



Campagnes de mesure de la qualité de l'air

LE LONG DE L'AVENUE CHARLES DE GAULLE À NEULLY-SUR-SEINE
- MAI/OCTOBRE 2018 -



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

**CAMPAGNES DE MESURE DE LA QUALITÉ DE
L'AIR LE LONG DE L'AVENUE CHARLES DE
GAULLE À NEUILLY-SUR-SEINE
- MAI/OCTOBRE 2018 -**

Janvier 2019

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 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 premiers travaux devraient débuter à l'hiver 2018/2019.

Au cours de l'année 2018, Airparif a réalisé plusieurs campagnes de mesure afin d'évaluer la qualité de l'air le long de l'avenue Charles de Gaulle. Les campagnes de mesure se sont déroulées en trois volets, de mai à octobre, et ont donné lieu à trois rapports différents :

- Mesures de comptage de particules réalisées le 17 mai 2018
- Mesures de NO₂ et de benzène du 5 juin au 3 juillet
- Mesures de particules du 3 septembre au 7 octobre

Ce rapport compile les rapports des différentes campagnes de mesure.

SOMMAIRE

MESURES DE COMPTAGES DE PARTICULES À NEUILLY-SUR-SEINE..... 1

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	1
2. ÉQUIPEMENTS DE MESURE – PLAN D'ECHANTILLONNAGE	2
3. RESULTATS DE MESURE	3
3.1. VARIABILITE DU NOMBRE DE PARTICULES LE LONG DE LA RN13	4
3.2. VARIABILITE DU NOMBRE DE PARTICULES EN S'ELOIGNANT DE L'AXE	5
CONCLUSION	8

MESURES DE DIOXYDE D'AZOTE ET DE BENZÈNE À NEUILLY-SUR-SEINE..... 10

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	10
2. EQUIPEMENTS DE MESURE – PLAN D'ECHANTILLONNAGE	11
3. METEO ET QUALITE DE L'AIR EN ILE-DE-FRANCE	12
4. RESULTATS DES MESURES	13
4.1. SITES PLACES LE LONG DE L'AVENUE CHARLES DE GAULLE.....	15
4.2. VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN S'ELOIGNANT DE L'AXE	16
4.3. VARIATIONS DES CONCENTRATIONS PENDANT LA CAMPAGNE.....	17
5. ESTIMATIONS DES NIVEAUX MOYENS ANNUELS	19
6. COMPARAISON AVEC LES MESURES DE COMPTAGE.....	20
CONCLUSION	20

MESURES DE PARTICULES À NEUILLY-SUR-SEINE..... 22

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	22
2. EQUIPEMENTS DE MESURE – PLAN D'ECHANTILLONNAGE	22
3. METEO ET QUALITE DE L'AIR EN ILE-DE-FRANCE	24

4. RESULTATS.....	26
4.1. COMPARAISON AVEC LES STATIONS DU RESEAU	27
4.1.1. PM ₁₀	27
4.1.2. PM _{2,5}	28
4.2. VARIABILITE TEMPORELLE.....	28
4.2.1. Variabilité des concentrations horaires pendant la campagne de mesure	28
4.2.2. Variabilité hebdomadaire.....	29
4.2.3. Variabilité journalière	30
4.3. ZOOM SUR UN EVENEMENT PARTICULIER	30
5. COMPARAISON AVEC LES MESURES DE COMPTAGE DE PARTICULES, DE NO ₂ ET DE BENZENE	32
6. ESTIMATIONS DES NIVEAUX MOYENS ANNUELS	32
CONCLUSION	33
CONCLUSION GENERALE.....	36

MESURES DE COMPTAGES DE PARTICULES À NEUILLY-SUR-SEINE

1. Contexte et objectifs de l'étude

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. Elle mène dans ce cadre, en 2018, une vaste campagne de mesure du NO₂ au voisinage des axes franciliens majeurs franciliens, dont fait partie l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine. De plus, ce programme de surveillance prévoit un accompagnement des territoires pour l'accompagnement 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 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 de rencontres et de convivialité et restaurer également les liens entre le nord et le sud de la Ville. Ce projet, rendu possible par le reclassement obtenu en 2017 des contre-allées de l'Etat à la Ville, a fait l'objet d'une concertation auprès des Neuilléens au printemps 2017 ainsi que d'une enquête publique en janvier 2018. Les premiers travaux devraient débuter à l'hiver 2018/2019.

Airparif a proposé de renforcer le plan d'échantillonnage, prévu dans le cadre de sa campagne, le long de l'Avenue Charles de Gaulle, de manière à évaluer finement la variabilité des niveaux de dioxyde d'azote le long de l'Avenue Charles de Gaulle avant les travaux, ainsi qu'en s'éloignant perpendiculairement à l'axe central de circulation.

En complément des mesures de NO₂, des mesures de benzène et de particules sont également réalisées. En effet, ces polluants sont problématiques en Ile-de-France, du fait du dépassement des valeurs limites réglementaires.

Cette note présente les résultats de comptages des particules réalisés sur le secteur.

2. Équipements de mesure – Plan d'échantillonnage

La caractérisation de la qualité de l'air sur le secteur et de sa variabilité a été assurée par la mise en œuvre de mesures de comptage de particules sur une journée. Ce sont des mesures indicatives, car il n'existe pas de normes ni de valeurs de référence réglementaires. Ce comptage va néanmoins permettre d'obtenir des informations sur la variation du nombre de particules le long de l'Avenue Charles de Gaulle et en s'éloignant de la voie.

Les points ont été choisis de manière à évaluer l'impact du trafic à plusieurs endroits : aux entrées et sorties de l'avenue Charles de Gaulle (A, B, I, J), au niveau de la place du Marché (C, D) et sur un transect au milieu de l'avenue (E, F, G, H). Les adresses et photos des emplacements sont précisées en annexe 1.



Figure 1 : Carte de l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine avec les 10 sites de mesures de comptage de particules

Les mesures ont été réalisées à l'aide de deux compteurs optiques de particules de type Dust-Track qui mesurent des particules très fines et ultrafines de diamètre compris entre 0.02 et 1 micron. Ces appareils délivrent une donnée par seconde.

Ces appareils ont mesuré le nombre de particules pendant 15 minutes sur chaque site, simultanément sur deux sites différents. Ces mesures ont été réalisées à hauteur de respiration humaine. Les résultats de ces mesures sont indicatifs et ne reflètent pas les concentrations en PM_{10} .

Les mesures ont été réalisées le jeudi 17 mai 2018. Ce jour-là, le temps était sec, avec un vent modéré de secteur nord-est. La qualité de l'air était « moyenne ». Un indice 5 pour les particules PM_{10} a été relevé, avec des concentrations maximales comprises entre 30 et 40 $\mu g/m^3$.

Afin de s'assurer la bonne fiabilité des résultats obtenus, les deux compteurs de particules ont été placés au même endroit à deux reprises (site F et site D), pour vérifier qu'ils obtenaient le même résultat. Ces deux tests ont effectivement montré des résultats similaires, ce qui nous assure la fiabilité des comparaisons entre sites.

3. Résultats de mesure

Les valeurs moyennes, maximales et minimales mesurées sur chacun des sites sont présentés dans le tableau 1.

Heure de mesure	Compteur de particules 1			Compteur de particules 2				
	Site	moyenne (nombre de particules par cm ³)	min	max	Site	moyenne (nombre de particules par cm ³)	min	max
11:40	C	53181	8410	164000	D	25946	4500	162000
12:09	B	10931	4890	46600	A	18419	7180	76600
12:24	E	10484	6000	20800	F	10701	6680	91400
12:55	G	9936	4380	103000	H	22911	4920	181000
13:48	I	19668	6350	226000	J	10640	4490	74100
14:43	F	16007	7100	185000	F	13426	6190	139000
16:07	C	11477	7660	35200	D	29196	8580	136000
16:26	D	27527	9100	265000	D	25525	8480	182000

Tableau 1 : Valeurs moyennes, minimales et maximales en nombre de particules par cm³ mesurées par les deux compteurs de particules sur les différents sites

La comparaison de tous les sites entre eux est délicate car les mesures n'ont été réalisées au même moment, et sur des périodes de 15 minutes, ce qui n'est pas représentatif d'une journée entière.

Néanmoins, les observations suivantes peuvent être tirées de ces mesures :

- Le site C, situé sur la place du marché, a enregistré un nombre de particules sensiblement plus élevés que les autres sites, lors des mesures du matin (50000 particules/cm³). Ces mesures sont influencées par des travaux de voirie à proximité du site.
- Les sites A, D et H, implantés en bordure de l'axe central de la RN13, présentent des niveaux similaires, et les nombres moyens de particules les plus forts, compris entre 18000 et 29000 particules/cm³. Le site I, implanté sur une contre-allée, relève un nombre de particules du même ordre de grandeur.
- Les sites F et B, bien que placés au bord de l'avenue, présentent des niveaux moyens en nombre de particules plus faibles, compris entre 11000 et 16000 particules/cm³, du même ordre de grandeur que ceux des sites plus éloignés. En revanche, ces sites ont présenté des maxima bien plus élevés que ceux des sites plus en retrait de la route nationale. La configuration particulière de ces sites est étudiée dans le paragraphe suivant.
- Les nombres moyens de particules les plus faibles, de l'ordre de 10000 particules/cm³, ont été obtenus sur les sites plus éloignés de la partie centrale de la RN13 (sites C, E et G et J). Ces sites placés en retrait présentent également de plus faibles variations du nombre de particules, car moins soumis à l'influence du trafic.

Globalement, les niveaux moyens obtenus sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés à proximité du trafic routier lors d'une précédente étude menée par Airparif¹. Dans cette étude, qui mesurait le nombre de particules sur quatre parcours réalisés en tricycle (Rue de Rivoli, Avenue Daumesnil, Port de l'Arsenal, et les « Quais » Rive Droite), les niveaux moyens étaient compris entre environ 30 000 et 50 000 particules par cm³.

Les profils observés présentent une grande variabilité du fait du pas de temps très court de la mesure (1 seconde) et de la variabilité importante des sources des émissions de particules en proximité du trafic routier.

