentrations en PM<sub>10</sub>.

La fluctuation horaire des niveaux observée s'explique par les activités des chantiers alentours (voir Figure 2) et par la fréquentation de la route : en journée, la circulation des véhicules engendre des émissions de particules et de la remise en suspension. Emissions de particules moins présentes la nuit lorsque l'activité le long de l'avenue est moindre.

## Variabilité hebdomadaire

Les profils hebdomadaires le long de l'avenue Charles de Gaulle sont présentés par les Figure 28 et Figure 29. La zone de couleur autour des lignes représente l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.

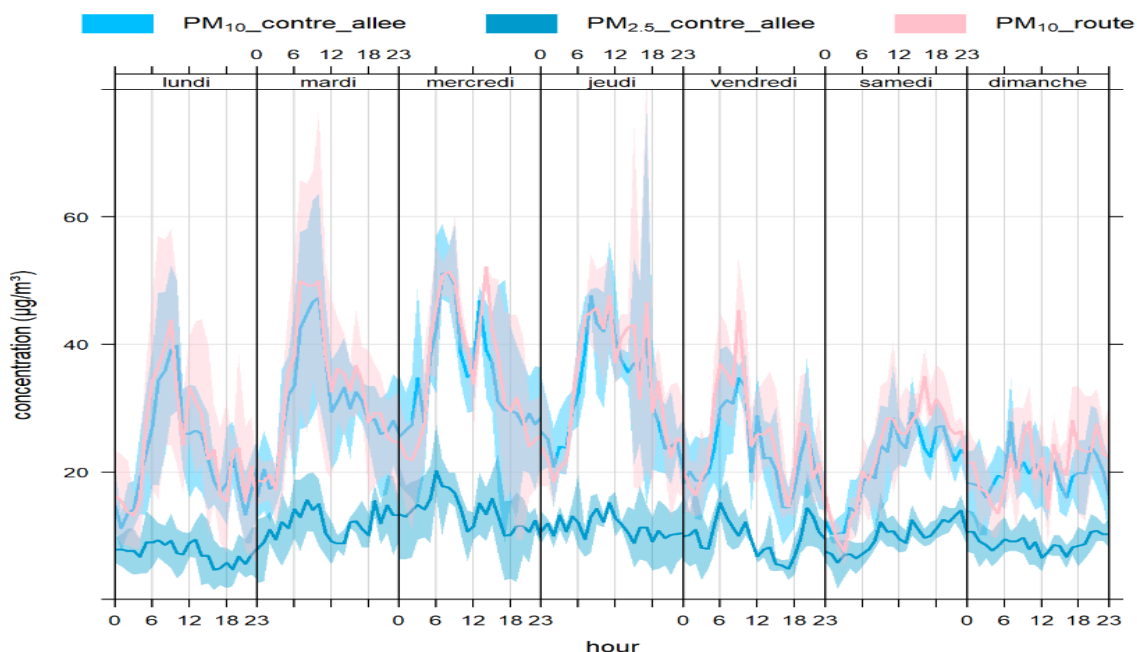


Figure 28 : Evolution temporelle horaire des concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> au niveau de la route et de la contre-allée, selon les jours de la semaine, sur la période du 01/06/2021 au 29/06/2021.

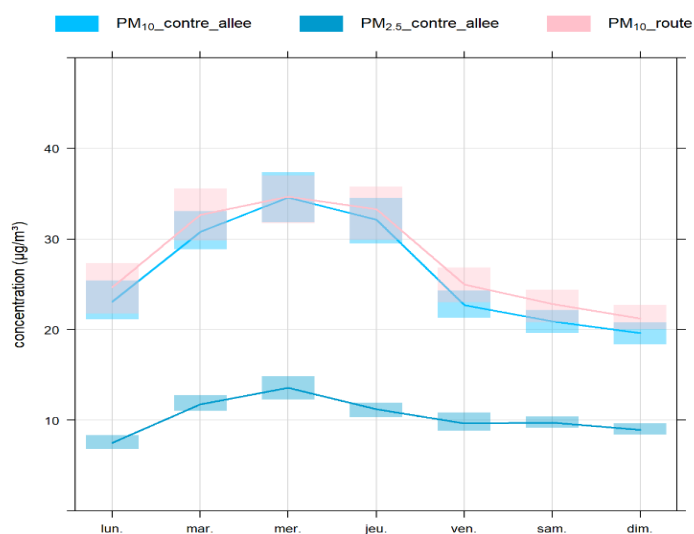


Figure 29 : Evolution temporelle journalière des concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> au niveau de la route et de la contre-allée, selon les jours de la semaine, sur la période du 01/06/2021 au 29/06/2021.

Les trois points de mesure présentent le même profil hebdomadaire, à savoir **des niveaux les plus forts le mardi, mercredi et jeudi, suivis des niveaux les plus faibles le samedi et le dimanche**. Les niveaux mesurés le lundi et le vendredi sont faibles et peuvent sans doute s'expliquer en partie par la mise en place du télétravail qui limite les déplacements.

La diminution des concentrations le weekend, d'environ -15% pour les PM<sub>10</sub> et -12 % pour les PM<sub>2.5</sub> sur la contre allée, est en grande partie due à la diminution du trafic.

La différence semaine/weekend est par ailleurs plus importante pour les PM<sub>10</sub> que pour les PM<sub>2.5</sub>, également en lien avec la baisse d'activités des chantiers (générateur de PM<sub>10</sub>) et du nombre de véhicules en circulation le week-end, facteur ayant davantage d'influence durant cette campagne sur les PM<sub>10</sub> que sur les PM<sub>2.5</sub>.

## Variabilité journalière

Le profil journalier moyen, présenté à la Figure 30, montre les niveaux moyens observés chaque heure de la journée durant la campagne de mesure. La zone de couleur autour des lignes représente l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.

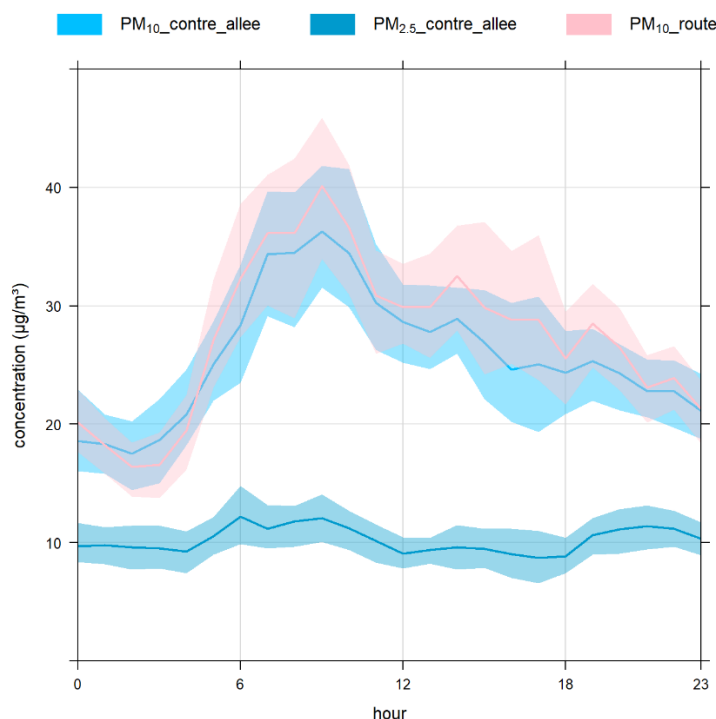


Figure 30 : Évolution temporelle des concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> au niveau de la route et de la contre-allée, selon les heures de la journée, sur la période du 01/06/2021 au 29/06/2021.