Les analyses suivantes sont réalisées sur la comparaison des résultats mesurés simultanément sur deux sites de mesure.

3.1. Variabilité du nombre de particules le long de la RN13

Comparaison des sites A et B :

Les sites A et B sont placés de part et d'autre de l'avenue Charles de Gaulle, à l'extrémité Est, près de la Porte Maillot. Le site A a présenté des niveaux moyens près de deux fois supérieurs à ceux du site B. Cette différence de niveaux est possiblement due au flux de véhicules plus important à proximité du point A que du point B au moment de la mesure, mais également à la proximité du bâtiment qui peut limiter la dispersion des particules, contrairement au site B, beaucoup plus aéré. Le site A est également plus proche du périphérique et de la Porte Maillot.

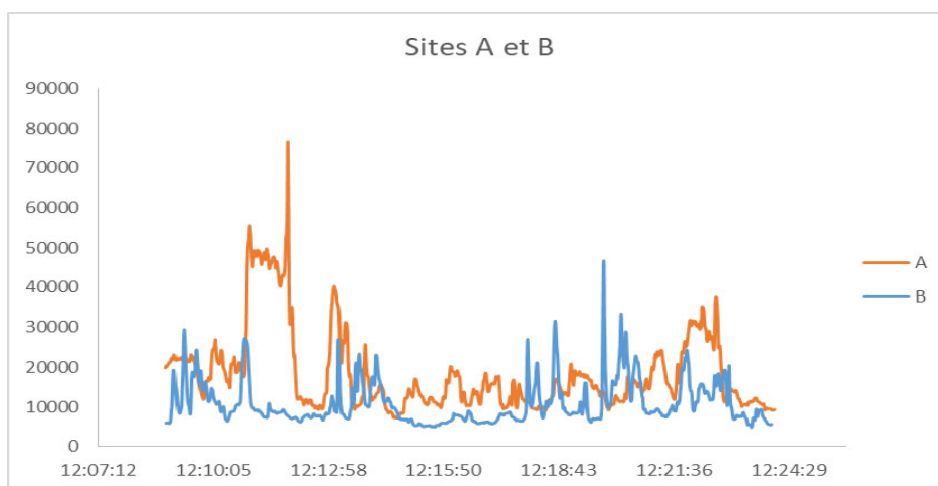


Figure 2 : Évolution du nombre de particules sur les sites A et B (pas de temps 10s)

Comparaison des sites I et J :

Les sites I et J sont placés de part et d'autre des contre-allées de l'avenue Charles de Gaulle, côté Seine. A cet endroit, l'axe central de l'Avenue Charles de Gaulle est en partie souterraine. Le site I présente une variabilité temporelle beaucoup plus importante que le site J en début de période de mesure (Figure 3). Sur les 10 minutes suivantes, le nombre de particules et le profil temporel sont assez proches sur les deux sites. En moyenne, le site I a présenté des niveaux moyens près de deux fois supérieurs à ceux du site J. Cette différence de niveaux peut s'expliquer par un flux de véhicules plus important à proximité du point I au moment de la mesure, ainsi que par la présence de sources potentielles de particules à proximité (grille d'évacuation de l'air du métro, située à une dizaine de

¹ Airparif, *Influence des aménagements de voirie sur l'exposition des cyclistes à la pollution atmosphérique*, 2009.

mètres). A l'inverse, le point J est placé à proximité d'une large partie piétonne très ouverte permettant la dispersion des particules, et de la gare routière présentant un trafic plus intermittent que la route.

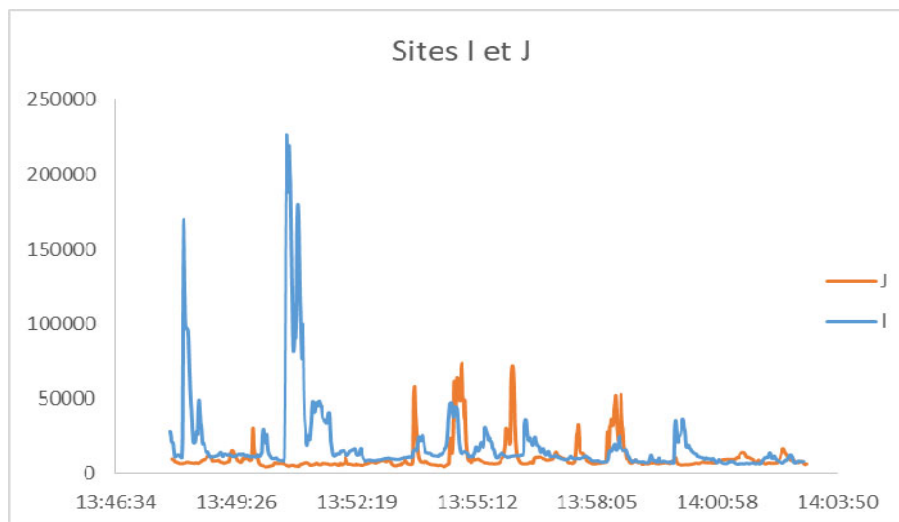


Figure 3 : Évolution du nombre de particules sur les sites I et J (pas de temps 10 s)

3.2. Variabilité du nombre de particules en s'éloignant de l'axe

Comparaison des sites C et D :

Le site C est situé en retrait sur la place du marché, à environ 50 mètres de la RN13, tandis que le site D est situé au bord de la RN13. Une première mesure a été réalisée le matin du 17 mai et montre une variabilité temporelle très grande et un nombre moyen de particules deux fois plus élevé au niveau du point C que du point D (Figure 4). Cependant, des travaux de voiries avaient lieu à ce moment à côté du point C, rue Madeleine Michélin.

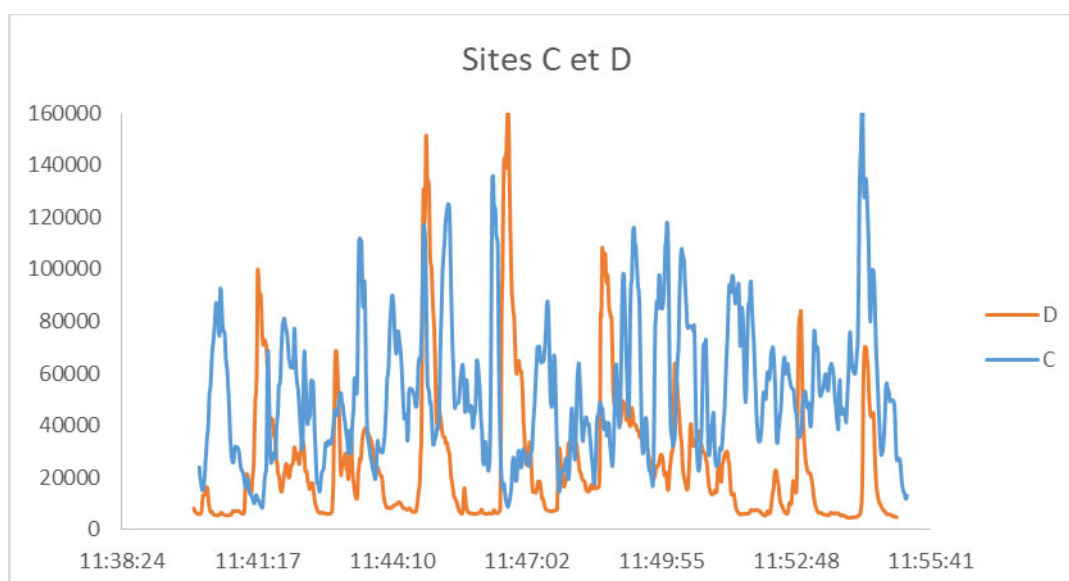


Figure 4 : Évolution du nombre de particules sur les sites C et D, le matin au moment de travaux de voirie (pas de temps 10s)

Une seconde mesure a été réalisée sur ces deux points l'après-midi, au moment où les travaux étaient terminés. Le nombre de particules a alors été deux fois plus élevé sur le site D (équivalent avec les

niveaux du matin) que sur le site C (divisé par 5 par rapport au matin). Le site C présente également beaucoup moins de variations temporelles (Figure 5). Ces résultats s'expliquent par le fait que les niveaux de pollution décroissent rapidement en s'éloignant d'un axe routier, en particulier dans les 10 premiers mètres. Ils illustrent également l'influence d'un chantier sur les particules.

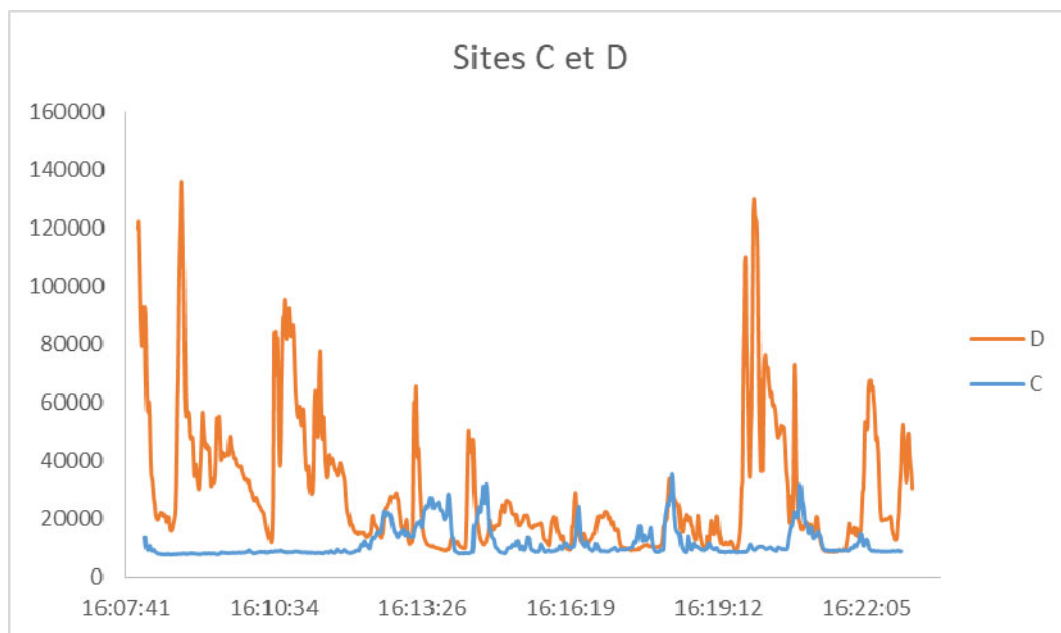


Figure 5 : Évolution du nombre de particules sur les sites C et D, l'après-midi en conditions normales (pas de temps 10s)

Comparaison des sites E et F :

Le site F est placé en bordure immédiate de la RN13, et le site E au même niveau mais sur la contre allée, à environ 18 mètres de l'avenue. Le nombre moyen de particules mesuré a été le même sur les deux sites. A l'exception de quelques valeurs élevées relevées sur le site F, pouvant être liées au passage d'un véhicule, ces deux sites présentent un profil temporel très proche et une variabilité globalement beaucoup plus faible que sur les autres sites (Figure 6). Ces faibles niveaux peuvent s'expliquer par un trafic routier moindre à cet endroit au moment des mesures.

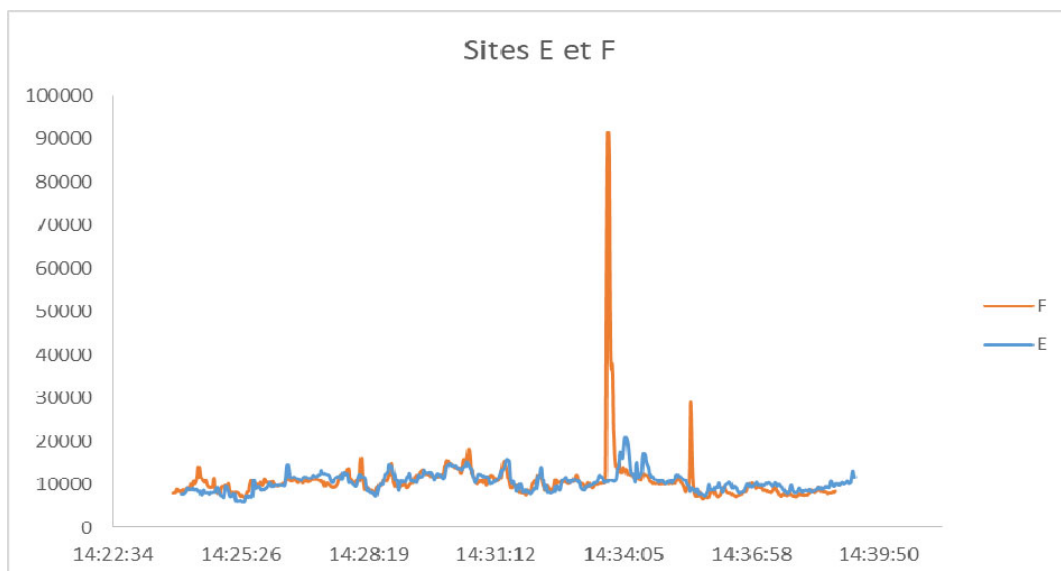


Figure 6 : Évolution du nombre de particules sur les sites E et F (pas de temps 10s)

Comparaison des sites G et H :

Le site H est placé en bordure immédiate de la RN13, et le site G au même niveau mais sur la contre allée, à environ 20 mètres du bord de la nationale. Sur le site H, le profil temporel montre une grande variabilité, et le nombre moyen de particules mesuré est en moyenne plus de deux fois supérieur à celui du site G (Figure 7). Ce résultat illustre bien le fait que proche de la voie principale, les particules sont plus nombreuses, et qu'elles diminuent fortement à mesure de l'éloignement de celle-ci.

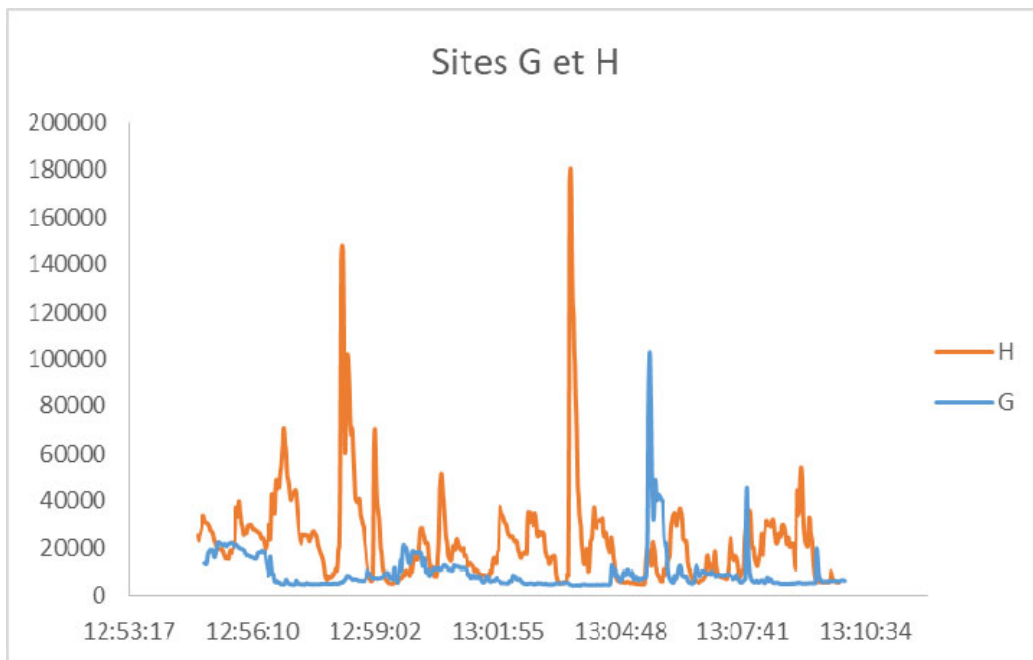


Figure 7 : Evolution du nombre de particules sur les sites G et H (pas de temps 10s)

Conclusion

Les mesures de comptage réalisées le 17 mai 2018 montre une assez grande variabilité du nombre de particules le long de l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine. Ces variations s'expliquent par les fluctuations du flux de véhicules au moment des mesures, ainsi que par les différences de configurations que présente l'avenue Charles de Gaulle. Globalement, les niveaux moyens obtenus sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés à proximité du trafic routier lors d'une précédente étude menée par Airparif².

Les points situés en retrait par rapport à l'axe central de la RN13 (contre-allée et place du marché) présentent des niveaux en nombre de particules plus faibles par rapport aux points situés en bordure du centre de l'avenue. Ces points sont également soumis à des variations moins importantes du nombre de particules, dues à un trafic moindre à proximité immédiate des sites de mesure.

Cette campagne a permis de montrer de manière indicative l'impact du trafic sur le nombre de particules mais également celui de travaux.

Ces premiers résultats indicatifs doivent être confirmés par la campagne de mesure des PM10 qui aura lieu en septembre 2018 et qui mesurera de manière quantitative les concentrations en particules.

² Airparif, *Influence des aménagements de voirie sur l'exposition des cyclistes à la pollution atmosphérique*, 2009.

MESURES DE DIOXYDE D'AZOTE ET DE BENZÈNE À NEUILLY-SUR-SEINE

1. Contexte et objectifs de l'étude

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. Elle mène dans ce cadre, en 2018, une vaste campagne de mesure du dioxyde d'azote (NO₂) au voisinage des axes franciliens majeurs, dont fait partie l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine. De plus, 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 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 premiers travaux devraient débuter à l'hiver 2018/2019.

Airparif a proposé de renforcer le plan d'échantillonnage, prévu dans le cadre de sa campagne (du 5 juin au 3 juillet 2018), le long de l'Avenue Charles de Gaulle, de manière à évaluer finement la variabilité des niveaux de dioxyde d'azote avant les travaux le long de cette avenue, ainsi qu'en s'éloignant perpendiculairement à l'axe central de circulation. Des mesures de benzène sont également réalisées lors de cette campagne.

En complément, des mesures de particules ont également été intégrées à l'étude : mesures de comptage de particules (17 mai 2018) et mesures de concentrations en PM₁₀ en septembre 2018. En effet, ces polluants sont problématiques en Ile-de-France, du fait du dépassement des valeurs limites réglementaires.

Cette note présente les résultats des mesures de NO₂ et de benzène sur le secteur.

2. Equipements de mesure – Plan d'échantillonnage

La caractérisation de la qualité de l'air sur le secteur et de sa variabilité a été assurée par la mise en œuvre de mesures de dioxyde d'azote (NO_2) et de benzène par tube à diffusion passive à l'échelle hebdomadaire.

Les points ont été choisis de manière à évaluer les concentrations à proximité du trafic à différents endroits (Figure 1) : aux entrées et sorties de l'avenue Charles de Gaulle (A, B, I, J), au niveau de la place du Marché (C, D) et sur un axe perpendiculaire au milieu de l'avenue (E, F, G, H). Les adresses et photos des emplacements sont précisées en annexe 1. Les mesures ont eu lieu aux mêmes endroits que les mesures de comptage de particules du 17 mai 2018.