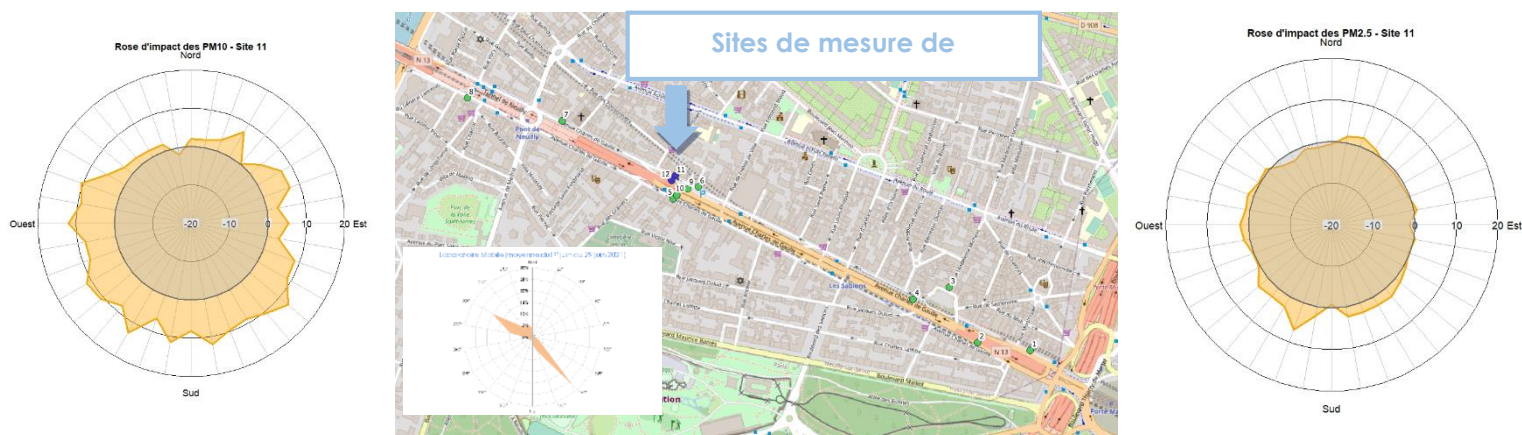
Les particules PM<sub>10</sub> ont des profils journaliers très proches. **Les maxima horaires sont enregistrés lors des heures de pointe du matin (9-11h)**. Les niveaux sont en moyenne sur ces périodes de 40 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> à proximité immédiate du trafic et 35 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> au niveau de la contre-allée. Les variations journalières des PM<sub>2.5</sub> sont moins marquées que pour les PM<sub>10</sub>.

Les niveaux les plus faibles sont enregistrés la nuit (entre 1h et 5h), lors de l'activité moindre sur les chantiers et sur l'avenue Charles de Gaulle : 18 µg/m<sup>3</sup> en moyenne pour les PM<sub>10</sub> à proximité immédiate du trafic, 16 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> au niveau de la contre-allée et environ 10 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2.5</sub>.

Ces profils journaliers en particules fluctuent en partie en fonction de la circulation.

Le profil journalier en PM<sub>2.5</sub> présente des variations horaires moindres (écart type de 5 µg/m<sup>3</sup> sur la période d'ouverture) que celui de PM<sub>10</sub> (écart type de 14 µg/m<sup>3</sup>). Cette différence s'explique par le fait que, durant cette campagne, la circulation et les chantiers ont induit une remise en suspension importante qui concerne la fraction la plus grossière des particules (PM<sub>10</sub>).

Le laboratoire mobile installé en contre-allée (site 11) est équipé d'un capteur météo de direction et de vitesse de vent. La Figure 31 présente la rose d'impact pour les PM<sub>10</sub> (à gauche) et les PM<sub>2.5</sub> (à droite), au point de mesure de l'avenue Charles de Gaulle (site laboratoire mobile 11), avec la rose des vents associée.



a) Rose d'impact pour les PM<sub>10</sub>

b) Rose d'impact pour les PM<sub>2.5</sub>

Figure 31 : Roses d'impact pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub>, du 01/06 au 29/06/21  
 (Résolution horaire, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) [Fond de carte : Open Street Map]

La rose d'impact pour les PM<sub>2.5</sub> indique un impact peu significatif en dehors des secteurs de vent en provenance du sud-ouest ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La rose d'impact calculée avec des particules PM<sub>10</sub> indique un impact d'environ 5 à 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  par rapport au niveau de fond moyen de Paris par vent de secteur ouest à sud-est, ce qui indique des impacts divers sur les concentrations en particules : trafic routier, chantiers.

En revanche, de faibles concentrations et un faible impact ont été enregistrés par vents de secteur nord-ouest à est, direction de vents en provenance du bâti longeant l'avenue.

### Teneurs de particules par rapport aux normes en vigueur

Les directives européennes et la réglementation française définissent pour les particules PM<sub>10</sub> des niveaux réglementaires pour deux échelles de temps : moyenne annuelle et moyenne journalière. 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'un ou de plusieurs jours (« épisodes de pollution »).

La valeur limite annuelle des PM<sub>10</sub> est de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et l'objectif de qualité est de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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<sub>2.5</sub>, seul l'effet chronique est aujourd'hui pris en compte dans la réglementation. La valeur limite annuelle des PM<sub>2.5</sub> est de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur cible de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'objectif de qualité est de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### A l'échelle annuelle

La valeur limite annuelle est respectée sur la quasi-totalité de l'Ile-de-France pour les PM<sub>10</sub> et sur la totalité de l'Ile-de-France pour les PM<sub>2.5</sub>, aussi le respect des normes est-il comparé à l'objectif de qualité. Le Tableau 4 et le Tableau 5 donnent les codes couleurs associés au risque de dépassement des objectifs de qualité. Les bornes des différents niveaux de risques sont déterminées en prenant en compte l'incertitude

de l'estimation des moyennes annuelles. Les incertitudes associées à l'estimation de la moyenne annuelle des PM<sub>10</sub> et des PM<sub>2,5</sub> sont de 14%.

Niveau de risque de dépassement	Pas de risque	Peu probable	Vraisemblable	Certain
limite de la zone de risque en µg/m <sup>3</sup>	<= 26	> 26 et <= 30	> 30 et <= 34	> 34
Code couleur				

Tableau 4 : Code couleur associé au risque de dépassement de l'objectif de qualité pour la concentration moyenne annuelle estimée en PM<sub>10</sub>

Niveau de risque de dépassement	Pas de risque	Peu probable	Vraisemblable	Certain
limite de la zone de risque en µg/m <sup>3</sup>	<= 9	> 9 et <= 10	> 10 et <= 11	> 11
Code couleur				

Tableau 5 : Code couleur associé au risque de dépassement de l'objectif de qualité pour la concentration moyenne annuelle estimée en PM<sub>2,5</sub>

Le Tableau 6 présente, pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, les moyennes mesurées pendant la campagne, ainsi que les moyennes annuelles estimées sur les sites d'étude et mesurées sur les sites de référence.

#### Code couleur par rapport à l'objectif de qualité

		Moyenne campagne	Moyenne annuelle estimée du 30/06/20 au 29/06/21	Intervalle incertitude	
		en µg/m <sup>3</sup>	en µg/m <sup>3</sup>	Min	Max
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>Site automatique laboratoire mobile (contre-allée)</b>	26	28	24	32
	<b>Site automatique laboratoire mobile (route)</b>	27	29	25	33
	Autoroute A1 (trafic)	34	31*	-	-
	BP Est (trafic)	28	27*	-	-
	Paris 18 <sup>ème</sup> (fond)	19	18*	-	-
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>Site automatique laboratoire mobile (contre-allée)</b>	10	13	11	14
	Autoroute A1 (trafic)	17	15*	-	-
	BP Est (trafic)	15	13*	-	-
	Paris centre (fond)	11	9*	-	-

\* Moyenne annuelle mesurée du 30/06/20 au 29/06/21

Tableau 6 : Moyennes de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> pendant la campagne de mesure du 01/06 au 29/06/21, moyennes annuelles estimées sur les sites d'étude de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine, mesurées sur les stations de référence du réseau Airparif



### PM<sub>10</sub> :

Les sites d'étude, avec une concentration moyenne annuelle estimée en PM<sub>10</sub> de 28 et 29 µg/m<sup>3</sup>, présentent un risque peu probable de dépassement de l'objectif de qualité et pas de risque de dépassement de la valeur limite. Ces valeurs sont proches des moyennes annuelles des stations de référence (trafic). Cependant, **ces teneurs sont supérieures à la recommandation de l'OMS<sup>3</sup> fixée à 15 µg/m<sup>3</sup>.**

### PM<sub>2.5</sub> :

La concentration moyenne annuelle estimée en PM<sub>2.5</sub>, de 13 µg/m<sup>3</sup>, présente un risque certain de dépassement de l'objectif de qualité, tout comme les stations de référence (trafic) au cœur de l'agglomération parisienne.