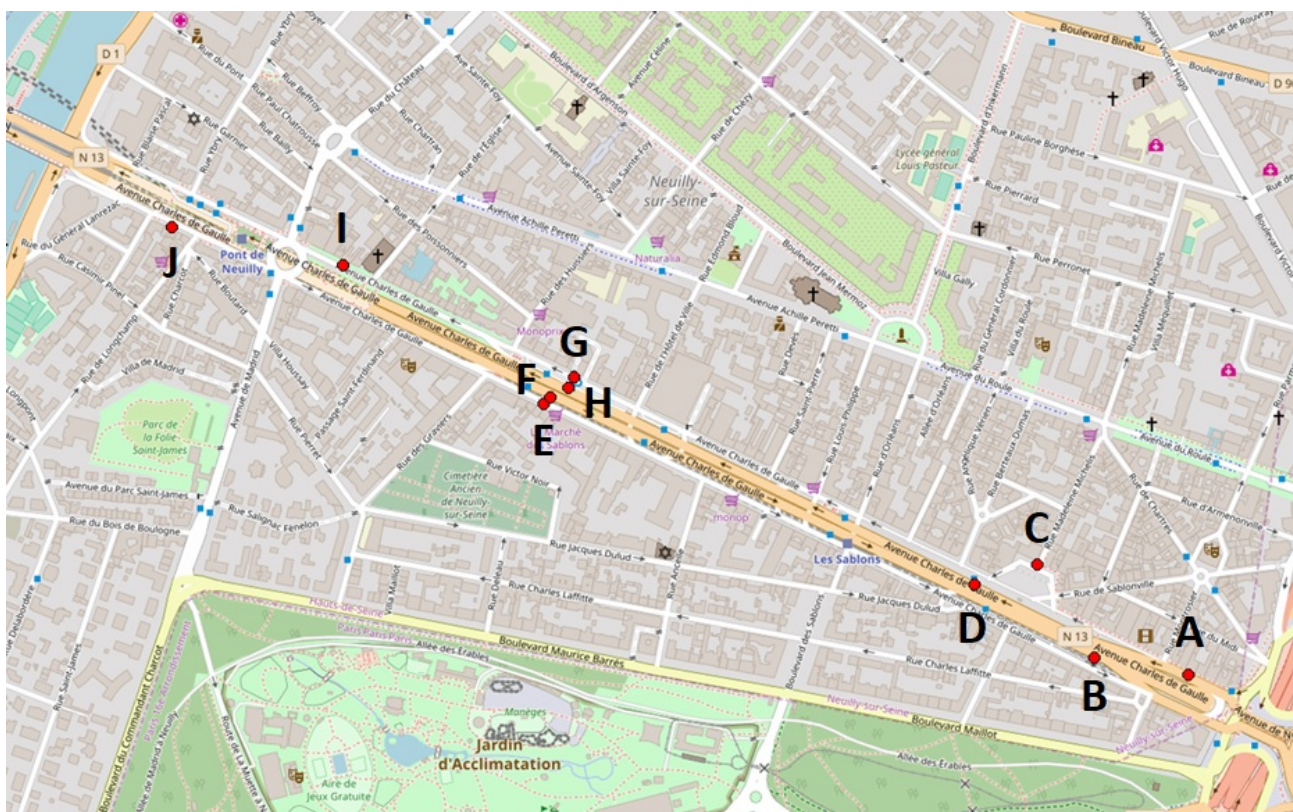


Figure 1 : Carte de l'Avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine avec les 10 sites de mesures de dioxyde d'azote et de benzène

Les mesures par tubes à diffusion consistent à piéger, par diffusion passive, le polluant recherché sur un support (le tube) contenant un réactif chimique spécifique de ce polluant. Les tubes sont fixés dans des abris de protection (Figure 2). 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. Les tubes sont ainsi exposés à l'air ambiant pendant une semaine, puis sont acheminés en laboratoire de chimie pour être analysés afin de déterminer la concentration moyenne de polluant dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition.

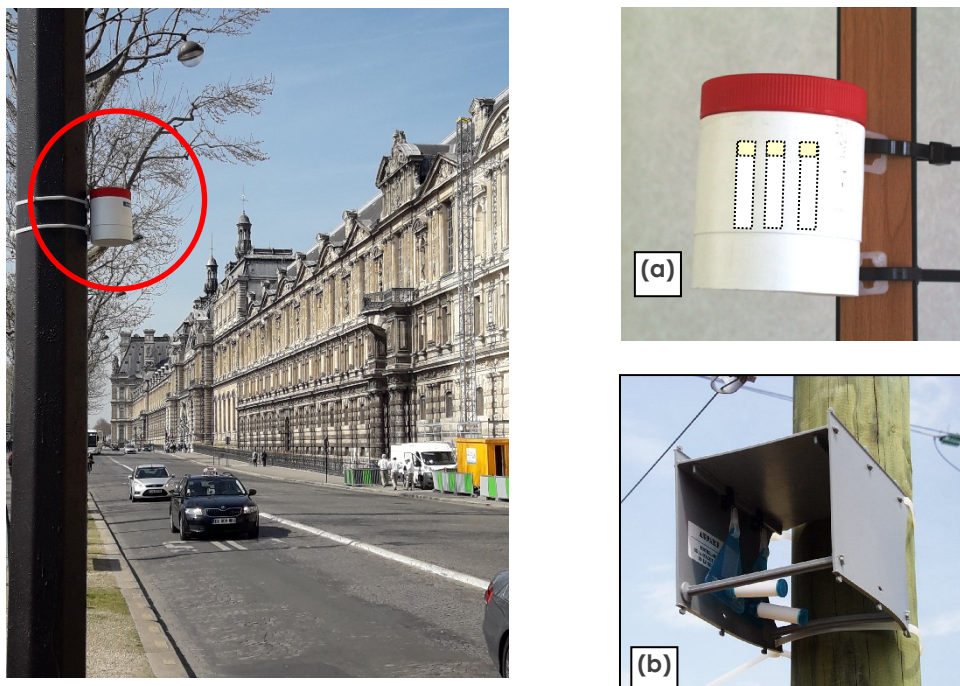


Figure 2 : Tubes à diffusion installés sur un candélabre et détail des abris pour tubes NO₂ (a) et benzène (b)

Les mesures ont été réalisées sur 4 semaines, du 5 juin au 3 juillet 2018. Au cours de cette campagne, les tubes NO₂ et benzène placés sur le site E ont été retrouvés au sol la première semaine avant que des travaux n'aient lieu au niveau de ce site pendant les semaines suivantes, rendant les données de NO₂ et de benzène sur ce site inexploitables.

3. Météo et qualité de l'air en Ile-de-France

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'insolation 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.

Lors de cette campagne de mesure de 4 semaines, des conditions différentes ont été observées. Les semaines 1 et 2 ont offert des températures faibles (par rapport aux autres semaines, de 15 à 23°C), peu d'ensoleillement et des précipitations. Les semaines 3 et 4 sont marquées par un fort ensoleillement avec de plus fortes chaleurs, surtout la semaine 4, conditions propices à la formation de NO₂ à proximité des axes routiers et à la consommation du benzène.

Il est également important de regarder les directions de vent pour évaluer la provenance des masses d'air. Ainsi, durant la campagne de mesure, le vent était majoritairement de secteur nord-est (Figure 3). La rose des vents moyennés sur les années 1991 à 2010 montre une prédominance de vents de sud-ouest et une part moins importante des vents de secteur nord-est que pendant la campagne. Neuilly-sur-Seine était donc le plus souvent sous le vent de Paris et du nord de l'agglomération qu'au cours d'une année entière. 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 mesure ne sont pas représentatifs d'une année entière. Par conséquent, les résultats obtenus ne sont pas non plus représentatifs des concentrations moyennes sur une année et ne doivent pas être comparés directement aux valeurs réglementaires définies en année civile.

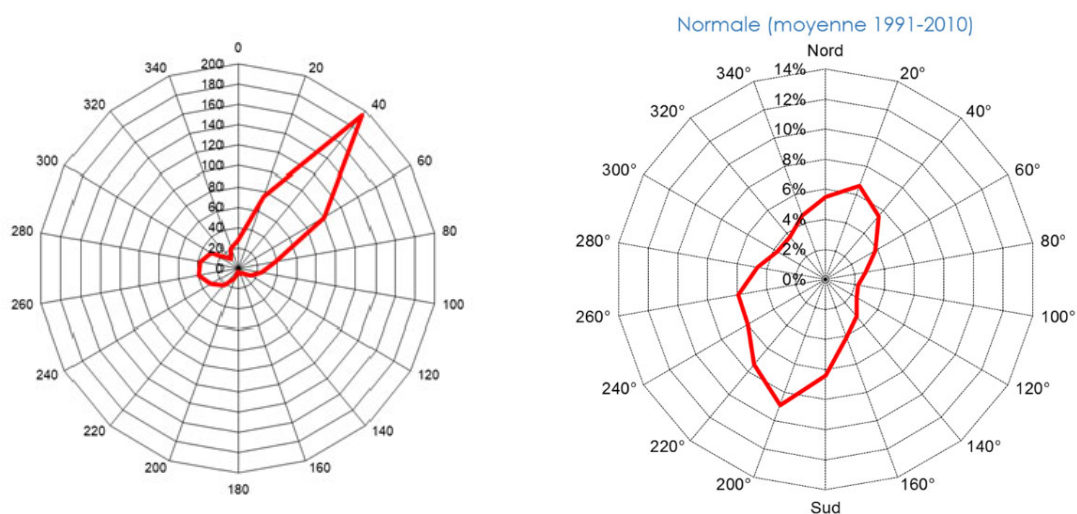


Figure 3 : Roses de vent à Paris-Montsouris durant la campagne de mesure (gauche) et normales simulées sur la période 1991-2010 (droite) (d'après les données Météo-France/DIRIC)

Durant la campagne de mesure, aucun dépassement de seuil d'information et de recommandations n'a été observé. L'indice de qualité de l'air en Ile-de-France est monté jusqu'à 7 (qualité de l'air médiocre) sur une échelle de 1 à 10, à 3 reprises dû à l'ozone. Sur la même période, l'indice du NO₂ n'est pas monté au-dessus de 3 avec un maximum horaire de 105 µg/m³ en situation de fond.

4. Résultats des mesures

- Dioxyde d'azote (NO₂) :

Les concentrations moyennes en NO₂ mesurées sur chacun des sites sont présentées dans le tableau 1.

Site	Moyenne en NO ₂ (µg/m ³)
A	81
B	64
C	29
D	75
E	-
F	50
G	36
H	71
I	36
J	36

Tableau 1 : Concentrations moyennes en NO₂ sur la campagne, en µg/m³, sur les différents sites

Sur le secteur d'étude, les concentrations mesurées en moyenne sur la campagne sont très variables. Elles sont comprises entre 29 et 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 .

A titre de comparaison, le tableau 2 présente les concentrations moyennes mesurées sur les stations de référence du réseau Airparif. Sur la même période de mesure, les concentrations mesurées sur les sites trafic du réseau sont comprises entre 35 et 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le site de mesure de Neuilly-sur-Seine (11 rue du Commandant Pilot) et mesurant les niveaux de fond en NO_2 (à l'écart de l'influence directe des axes routiers) a enregistré une moyenne de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la campagne. L'influence du trafic sur certains sites est donc très importante.