La valeur cible (20 µg/m<sup>3</sup>) et la valeur limite (25 µg/m<sup>3</sup>) sont respectées. Cependant, **ces teneurs sont supérieures à l'objectif de qualité (10 µg/m<sup>3</sup>) et la recommandation de l'OMS<sup>4</sup> fixée à 5 µg/m<sup>3</sup>.**

## Synthèse des résultats en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>

Les profils horaires en particules PM<sub>10</sub> le long de l'avenue Charles de Gaulle montrent des profils similaires entre le site « route » et le site « contre-allée », avec une diminution des niveaux avec l'éloignement à la route (baisse de 4 % observée en 2021 contre 15% en 2018). **Les maxima horaires sont enregistrés lors des heures de pointe du matin (9-11h)** et les niveaux les plus faibles sont enregistrés la nuit (entre 1h et 5h) lors de l'activité moindre sur l'avenue Charles de Gaulle. Ces profils journaliers en particules fluctuent en partie en fonction de la circulation.

La part de remise en suspension de particules est importante et touche majoritairement la fraction la plus grossière des particules PM<sub>10</sub> (sources trafic routier et chantiers).

---

<sup>3</sup> Nouvelles recommandations OMS du 22 septembre 2021 (seuil OMS de 2005 : PM<sub>10</sub> 20 µg/m<sup>3</sup>)

<sup>4</sup> Nouvelles recommandations OMS du 22 septembre 2021 (seuil OMS de 2005 : PM<sub>2.5</sub> 10 µg/m<sup>3</sup>)

## 4. CONCLUSION

La période de l'étude est particulière en raison des mesures prises par le gouvernement pour lutter contre la **pandémie liée à la COVID-19** et la généralisation du télétravail.

Les régimes de vents étaient **essentiellement dispersifs pendant la campagne**. Les orages ont ménagé une assez longue période complètement sèche et souvent ensoleillée de 11 jours entre le 5 et le 15 juin.

**Comme en 2018 les mesures montrent une forte influence du trafic routier de la RN13.**

**Les observations de l'ensemble de la campagne de 2021 montrent globalement des concentrations plus élevées en bordure immédiate de l'axe RN13 avec une décroissance des niveaux dans les contre-allées.**

**Les mesures montrent l'influence de l'activité des chantiers le long de l'avenue Charles de Gaulle et du trafic routier qui génèrent de la remise en suspension de particules**, qui touche majoritairement la fraction la plus grossière des particules PM<sub>10</sub>.

**Le site en contre-allée 1, face au 22 avenue Charles de Gaulle, présente en 2021 des niveaux de NO<sub>2</sub> plus faibles que d'autres, ce qui était différents en 2018.** Ce changement de classe peut être expliqué en partie par le **réaménagement de cette zone lors la phase 1** du chantier. **Cette baisse n'est cependant pas observée en benzène** probablement en raison du parking deux roues implanté au droit du point du site de mesure (les deux roues étant d'important émetteur de composés organiques volatiles).

La **mise en place d'une « palissade »** face au 46 bis avenue Charles de Gaulle (non présente en 2018), peut expliquer la diminution relative des niveaux observés en NO<sub>2</sub> et en Benzène entre 2018 et 2021 (site route 4). Celle-ci **fait écran avec une partie des polluants émis par les émissions du trafic routier de la RN13.**

Les mesures réalisées le long de l'avenue Charles de Gaulle du 01/06 au 29/06/2021 ont permis d'établir une **comparaison par rapport aux normes en vigueur** pour le NO<sub>2</sub>, le benzène, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> (voir le Tableau 7).

	Site	Valeur limite annuelle	Risque de dépassement	Objectif de qualité	Risque de dépassement	Recommandation de l'OMS (du 22-09-2021)	Risque de dépassement
NO <sub>2</sub>	Route 2-12	40 µg/m <sup>3</sup>	Certain	40 µg/m <sup>3</sup>	Certain	10 µg/m <sup>3</sup>	Certain
	Route 4-10		Vraisemblable		Vraisemblable		
	Contre-allée 1-5-11		Peu probable		Peu probable		
	Contre-allée 7-8 En retrait de la place du marché 3		Pas de risque		Pas de risque		
Benzène	Route	5 µg/m <sup>3</sup>	Aucun	2 µg/m <sup>3</sup>	Aucun		
	Contre-allée		Aucun		Aucun		
PM <sub>10</sub>	Route	40 µg/m <sup>3</sup>	Aucun	30 µg/m <sup>3</sup>	Peu probable	15 µg/m <sup>3</sup>	Certain
	Contre-allée		Aucun		Peu probable		
PM <sub>2,5</sub>	Contre-allée	25 µg/m <sup>3</sup>	Aucun	10 µg/m <sup>3</sup>	Certain	5 µg/m <sup>3</sup>	Certain

Tableau 7 : Bilan du risque de dépassement en moyenne annuelle, au regard des moyennes annuelles estimées à partir des mesures de l'étude

# ANNEXES

## Annexe 1 : Les polluants réglementés

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

Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur des activités de combustion, notamment le trafic routier. Les émissions directes ou « primaires » d'oxydes d'azote (NOx) sont dues en grande majorité au trafic routier et au secteur résidentiel et tertiaire.

Il est également produit dans l'atmosphère à partir des émissions de monoxyde d'azote (NO), sous l'effet de leur transformation chimique en NO<sub>2</sub> (polluant « secondaire »). Les processus de formation du NO<sub>2</sub> sont étroitement liés à la présence d'ozone et d'autres oxydants dans l'air.



Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO<sub>2</sub>. Une diminution de la fonction pulmonaire est également associée aux concentrations actuellement mesurées dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. À des concentrations dépassant 200 µg/m<sup>3</sup>, sur de courtes durées, c'est **un gaz toxique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires.**



#### ENVIRONNEMENT

Ce gaz participe au phénomène des pluies acides, qui appauvrissent les milieux naturels et contribue à la formation de l'ozone troposphérique. Les NOx sont des précurseurs de l'ozone et participent à la chimie des particules.



#### TENDANCES 2009/2019



### NO<sub>2</sub>

Valeur limite annuelle : 40 µg/m<sup>3</sup>

Valeur limite horaire : 200 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois/an

Objectif de qualité annuel : 40 µg/m<sup>3</sup>

#### Recommandations OMS

(seuil de référence depuis le 22 septembre 2021)

Moyenne annuelle : 10 µg/m<sup>3</sup>

Moyenne 24 heures : 25 µg/m<sup>3</sup>

# Benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Le benzène est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). C'est un **polluant émis majoritairement par le trafic routier, plus particulièrement par les véhicules à motorisation essence dont les deux-roues motorisés**. Il est également présent à proximité des zones de stockage et de distribution de carburants, comme **les stations-services**. Le benzène peut être également émis lors de **la combustion de biomasse type chauffage au bois domestique**.



Le benzène est **cancérogène** pour l'homme.



## ENVIRONNEMENT

Le benzène a un effet indirect sur l'environnement puisque c'est un précurseur d'ozone qui perturbe la photosynthèse et provoque un impact négatif sur la végétation.



## TENDANCES 2009/2019



## Benzène



Valeur limite annuelle : 5 µg/m<sup>3</sup>

Objectif de qualité annuel : 2 µg/m<sup>3</sup>

## Particules

**PM<sub>10</sub>**  
**PM<sub>2,5</sub>**

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles. Une distinction est faite entre 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). Les particules PM<sub>10</sub> sont majoritairement formées de particules PM<sub>2,5</sub> : en moyenne annuelle, les PM<sub>2,5</sub> représentent environ 60 à 70 % des PM<sub>10</sub>. Les sources de particules sont multiples. Il existe, d'une part, des rejets directs dans l'atmosphère. Les sources majoritaires de particules primaires sont le secteur résidentiel et tertiaire (notamment le chauffage au bois), le trafic routier, les chantiers et l'agriculture. Elles peuvent également être d'origine naturelle (feu de forêt, sables...). Les sources de particules sont, d'autre part, indirectes : transformations chimiques de polluants gazeux qui réagissent entre eux pour former des particules secondaires, transport à travers l'Europe, ou encore remise en suspension des poussières déposées au sol.



Aux concentrations auxquelles sont exposées la plupart des populations urbaines et rurales des pays développés et en développement, les particules ont des effets nuisibles sur la santé. L'exposition chronique contribue à augmenter le risque de contracter des **maladies cardiovasculaires et respiratoires**, ainsi que des **cancers pulmonaires**.

Voir rapport de l'Anses - Particules de l'air ambiant extérieur - Effets sanitaires des particules de l'air ambiant extérieur selon les composés, les sources et la granulométrie.



## ENVIRONNEMENT

Les effets de **salissure** et de dégradation des monuments et bâtiments constituent les atteintes à l'environnement les plus visibles.



## TENDANCES 2009/2019



## PM<sub>10</sub>

Valeur limite annuelle : 40 µg/m<sup>3</sup>

Valeur limite journalière : 50 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 fois/an

Objectif de qualité annuel : 30 µg/m<sup>3</sup>

### Recommandations OMS

(seuil de référence depuis le 22 septembre 2021)

Moyenne annuelle : 15 µg/m<sup>3</sup>

Moyenne 24 heures : 45 µg/m<sup>3</sup>

## PM<sub>2,5</sub>

Valeur limite annuelle : 25 µg/m<sup>3</sup>

Objectif de qualité annuel : 10 µg/m<sup>3</sup>

### Recommandations OMS

(seuil de référence depuis le 22 septembre 2021)

Moyenne annuelle : 5 µg/m<sup>3</sup>

Moyenne 24 heures : 15 µg/m<sup>3</sup>

## Annexe 2 : Instrumentation de la campagne de mesures

### Les laboratoires mobiles

Le laboratoire mobile est un véhicule équipé d'appareils de mesures automatiques, permettant de documenter les concentrations horaires en particules ( $PM_{10}$  et ou  $PM_{2,5}$ )<sup>5</sup>.

Le fonctionnement d'un laboratoire mobile est identique à celui de l'ensemble des stations permanentes du réseau fixe d'Airparif et nécessite des lignes électriques ainsi que la maintenance régulière des analyseurs.



Figure 32 : Laboratoire mobile et exemple d'un laboratoire mobile accueillant des 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 des sources locales d'émissions.

<sup>5</sup> Mesure par jauge beta à l'aide des analyseurs automatiques de type BAM1020 (METONE), en prenant en compte la norme NF EN 12341 pour les  $PM_{10}$  et EN 14907 pour les  $PM_{2,5}$ .

## Les échantillonneurs passifs

La mise en œuvre d'échantillonneurs passifs<sup>6</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 et de benzène. 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.

Les mesures par tubes à diffusion passive consistent à piéger, par diffusion passive, le polluant recherché sur une grille imprégnée d'un réactif chimique spécifique. Les tubes sont fixés dans des abris de protection (Figure 33 et Figure 34). Ces abris, eux-mêmes fixés sur des supports dans l'environnement (poteau, candélabre...) à environ 2.5 mètres du sol, permettent de protéger l'échantillonneur de l'action directe 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.

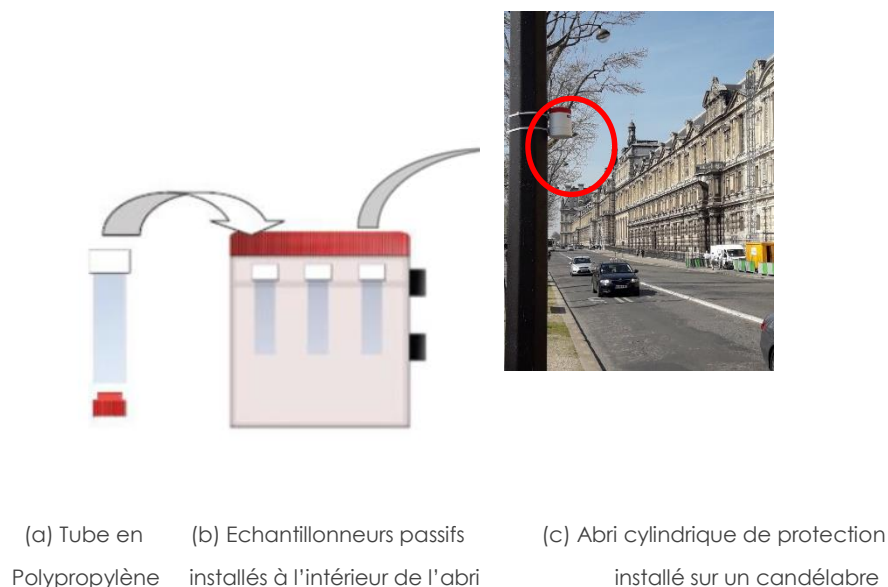


Figure 33 : Schéma d'implantation des tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote au sein de l'abri de protection



Figure 34 : Schéma d'implantation des tubes à diffusion passive de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> au sein de l'abri de protection

Pour l'ensemble des sites de mesure, les échantillonneurs passifs de NO<sub>2</sub> et C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont été exposés durant une semaine. Les échantillonneurs sont rebouchés hermétiquement, puis remplacés par des nouveaux à la fin

<sup>6</sup> Le fonctionnement métrologique des échantillonneurs passifs est fondé sur le piégeage du polluant recherché sur un support (le tube) contenant un réactif chimique spécifique au polluant, à l'aide du principe de diffusion passive de l'air ambiant.

de chaque série. Ils sont ensuite acheminés pour analyse en laboratoire à Airparif suivant des protocoles spécifiques au dioxyde d'azote<sup>7</sup> et au benzène. A l'issue de ces analyses, **une concentration moyenne pour chaque site de mesure** est établie pour les périodes d'exposition.

## Qualité de la mesure

Toute méthode de mesure, que ce soit 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 de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub>, l'incertitude acceptée pour chaque mesure horaire est de 25 %. Ce critère est intégré dans une démarche qualité pour laquelle Airparif a obtenu depuis 2001 l'accréditation « essai » du Cofrac pour l'ensemble de ses mesures horaires, que ce soit celles du réseau fixe francilien ou pour les campagnes de mesures.

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 et 30% pour le benzène. Ces critères de qualité ont été vérifiés pour le dioxyde d'azote et le benzène à l'aide d'un protocole d'évaluation de l'incertitude<sup>8</sup>, notamment dans le cadre de l'étude au voisinage de l'échangeur autoroutier de la Porte de Bagnolet<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Spectrophotométrie d'absorption dans le visible.

<sup>8</sup> NF ISO 13752 : « Evaluation de l'incertitude d'une méthode de mesurage sur site en utilisant une seconde méthode comme référence », 1998.