Station	Moyenne en NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Autoroute A1 - Saint-Denis	74
BP - Porte d'Auteuil	93
Place Victor Basch (Paris 14 ^{ème})	61
BP Est	66
Boulevard Soult (Paris 12 ^{ème})	35
Quai des Célestins (Paris 4 ^{ème})	68
Boulevard Haussmann	46
Place de l'Opéra	65
RN2 - Pantin	52
Neuilly-sur-Seine	24

Tableau 2 : Concentrations moyennes en NO_2 sur la campagne, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sur les stations de référence du réseau Airparif

- **Benzène :**

Concernant le benzène, les concentrations mesurées en moyenne sur la campagne sont comprises entre 0,7 et 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tableau 3).

Site	Moyenne en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A	1,8
B	1,5
C	0,7
D	1,5
E	-
F	1,2
G	0,7
H	1,4
I	0,8
J	0,7

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

Sur la même période de mesure, les concentrations mesurées sur les sites trafic du réseau sont comprises entre 1 et 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tableau 4). Les sites mesurant les niveaux de fond en benzène dans l'agglomération parisienne (Paris Centre 4^{ème}, Vitry-sur-Seine et Gennevilliers) ont enregistré des

moyennes comprises entre 0,4 et 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'influence du trafic sur certains sites est donc très importante.

Station	Moyenne en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Place Victor Basch (Paris 14 ^{ème})	2,1
BP Est	1
Boulevard Haussmann	1,2
Place de l'Opéra	2
RN2 - Pantin	1
Gennevilliers	0,5

Tableau 4 : Concentrations moyennes en benzène sur la campagne, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sur les stations de référence du réseau Airparif

4.1. Sites placés le long de l'avenue Charles de Gaulle

- NO_2 :

Les sites A, B, D, F et H, implantés en bordure de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle, présentent les niveaux moyens les plus élevés pour le NO_2 (Figure 4).

Le site A présente la concentration moyenne en NO_2 la plus élevée parmi les 10 sites (81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ce résultat vient probablement du fait qu'en plus d'être placé le long de l'avenue Charles de Gaulle, ce site est proche du périphérique et de la Porte Maillot. La concentration y est légèrement inférieure aux niveaux mesurés sur le Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil (moyenne en NO_2 de 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la campagne).

Les sites B, D, F et H, présentent des niveaux moyens compris entre 50 et 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces résultats sont cohérents avec les valeurs mesurées sur les stations de mesure placées à proximité des grands axes routiers dans l'agglomération parisienne, qui varient de 46 à 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les sites I et J présentent les concentrations en NO_2 les plus faibles (< 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces sites sont placés de part et d'autre des contre-allées de l'avenue Charles de Gaulle, côté Seine. A cet endroit, l'axe central de l'Avenue Charles de Gaulle est en partie souterrain. Ces résultats sont comparables à ceux mesurés sur le boulevard Soult dans Paris. Sur ce site, le boulevard des maréchaux est large et les deux voies de circulation sont séparées par les voies du tramway, qui permettent une dilution importante des émissions du trafic routier.

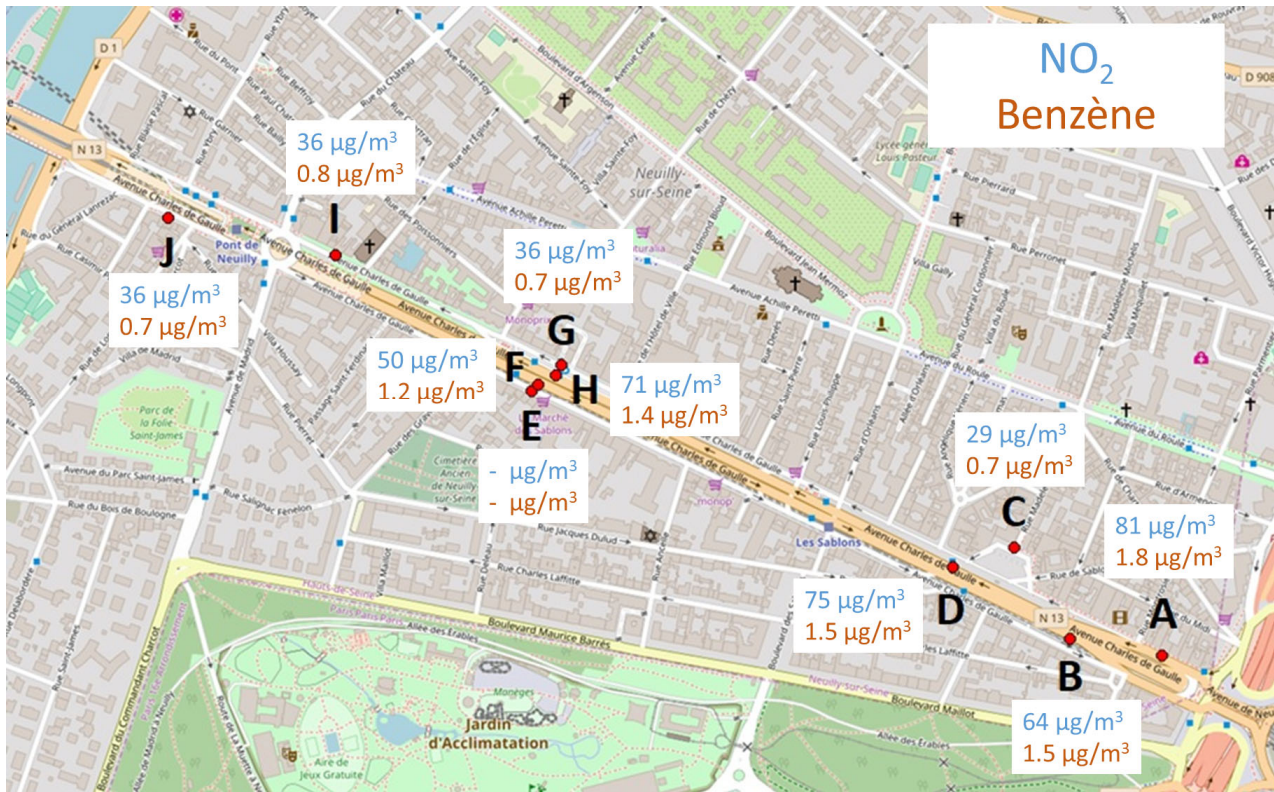


Figure 4 : Moyennes en NO₂ et benzène en µg/m³, mesurées lors de la campagne sur les différents sites

- **Benzène :**

Tout comme pour le NO₂, les sites A, B, D, F et H, implantés en bordure de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle, présentent les niveaux moyens les plus élevés pour le benzène (Figure 4).

Le site A présente la concentration moyenne en benzène la plus élevée parmi les 10 sites (1,8 µg/m³). Ce résultat vient probablement du fait qu'en plus d'être placé le long de l'avenue Charles de Gaulle, ce site est proche du périphérique et de la Porte Maillot. Les sites B, D, F et H, présentent des niveaux moyens compris entre 1,2 et 1,5 µg/m³. Ces résultats sont cohérents avec les valeurs mesurées sur les stations de mesure placées à proximité des grands axes routiers dans l'agglomération parisienne, qui varient de 1 à 2,1 µg/m³.

Les sites I et J présentent les concentrations en benzène les plus faibles (< 1 µg/m³), ce qui est cohérent avec les concentrations mesurées en NO₂, et est dû à la localisation de ces sites, moins exposée au trafic routier. Ces concentrations sont proches du niveau de fond de Gennevilliers, site le plus proche de Neuilly-sur-Seine.

4.2. Variations des concentrations en s'éloignant de l'axe

- **NO₂ :**

Le site C, site le plus éloigné de l'avenue Charles de Gaulle et situé sur la place du marché, présente la moyenne en NO₂ sur la campagne la plus faible (29 µg/m³). Ce résultat s'explique par le fait que les niveaux de pollution décroissent rapidement en s'éloignant d'un axe routier, en particulier dans les 10 premiers mètres. La moyenne mesurée se rapproche de la valeur de fond de Neuilly-sur-Seine (24 µg/m³).

Le site H est placé en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle, et le site G au même niveau mais sur la contre allée, à environ 20 mètres du bord de la nationale. Le site G présente des résultats moyens 2 fois plus faibles que le site H. Ces résultats sont cohérents avec les mesures de comptage de particules réalisées le 27 mai. Ils illustrent la très forte décroissance des niveaux de dioxyde d'azote en s'éloignant de l'axe. Ces résultats sont néanmoins supérieurs au niveau de fond mesuré sur la station de Neuilly-sur-Seine.

La décroissance entre les sites E et F n'a pu être évaluée, faute de résultats exploitables sur le site E.

- **Benzène :**

Le site C présente, comme pour le NO₂, la moyenne en benzène sur la campagne la plus faible (0.7 µg/m³). Ce résultat s'explique par le fait que les niveaux de pollution décroissent rapidement en s'éloignant d'un axe routier, en particulier dans les 10 premiers mètres. La moyenne mesurée se rapproche des valeurs de fond mesurées pendant la campagne sur les stations de l'agglomération parisienne : Paris Centre 4^{ème}, Vitry-sur-Seine et Gennevilliers ont enregistré des moyennes comprises entre 0,4 et 0,6 µg/m³.

Le site H est placé en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle, et le site G au même niveau mais sur la contre allée, à environ 20 mètres du bord de la nationale. Le site G présente des résultats moyens 2 fois plus faibles que le site H. Ces résultats sont cohérents avec les mesures de comptage de particules réalisées le 27 mai et les mesures de NO₂. Ils illustrent la très forte décroissance des niveaux de benzène en s'éloignant de l'axe.

La décroissance entre les sites E et F n'a pu être évaluée, faute de résultats exploitables sur le site E.

4.3. Variations des concentrations pendant la campagne

- **NO₂ :**

Le détail des concentrations hebdomadaires en NO₂ mesurées sur chacun des sites sont présentées dans le tableau 5.