<sup>9</sup> « Caractérisation de la qualité de l'air au voisinage d'un échangeur autoroutier urbain. L'échangeur entre le Boulevard Périphérique et l'autoroute A3 au niveau de la Porte de Bagnolet », AIRPARIF, décembre 2004.

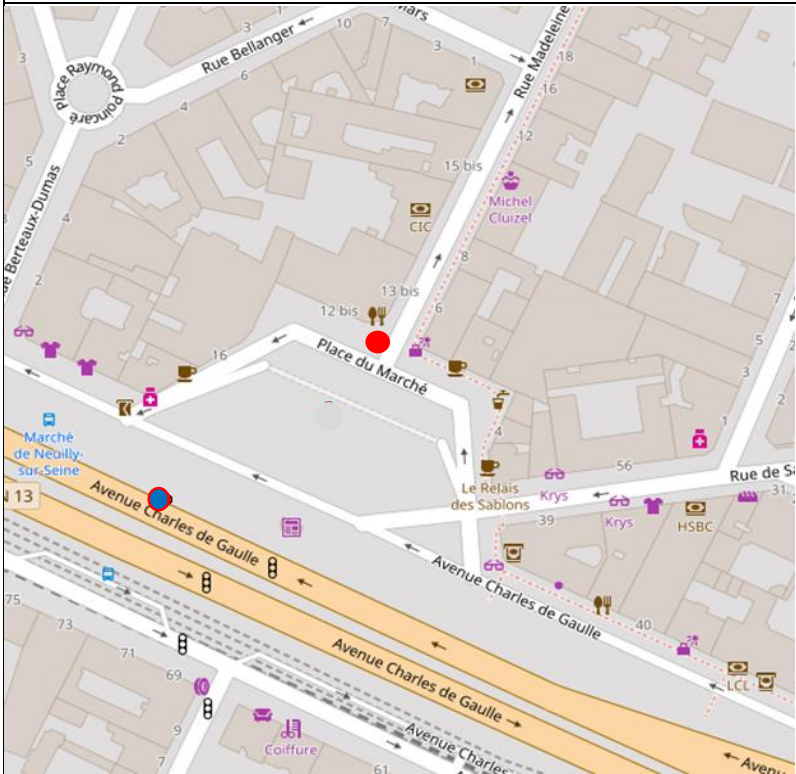



## Annexe 3 : Emplacements des sites de mesures

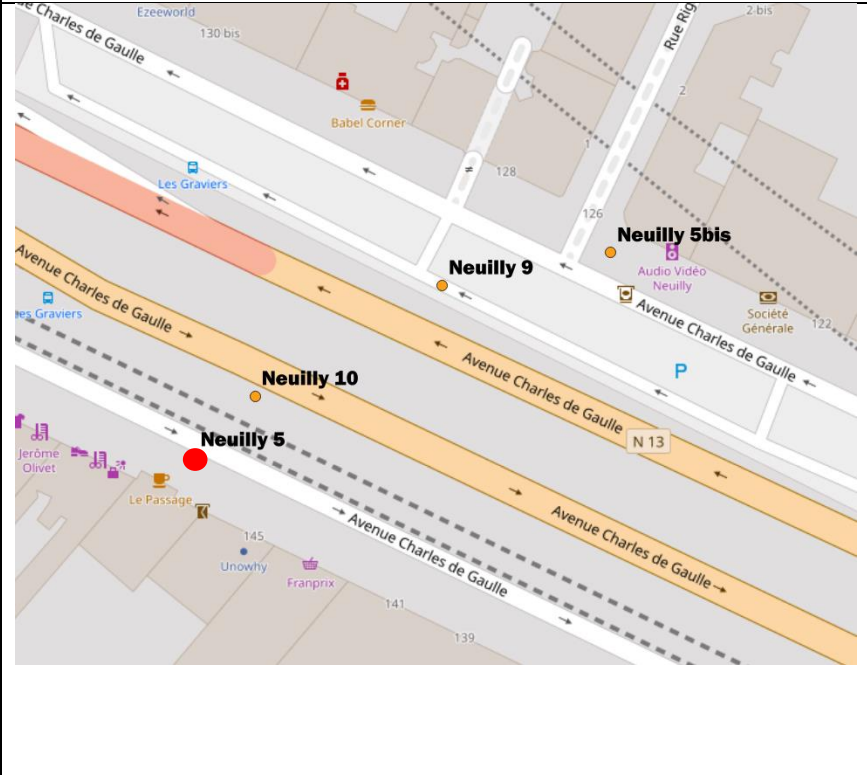

<p>Site contre-allée N°1</p>	
<p>Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1 tube)</p> <p>Support : Poteau mis en place provisoirement schématisé en pointillés rouge sur la photo.</p>	<p>Adresse : face au 22 avenue Charles de Gaulle Neuilly-sur-Seine</p>
	 <p>Mise en place d'un poteau support pour les tubes passif schématisé en pointillé rouge sur la photo. Fixé sur le poteau du mobilier urbain.</p>

Site route N°2	Positionnement des tubes passif au niveau de l'encadré rouge.
Polluants : NO <sub>2</sub> (1 tube), C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (1tube) Support : candélabre N°095-009-01/095-009-02 (N°47)	Adresse : 47 avenue Charles de Gaulle Neuilly-sur-Seine



<p>Site N°3</p>	
<p>Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube) Support : candélabre N° 087-002-01</p>	<p>Adresse : place du marché /rue madeleine Neuilly-sur-Seine</p>
	

<p>Site route N°4</p>	
<p>Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube) Support : candélabre N° 033-013-03 (N°46 bis)</p>	<p>Adresse : face au 46 bis avenue Charles de Gaulle / place du marché Neuilly-sur-Seine</p>
	<p>Tube positionné en limite haute de la palissade</p> 

<p>Site contre-allée N°5</p>	
<p>Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube)</p> <p>Support : poteau de signalisation</p>	<p>Adresse : 147 avenue Charles de Gaulle</p> <p>Neuilly-sur-Seine</p>
	

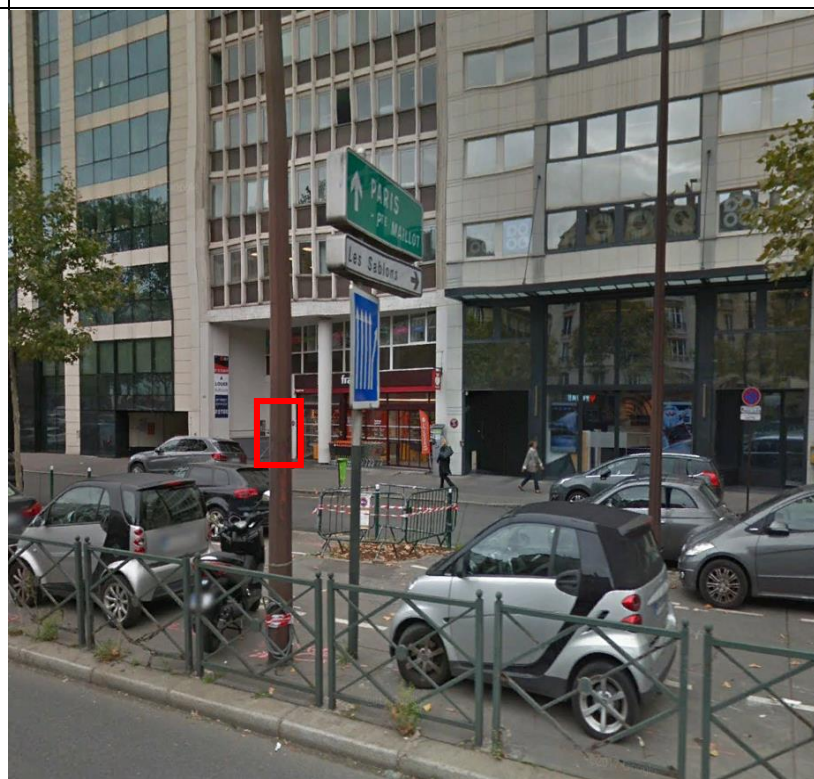
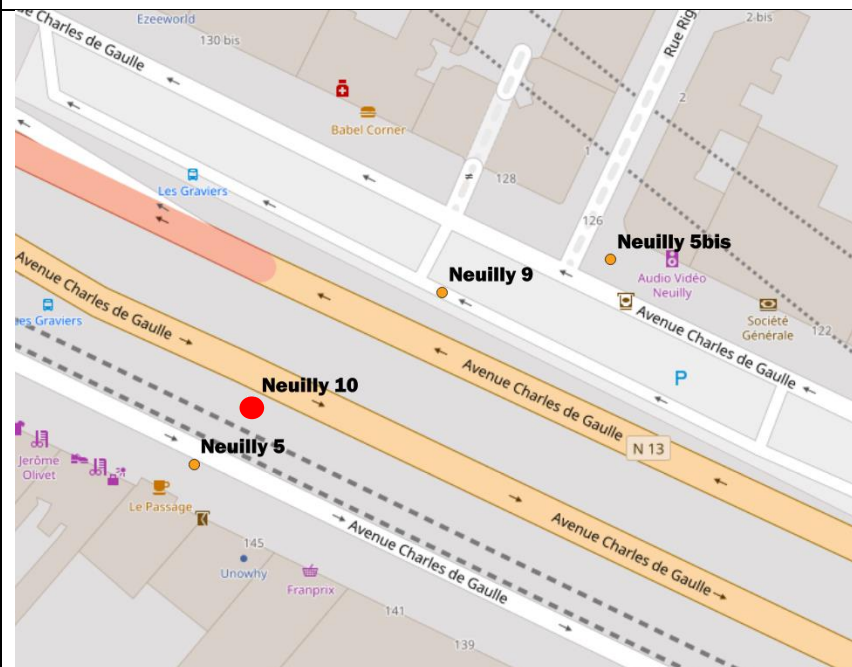
Site route N°10

Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube)

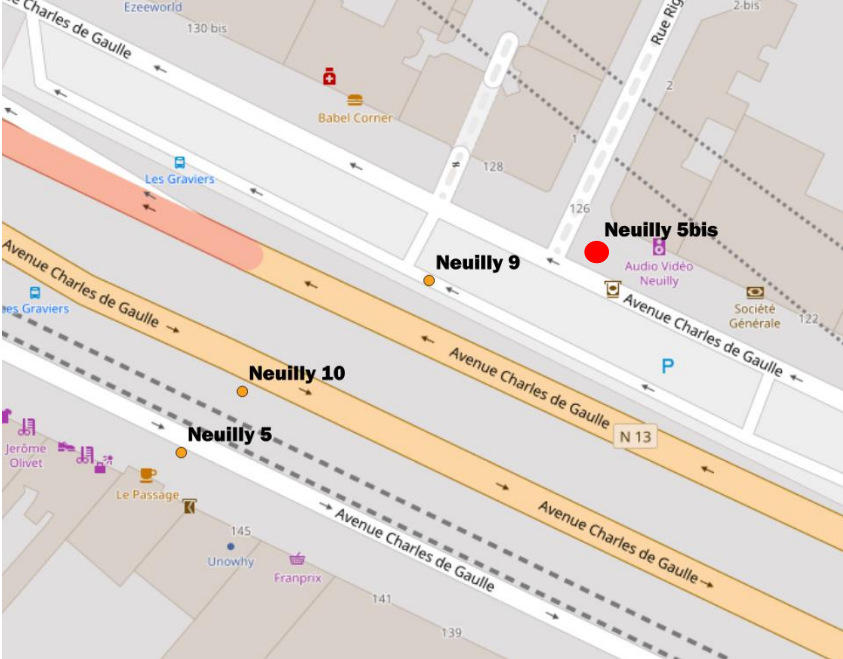

Support : candélabre N° 033-043-01/033-043-02

Adresse : 147 avenue Charles de Gaulle

Neuilly-sur-Seine



La manipulation des poubelles pouvant engendrer une chute des tubes passifs, le site N°6 instrumenté en 2018 a été remplacé en 2021, pour la mesure du NO<sub>2</sub> et du C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, par le site contre-allée 11

Site contre-allée N°5 bis (6)	
Polluants : NO <sub>2</sub> (1 tube), C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (1tube) Support : poteau miroir derrière le panneau sorti de camions	Adresse : 124 avenue Charles de Gaulle Neuilly-sur-Seine
	



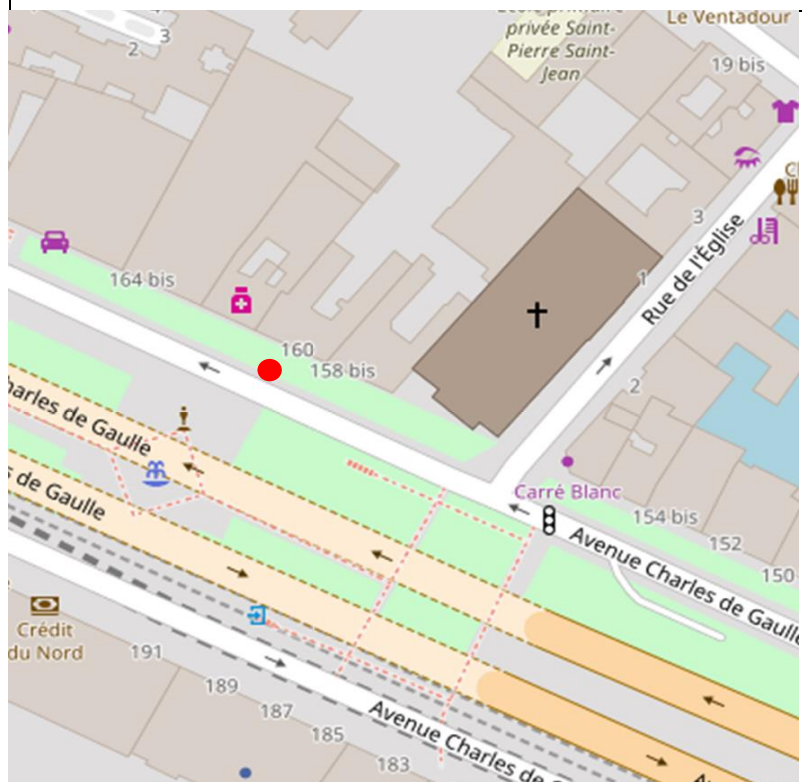
Site remplacé en 2021 par le site route 12 en 2021

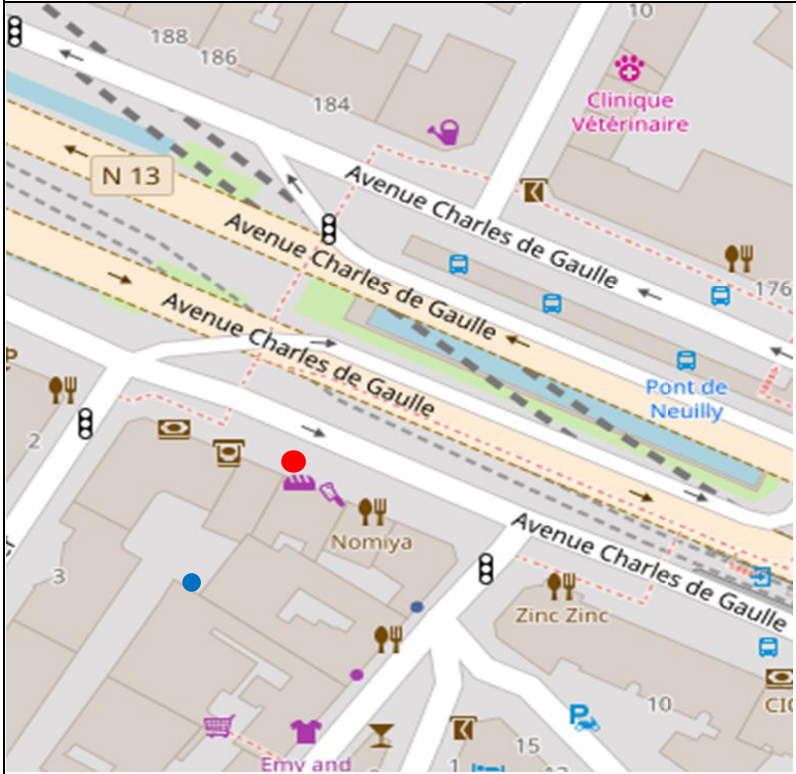

Site route N°9	Typologie :
Polluants : NO <sub>2</sub> (1 tube), C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (1tube) Support : poteau N° 047	Adresse : 128 avenue Charles de Gaulle Neuilly-sur-Seine
	