Concentration en NO ₂ (µg/m ³)					
Site	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne
A	83	53	80	109	81
B	56	75	47	79	64
C	32	27	23	34	29
D	77	61	73	91	75
E	-	-	-	-	-
F	51	61	37	53	50
G	32	31	35	48	36
H	64	52	70	96	71
I	37	32	34	41	36
J	36	38	28	41	36

Tableau 5 : Concentrations moyennes en NO₂, par semaine et sur la campagne, en µg/m³, sur les différents sites

Les concentrations mesurées ne sont, de manière générale, pas homogènes durant cette campagne et varient selon les semaines de mesure. Les concentrations en NO₂ ont été les plus élevées la quatrième semaine pour 8 des 9 sites. Cette semaine a offert des conditions météorologiques favorables à la formation d'ozone qui, par réaction photochimique avec le monoxyde d'azote à proximité du trafic routier, a entraîné la formation de NO₂.

A l'inverse, lors de la semaine 2, les températures ont été modérées, l'ensoleillement faible, et le vent de secteur ouest (masse d'air relativement propre), soit des conditions plutôt favorables à la dispersion des émissions de NO₂. Les concentrations mesurées sont globalement plus faibles sur cette semaine de mesure. Ces tendances sont en adéquation avec celles observées sur les stations placées à proximité du trafic dans l'agglomération parisienne.

Les concentrations peuvent varier du simple au double d'une semaine à l'autre, comme cela a été observé sur le site A par exemple. Les concentrations y sont sensiblement plus faibles lors de la semaine 2, au cours de laquelle les vents de secteur ouest n'ont pas placé le site sous l'influence des émissions du boulevard périphérique.

De plus, les oxydes d'azote étant directement émis par le trafic routier, les concentrations en NO₂ dépendent du flux de véhicules. Ainsi, comme pour le NO₂, les variations de concentration en benzène ont été plus importantes au niveau des sites les plus proches de la route. En revanche, les sites les plus éloignés de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle ont présenté des variations en NO₂ plus faibles, car ces sites ont été moins soumis à l'influence du trafic.

- **Benzène :**

Le détail des concentrations hebdomadaires en benzène mesurées sur chacun des sites est présenté dans le tableau 6.

Concentration en benzène (µg/m³)					
Site	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne
A	2.3	2.3	1.5	1.3	1.8
B	2.2	2.0	0.7	0.9	1.5
C	1.1	0.7	0.6	0.6	0.7
D	2.3	1.5	1.2	1.1	1.5
E	-	-	-	-	-
F	1.8	1.8	0.6	0.7	1.2
G	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7
H	2.3	1.4	1.0	1.1	1.4
I	1.1	0.8	0.6	0.6	0.8
J	1.0	0.8	0.5	0.6	0.7

Tableau 6 : Concentrations moyennes en benzène, par semaine et sur la campagne, en µg/m³, sur les différents sites

Les concentrations mesurées ne sont, de manière générale, pas homogènes durant cette campagne et varient selon les semaines de mesure. Les concentrations en benzène ont été les plus basses lors des semaines 3 et 4 pour la totalité des sites. Les conditions météorologiques, et notamment l'intensité de l'ensoleillement lors de ces deux semaines, ont favorisé la teneur en radicaux hydroxyle, espèce chimique naturellement présente dans l'atmosphère, et qui ont réagi avec le benzène et donc réduit sa concentration.

Les concentrations peuvent varier du simple au triple d'une semaine à l'autre, comme cela a été observé sur le site B par exemple.

De plus, le benzène étant directement émis par le trafic routier, les concentrations en benzène dépendent du flux de véhicules. Ainsi, les variations de concentration en benzène ont été plus importantes au niveau des sites les plus proches de la route. En revanche, les sites les plus éloignés de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle ont présenté des variations en benzène plus faibles, car ces sites ont été moins soumis à l'influence du trafic.

5. Estimations des niveaux moyens annuels

Les réglementations française et européenne 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 très différente de la rose des vents moyenne sur les 10 dernières années. En fonction de leur position par rapport à l'agglomération parisienne, le comportement des stations de mesure pourra être sensiblement différent selon qu'ils étaient sous le vent ou au vent de cette zone dense d'émissions. **L'incertitude associée au calcul est dans ce cas trop importante pour estimer de façon fiable une concentration moyenne annuelle sur les sites d'étude.** La comparaison aux niveaux des stations de référence pendant la campagne peut néanmoins permettre d'estimer les ordres de grandeur des concentrations moyennes annuelles.

- NO₂ :

Pour ce qui est du NO₂, les sites situés en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers de l'agglomération parisienne, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est largement dépassée³. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est dépassée, en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle, comme sur l'ensemble des axes routiers majeurs de l'Ile-de-France.**

Le site le plus éloigné de l'avenue Charles de Gaulle, situé sur la place du marché, présente des résultats proches de la station de mesure de Neuilly-sur-Seine. **La valeur limite serait probablement respectée sur ce point de mesure.**

³ Airparif - Surveillance et information sur la qualité de l'air en Ile-de-France en 2017 – Mars 2018

Sur les sites G, I, et J, qui présentent des résultats intermédiaires, il est probable que les concentrations moyennes annuelles seraient proches de la valeur limite. Ils pourraient potentiellement la dépasser. Il n'est cependant pas possible d'affirmer que ces sites dépasseraient le seuil réglementaire sur l'année entière.

- **Benzène :**

Concernant le benzène, les sites situés en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers de l'agglomération parisienne qui avoisinent, voire dépassent l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³. **La valeur limite annuelle de 5 µg/m³ n'est quant à elle jamais dépassée.** Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **l'objectif de qualité est approché voire dépassé, en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle, comme sur l'ensemble des axes routiers majeurs de l'Île-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.**

6. Comparaison avec les mesures de comptage

Lors des mesures de comptage réalisées le 17 mai 2018 le long de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine, les points situés en retrait par rapport à l'axe central de la RN13 (contre-allées et place du marché) ont présenté des niveaux en nombre de particules plus faibles par rapport aux points situés en bordure du centre de l'avenue. Cette même observation est valable en ce qui concerne le NO₂ et le benzène lors de cette campagne de mesure.

De plus, les sites les plus éloignés de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle ont également présenté des variations en NO₂ et benzène plus faibles, car ces sites ont été moins soumis à l'influence du trafic.

Conclusion

La campagne de mesure réalisée du 5 juin au 3 juillet 2018 et ayant pour but de mesurer les concentrations en NO₂ et benzène le long de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine a montré des résultats qui varient fortement selon les emplacements le long de l'avenue. **Les sites de mesure implantés en bordure de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle, présentent les niveaux moyens les plus élevés pour le NO₂ et le benzène. Elles sont cohérentes avec les valeurs mesurées sur les stations placées à proximité du trafic dans l'agglomération parisienne. Les points placés plus en retrait de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle présentent des niveaux en NO₂ et benzène plus faibles.**

Les concentrations mesurées ne sont pas homogènes durant cette campagne et varient selon les semaines de mesure. Les oxydes d'azote et le benzène étant directement émis par le trafic routier, leurs concentrations dépendent du flux de véhicules. Ainsi, les variations de concentration en NO₂ et benzène ont été plus importantes au niveau des sites proches de la route. En revanche, les sites les plus éloignés de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle ont présenté des variations en NO₂ et benzène plus faibles, car ces sites ont été moins soumis à l'influence du trafic.

Dans le cadre de la présente étude, la rose des vents n'est pas représentative des conditions moyennes observées sur les 10 dernières années. L'incertitude associée au calcul de la moyenne annuelle est dans ce cas trop importante pour estimer de façon fiable une concentration moyenne annuelle sur les sites d'étude.

Néanmoins, les sites situés à proximité de l'avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers franciliens, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est largement dépassée¹. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est dépassée, en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle.**

Concernant les contre-allées, et les sites plus éloignés du trafic, les moyennes estimées se rapprochent de la valeur limite annuelle et pourraient la dépasser.

Le point C, situé sur la place du marché, présente des résultats proches de la station de mesure de Neuilly-sur-Seine. **La valeur limite serait probablement respectée sur ce point de mesure.**

Concernant le benzène, les sites situés en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers de l'agglomération parisienne qui avoisinent voire dépassent l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **l'objectif de qualité est approché voire dépassé, en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle, comme sur l'ensemble des axes routiers majeurs de l'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.**

Ces résultats sont cohérents avec ceux de la campagne de comptage de particules réalisée le 17 mai 2018.

Ces résultats doivent être complétés par les résultats de la campagne de mesure des PM₁₀ qui aura lieu en septembre 2018 et qui mesurera de manière quantitative les concentrations en particules.

MESURES DE PARTICULES À NEUILLY-SUR-SEINE

1. Contexte et objectifs de l'étude

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 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 premiers travaux devraient débuter à l'hiver 2018/2019.

Après avoir réalisé des mesures de comptage de particules et une campagne de mesure de dioxyde d'azote (NO₂) et de benzène le long de l'avenue Charles de Gaulle ainsi qu'en s'éloignant perpendiculairement à l'axe central de circulation, une campagne de mesure de particules PM₁₀ (particules de diamètre < 10 µm) et PM_{2,5} (particules de diamètre < 2,5 µm) a eu lieu sur deux sites pour compléter le diagnostic.

Cette note présente les résultats des mesures de particules sur le secteur.

2. Equipements de mesure – Plan d'échantillonnage

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles. Les particules réglementées PM₁₀ ont un diamètre inférieur à 10 µm et les PM_{2,5} un diamètre inférieur à 2,5 µm. Les particules PM_{2,5} représentent la majorité des particules PM₁₀ : en moyenne annuelle, elles représentent environ 60 à 70 % des PM₁₀.

Pour les particules PM₁₀, la réglementation française fixe une valeur limite et un objectif de qualité annuels de 40 µg/m³ et 30 µg/m³ respectivement. La législation prévoit également une valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) pour ce polluant. Pour les particules PM_{2,5}, la valeur limite européenne applicable aux particules est fixée à 25 µg/m³ en moyenne annuelle. Le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air fixe un objectif de qualité annuel à 10 µg/m³. Pour les PM_{2,5} la valeur cible française est définie à 20 µg/m³.

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. 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.

La caractérisation de la qualité de l'air sur le secteur a été assurée par la mise en œuvre de mesures en continu de particules. Deux emplacements ont été choisis de manière à évaluer les concentrations en particules fines à proximité immédiate du trafic et au niveau de la contre-allée (Figure 1).

Les adresses et photos des emplacements sont précisées en annexe 2. Les mesures ont eu lieu du 3 septembre au 7 octobre 2018.

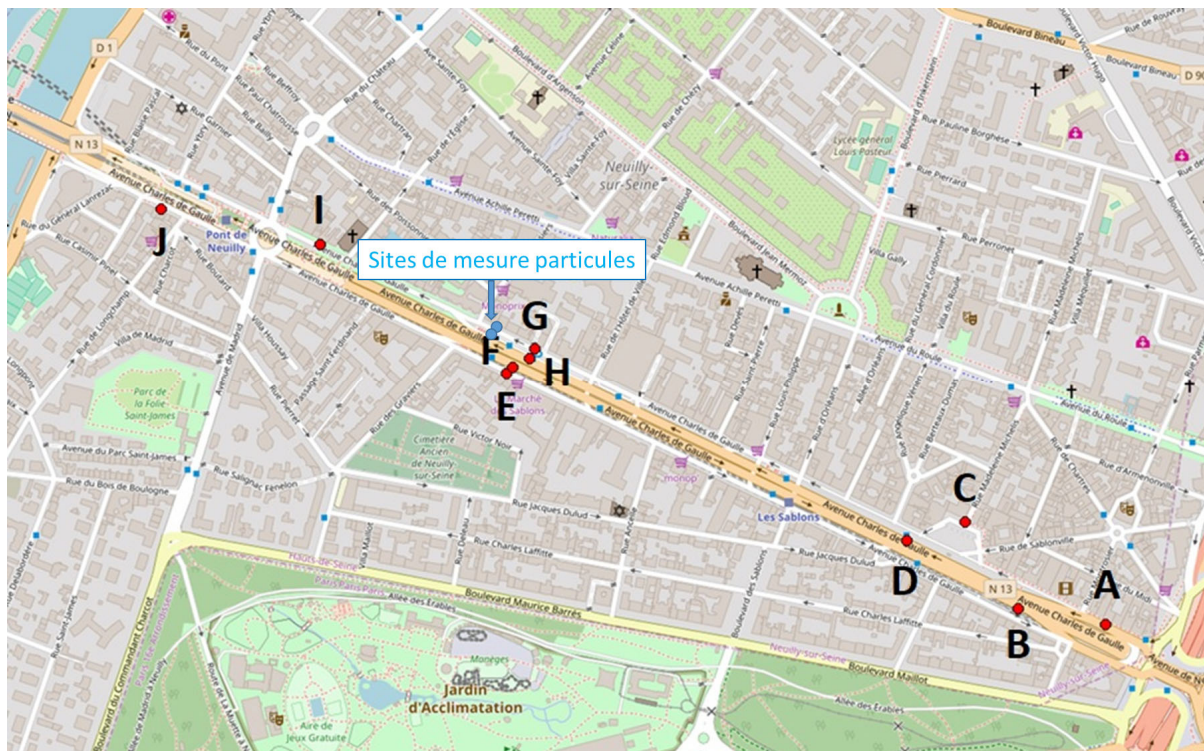


Figure 1 : Carte de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine avec les 10 sites de mesure des campagnes précédentes en rouge (dioxyde d'azote, benzène, comptage particules) et les 2 sites de mesure de particules en bleu.

Pour mesurer la concentration en particules, des sites automatiques ont été installés. Un analyseur de particules fines PM_{10} a été installé à proximité immédiate de l'avenue Charles de Gaulle, et un analyseur de PM_{10} et un de $PM_{2,5}$ au niveau de la contre-allée, à environ 20 m de l'avenue (Figure 2). Ils permettent de caractériser finement les variations temporelles des concentrations en fournissant en continu des données horaires.

Un site de mesure automatique se présente sous forme d'analyseurs automatiques installés dans un véhicule ou une armoire climatisée. Le fonctionnement d'un véhicule laboratoire est identique à celui de l'ensemble des stations permanentes du réseau permanent d'Airparif et implique des contraintes techniques lourdes : accès et connexion aux lignes électrique et téléphonique ainsi que la maintenance régulière des analyseurs.



Figure 2 : Camion laboratoire contenant des analyseurs automatiques et utilisé pour des campagnes de mesures.

La mesure heure par heure des analyseurs automatiques permet d'étudier l'évolution temporelle de la pollution tout au long de la journée ainsi que le comportement des niveaux des particules.

Les mesures ont été réalisées sur 5 semaines, du 3 septembre au 7 octobre 2018. Problèmes techniques et coupures d'électricité ont émaillé cette campagne de mesure, ayant pour conséquence une absence de données sur certains jours. Cependant, le nombre de données horaires disponibles (plus de 80 %) permet d'obtenir une représentativité suffisante afin d'évaluer les concentrations le long de l'avenue Charles de Gaulle. De plus, les feux d'artifice de Saint-Cloud, tirés dans la soirée du 8 septembre ont eu pour conséquence la mesure de très importantes concentrations de particules sur quelques heures. Ces données ne sont pas prises en compte dans la suite de ce rapport, car non représentatives de l'environnement immédiat de l'avenue Charles de Gaulle. En revanche, les mesures obtenues au moment de ces feux d'artifice sont traitées dans la partie 4.3. Zoom sur un évènement particulier.

3. Météo et qualité de l'air en Ile-de-France

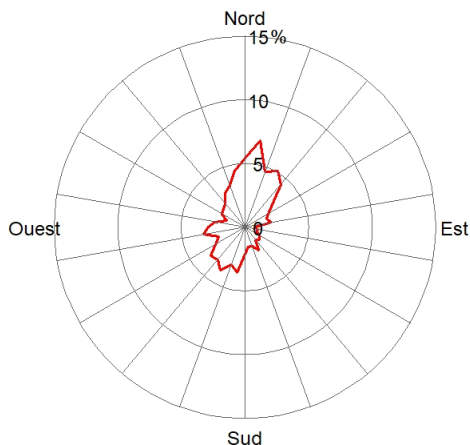
Une analyse des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure permet de mieux appréhender leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés. En effet, les conditions météorologiques jouent un rôle très important de dispersion ou d'accumulation des polluants atmosphériques émis. Plus les conditions sont dispersives, plus les niveaux de pollution observés sont faibles. De même, lors de précipitations, les particules sont lessivées et les concentrations abaissées.

Lors de cette campagne de mesure de 5 semaines, des conditions météorologiques assez homogènes ont été observées. Durant cette période, les précipitations ont été quasi-absentes (donc pas de lessivage des particules), tandis que les températures ont été chaudes avec un ensoleillement exceptionnel pour la saison (donc peu voire pas d'utilisation de chauffage au bois émetteur de particules).

Il est également important de regarder les directions de vent pour évaluer la provenance des masses d'air. Ainsi, durant la campagne de mesure, le vent était majoritairement de secteur nord-est (Figure 3). La rose des vents moyennés sur les années 1991 à 2010 montre une prédominance de vents de sud-ouest et une part moins importante des vents de secteur nord-est que pendant la campagne. Neuilly-sur-Seine était donc le plus souvent sous le vent de Paris et du nord de l'agglomération qu'au

cours d'une année entière. 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 mesure ne sont pas représentatifs d'une année entière. Par conséquent, les résultats obtenus ne sont pas non plus représentatifs des concentrations moyennes sur une année et ne doivent pas être comparés directement aux valeurs réglementaires définies en année civile.

**Rose des vents du 03 septembre 2018 au 07 octobre 2018
Station Montsouris**



Normale (moyenne 1991-2010)

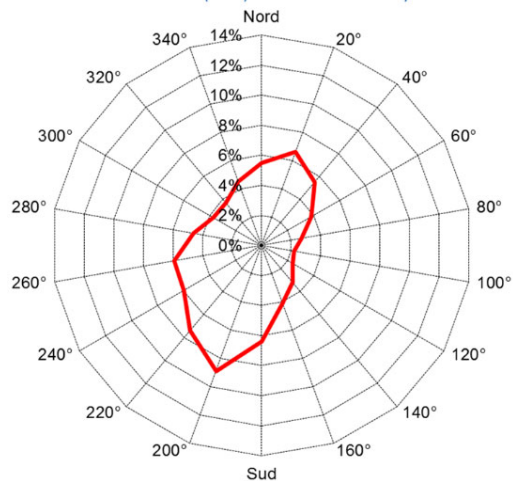


Figure 3 : Roses de vent à Paris-Montsouris durant la campagne de mesure (gauche) et normales simulées sur la période 1991-2010 (droite) (d'après les données Météo-France/DIRIC).

Durant la campagne de mesure, aucun dépassement de seuil d'information et de recommandations n'a été observé (Figure 4), cependant la journée du 27 septembre s'est fortement rapprochée de ce seuil sans toutefois le dépasser. L'indice de qualité de l'air en Ile-de-France est monté jusqu'à 6 (qualité de l'air médiocre) sur une échelle de 1 à 10, dû aux PM_{10} , avec une concentration maximum horaire et journalière en PM_{10} en Ile-de-France respectivement de $99 \mu g/m^3$ et $49 \mu g/m^3$ en situation de fond.

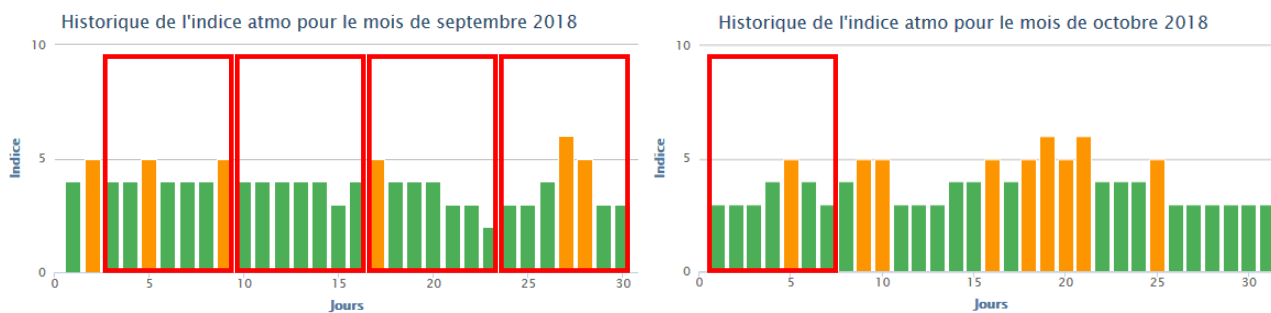


Figure 4 : Historique des indices de qualité de l'air observés en Ile-de-France durant la campagne de mesure.