Site contre-allée N°7

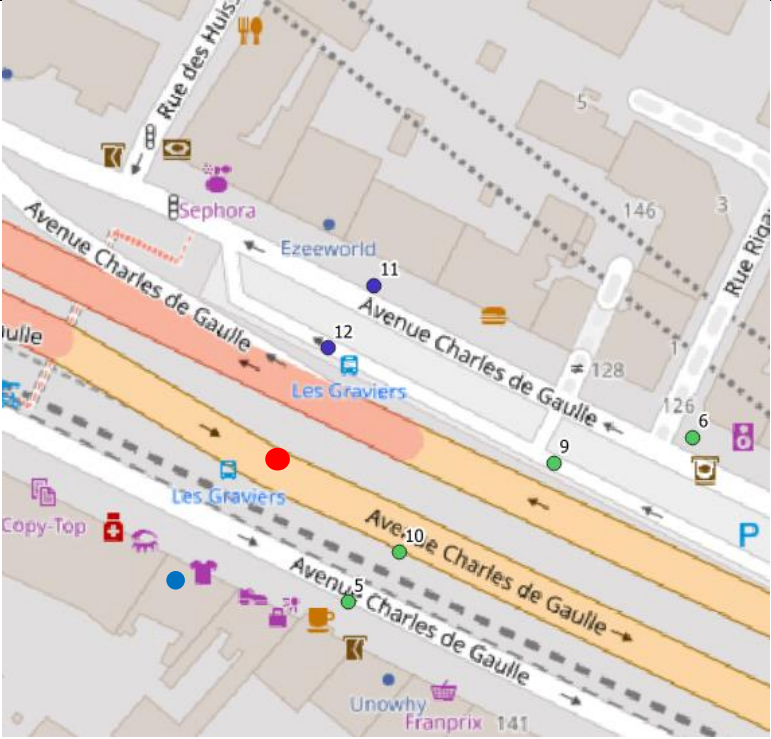


Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube)  
Support : candélabre N° 077-099-03

Adresse : 160 avenue Charles de Gaulle  
Neuilly-sur-Seine



<p>Site contre-allée N°8</p>	
<p>Polluants : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube) Support : candélabre N° 095-113-03</p>	<p>Adresse : 215 avenue Charles de Gaulle Neuilly-sur-Seine</p>
	

**Emplacements des laboratoires mobiles :**

<p>Site contre-allée N°11 et site route N°12</p>	
<p>Polluants :</p> <p>Site11 : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube), PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub></p> <p>Site12 : NO<sub>2</sub> (1 tube), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (1tube) et PM<sub>2,5</sub></p>	<p>Adresse : 132 avenue Charles de Gaulle – Neuilly-sur-Seine</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="920 528 1261 1158"> <p>Route N°12</p>  </div> <div data-bbox="1261 528 1675 1158"> <p>Contre-allée N°11</p>  </div> </div>

## Annexe 4 : Détail des concentrations mesurées en dioxyde d'azote

Afin de comparer les teneurs de NO<sub>2</sub> sur le domaine avec les niveaux mesurés dans l'agglomération parisienne, les moyennes correspondantes de NO<sub>2</sub> de plusieurs stations automatiques de référence du réseau Airparif (mesures automatiques) sont reportées dans le Tableau 8.

Concentration en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
Typologie	Station	Moyenne
Trafic routier	Autoroute A1 - Saint-Denis	57
Trafic routier	BP - Porte d'Auteuil	68
Trafic routier	Place Victor Basch (Paris 14 <sup>ème</sup> )	45
Trafic routier	BP Est	54
Trafic routier	Boulevard Sault (Paris 12 <sup>ème</sup> )	27
Trafic routier	Quai des Célestins (Paris 4 <sup>ème</sup> )	47
Trafic routier	Boulevard Haussmann	32
Trafic routier	Place de l'Opéra	39
Trafic routier	RN2 - Pantin	44
Fond	Neuilly-sur-Seine	19

Tableau 8 : Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> sur la campagne, en µg :M3, sur les stations de référence du réseau AIRPARIF

Les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> mesurées sur chacun des sites pour chacune des semaines de mesure sont présentées dans le Tableau 9.

Concentration en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )							
Site	Implantation	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne	Ecart-type
1	Contre-allée	49	-	25	41	38	12
2	Route	51	47	75	43	54	14
3	Place du marché*	22	22	27	23	23	2
4	Route	44	49	41	39	43	4
5	Route	33	24	45	33	34	9
7*	Contre-allée	24	22	21	19	21	2
8	Route	28	27	34	28	29	3
10	Route	42	31	60	43	44	12
11	Contre-allée	36	39	30	32	34	4
12	Route	54	60	40	40	48	10

\* En retrait de la place du marché

Tableau 9 : Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> mesurées sur chacun sites

La Figure 35 ci-dessous présente les résultats de mesure en NO<sub>2</sub> par site, par semaine mis en parallèle des secteurs de vent sur la période de mesure considérée (source Météo France, mesures de Paris-Montsouris). Sont aussi indiqués les résultats de mesure en NO<sub>2</sub> des sites de référence.

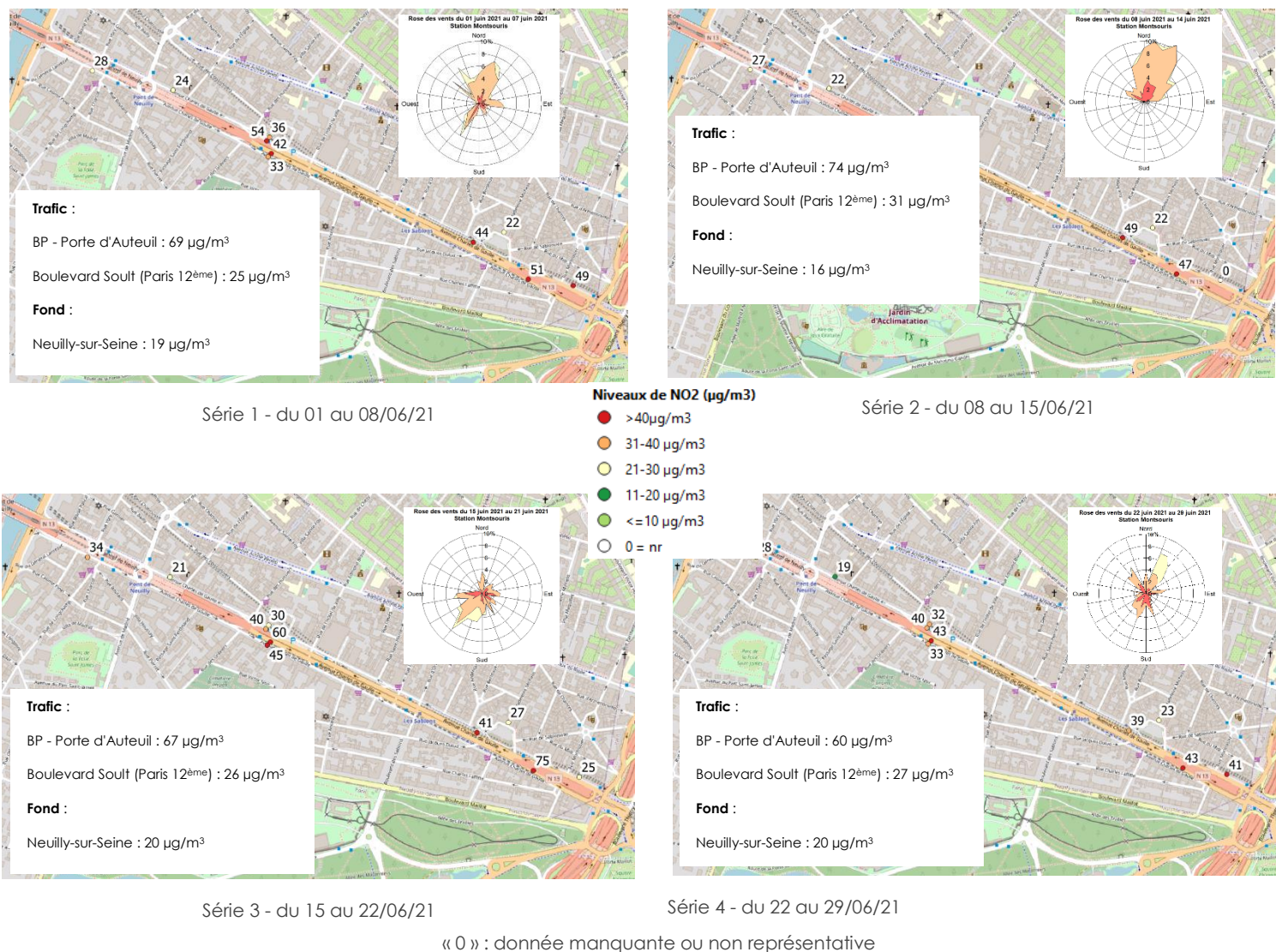


Figure 35: Niveaux moyens de NO<sub>2</sub> et roses de vent, par semaine, du 01/06 au 29/06/21 [source des données de vent : Météo France] [fond de carte : Open Street Map]

Les régimes de vents étaient **essentiellement dispersifs tout au long de la campagne**, avec des vitesses de vent majoritairement comprises entre 2 et 4 m/s.

Les concentrations enregistrées par semaine sont essentiellement en lien avec les conditions météorologiques observées. Les teneurs observées lors de la série 4 ont été légèrement plus faibles que lors des trois autres semaines. Ces tendances sont en adéquation avec celles observées sur les stations placées à proximité du trafic routier dans l'agglomération parisienne.

## Annexe 5 : Détail des concentrations mesurées en benzène

Les concentrations moyennes en benzène mesurées sur chacun des sites pour chacune des semaines de mesure sont présentées dans le Tableau 10.

Concentration en Benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
Site	Implantation	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne	Ecart-type
1	Contre-allée	1.0	-	0.8	0.9	<b>0.9</b>	0.1
2	Route	1.1	1.0	0.9	1.0	<b>1.0</b>	0.1
3	Place du marché*	0.5	0.5	0.4	0.4	<b>0.5</b>	0.1
4	Route	0.9	0.8	0.7	0.7	<b>0.8</b>	0.1
5	Contre-allée	0.9	0.7	0.8	0.8	<b>0.8</b>	0.1
7	Contre-allée	0.5	0.5	0.4	0.4	<b>0.5</b>	0.1
8	Contre-allée	0.5	0.4	0.5	0.5	<b>0.5</b>	0.1
10	Route	0.9	0.7	0.8	0.8	<b>0.8</b>	0.1
11	Contre-allée	0.8	1.0	0.6	0.7	<b>0.8</b>	0.1
12	Route	1.0	1.0	0.5	0.8	<b>0.8</b>	0.2

\* En retrait de la place du marché

Tableau 10 : Concentrations moyennes en Benzène sur la campagne, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sur les différents sites

Afin de comparer les teneurs de benzène sur le domaine avec les niveaux mesurés dans l'agglomération parisienne, les moyennes correspondantes de benzène de plusieurs stations automatiques de référence du réseau Airparif (mesures automatiques) sont reportées dans le Tableau 11.

Station	Typologie	Moyenne en benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Place Victor Basch (Paris 14 <sup>ème</sup> )	Trafic	1.7
Place de l'Opéra	Trafic	1.4
RN2 - Pantin	Trafic	1.0
Paris Centre 4 <sup>ème</sup>	Fond	0.4
Vitry-sur-Seine	Fond	0.4
Gennevilliers	Fond	0.4

Tableau 11 : Concentrations moyennes en benzène sur la campagne, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sur les stations de référence du réseau Airparif

La Figure 36 ci-dessous présente les résultats de mesure en benzène par site, par semaine mis en parallèle des secteurs de vent sur la période de mesure considérée (source Météo France, mesures de Paris-Montsouris).



Figure 36: Niveaux moyens de Benzène et roses de vent, par semaine, du 01/06 au 29/06/21 [source des données de vent : Météo France] [fond de carte : Open Street Map]

Les régimes de vents étaient **essentiellement dispersifs tout au long de la campagne**, avec des vitesses de vent majoritairement comprises entre 2 et 4 m/s. En raison de ces conditions météorologiques dispersives durant la campagne les concentrations observées en benzène sont de manière générale stables d'une semaine à l'autre.



## Annexe 6 : Estimation de la concentration moyenne annuelle (méthodologie)

Les conditions de dispersion observées lors de la réalisation des séries de mesure n'étant que partiellement représentatives des situations dispersives 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 servent de référence.

Une « fonction de transfert » est établie tout d'abord en comparant les moyennes du polluant calculées aux stations permanentes durant les semaines de campagne, avec celles calculées sur toute l'année. Cette « fonction de transfert » permet de passer, pour chaque station permanente, de sa moyenne sur la période de campagne à sa moyenne annuelle. Cette fonction est appliquée ensuite aux moyennes du polluant obtenues sur chacun des sites de mesure instrumentés dans le secteur d'étude durant la campagne, afin d'évaluer la concentration annuelle de chaque point de mesure.

La concentration annuelle ainsi déterminée est nécessairement obtenue avec une incertitude. Celle-ci provient notamment de l'incertitude des appareils de mesure, ainsi que de l'incertitude associée au calcul qui permet de déduire la moyenne annuelle à partir des résultats de l'étude. Le niveau annuel ainsi 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.

Pour évaluer précisément le risque de dépassement d'une valeur limite ou d'un objectif de qualité sur les différents sites de mesure, il est nécessaire de prendre en compte l'incertitude de X% associée à l'évaluation de la moyenne annuelle. 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 les valeurs réglementaires ne peut se faire qu'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 la valeur réglementaire considérée. Le risque est maximal, c'est-à-dire que le dépassement de la valeur réglementaire est certain, lorsque le niveau annuel estimé est supérieur de X% à cette valeur. Entre ces deux extrêmes, le risque de dépassement augmente statistiquement et de façon continue avec le niveau moyen annuel estimé. On peut néanmoins distinguer deux grandes classes de risque qui permettent de qualifier globalement la situation au regard des valeurs réglementaires (VR). Un risque de dépassement dit « vraisemblable » existe lorsque le niveau moyen annuel estimé se situe dans l'intervalle [VR - X%\*VR ; VR + X%\*VR].

Par exemple, la valeur limite du NO<sub>2</sub> est de 40 µg/m<sup>3</sup>. Si l'incertitude associée à l'estimation de la concentration moyenne annuelle est de 20% : il n'y a pas de risque de dépassement pour un niveau annuel estimé inférieur à 32 µg/m<sup>3</sup>, le risque est maximal pour un niveau annuel estimé supérieur à 48 µg/m<sup>3</sup>, le risque de dépassement est vraisemblable entre 32 et 48 µg/m<sup>3</sup>.