4. Résultats

Les principaux résultats sont présentés dans le Tableau 1, pour les deux sites de mesure et les deux types de particules.

Statistiques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ route	PM ₁₀ contre-allée	PM _{2,5} contre-allée
Moyenne horaire	33	28	10
Minimum horaire	2	2	0
Percentile 25	21	18	6
Médiane	30	25	9
Percentile 75	41	33	13
Maximum horaire	120	107	44
Ecart-type	17	13	6
Taux de disponibilité horaire (%)	86	86	83

Tableau 1 : Concentrations moyennes en PM₁₀ et en PM_{2,5}, sur la campagne, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sur les deux sites de mesure.

Les niveaux moyens en PM₁₀ relevés à proximité immédiate de l'avenue Charles de Gaulle 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 route⁴.**

La concentration moyenne en PM_{2,5} au niveau de la contre-allée correspond à environ 35 % de la concentration en PM₁₀. 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 PM₁₀ et les PM_{2,5} durant la campagne. Ce résultat indique une part importante de remise en suspension de particules, qui touche majoritairement les PM₁₀, le long de l'avenue Charles de Gaulle durant la campagne de mesure.

Les concentrations mesurées en moyenne sur la campagne sont de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à proximité immédiate de la route en PM₁₀, 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de la contre-allée en PM₁₀ et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{2,5}.

La variabilité des concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} le long de l'avenue Charles de Gaulle est représentée à la Figure 5 par des boîtes à moustaches.

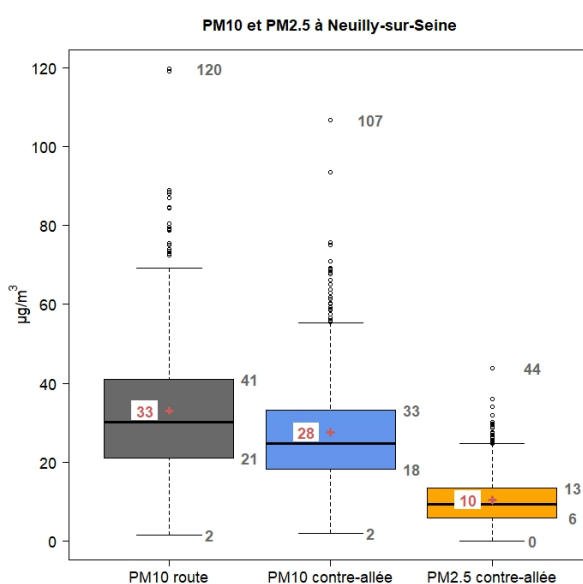


Figure 5 : Boîtes à moustaches des concentrations horaires en PM₁₀ et PM_{2,5} en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

⁴ La pollution près du trafic – Airparif Actualité n°39 – Décembre 2012

Les boîtes à moustaches permettent de comparer facilement plusieurs grandeurs statistiques. Cette représentation graphique de la distribution d'une variable met en exergue les premier et troisième quartiles, qui sont les bordures inférieure et supérieure de la boîte rectangulaire. La boîte rectangulaire contient 50% des données. Ces extrémités se prolongent par des traits terminés par des cercles (minimum et maximum). Dans la boîte rectangulaire, le trait est la médiane (50% des données sont inférieures, les 50% restantes sont supérieures), et la marque '+' la moyenne.

Les boîtes à moustaches présentant les résultats des relevés horaires en particules PM₁₀ 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 supérieurs sur le site « route ». 50 % des données sont comprises entre 21 et 41 µg/m³ avec un maximum à 120 µg/m³ pour le site PM₁₀ route, et 18 et 33 µg/m³ avec un maximum à 107 µg/m³ pour le site PM₁₀ contre-allée. Concernant le site PM_{2,5}, 50 % des données sont comprises entre 6 et 13 µg/m³ avec une moyenne à 10 µg/m³ et un maximum à 44 µg/m³.

4.1. Comparaison avec les stations du réseau

4.1.1. PM₁₀

À titre de comparaison, la Figure 6 présente les concentrations moyennes mesurées sur les stations de référence du réseau Airparif. En bleu foncé les stations situées à proximité immédiate du trafic, en vert les stations de fond (à l'écart de l'influence directe des axes routiers), et en bleu clair la station de Neuilly-sur-Seine située sur la contre-allée qui correspond à un site influencé (site un peu éloigné d'un axe routier majeur mais toujours soumis à son influence).

Les stations de proximité au trafic mesurent des concentrations en PM₁₀ plus importantes que les stations de fond, compte-tenu de l'influence du trafic sur les concentrations en PM₁₀.

Le site « Neuilly route » a mesuré des concentrations en PM₁₀ du même ordre de grandeur que les autres stations trafic du réseau Airparif. Ainsi les concentrations mesurées le long de l'avenue Charles de Gaulle sont inférieures à celles mesurées le long de l'autoroute A1 et du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil mais supérieures 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 15 % sur 20 m monte la forte diminution des niveaux avec l'éloignement à la route.

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.

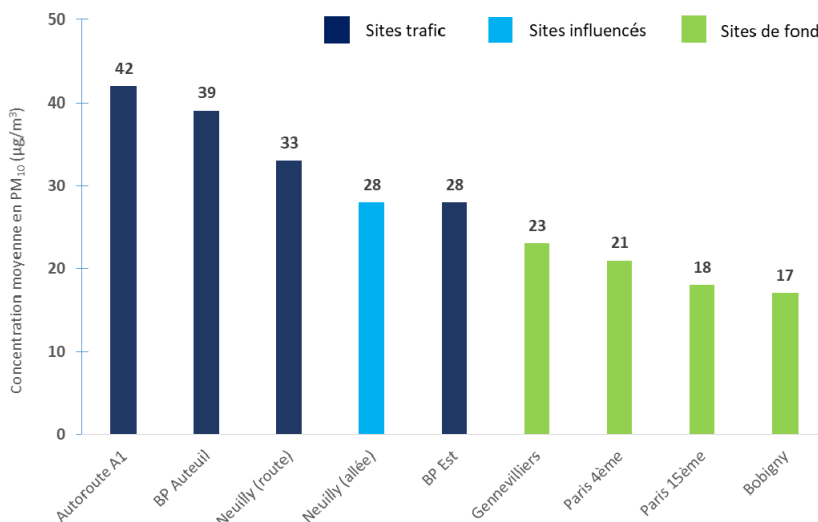


Figure 6 : Moyennes en PM₁₀ en µg/m³ sur les stations de Neuilly-sur-Seine (route et contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

4.1.2. PM_{2,5}

A titre de comparaison, la

Figure 7 présente les concentrations moyennes mesurées sur les stations de référence du réseau Airparif. En bleu foncé les stations situées à proximité immédiate du trafic, en vert les stations de fond (à l'écart de l'influence directe des axes routiers), et en bleu clair la station de Neuilly-sur-Seine située dans la contre-allée qui correspond à un site influencé.

Les stations de proximité au trafic ont mesuré des concentrations en PM_{2,5} plus importantes que les stations de fond, le trafic routier influençant les concentrations en PM_{2,5}.

Le site « Neuilly allée » a mesuré des concentrations en PM_{2,5} inférieures aux stations trafic de l'agglomération parisienne. Les concentrations mesurées sont du même ordre de grandeur que les autres stations de fond du réseau Airparif.

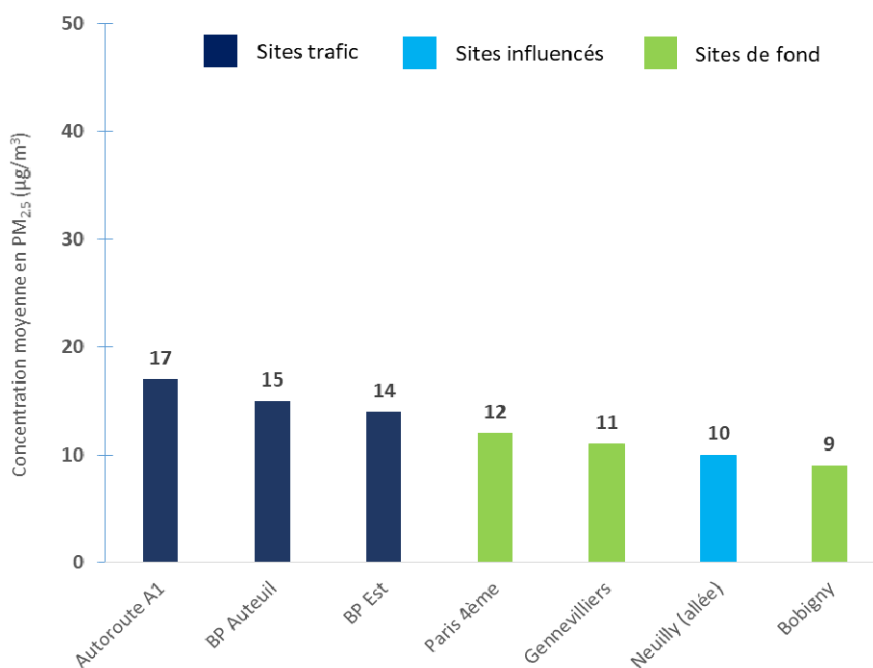


Figure 7 : Moyennes en PM_{2,5} en µg/m³ sur la station de Neuilly-sur-Seine (contre-allée), et sur les stations du réseau Airparif, période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

4.2. Variabilité temporelle

4.2.1. Variabilité des concentrations horaires pendant la campagne de mesure

La variabilité des concentrations horaires en PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau de la route et de la contre-allée à Neuilly-sur-Seine pendant la campagne de mesure est présentée à la Figure 8.

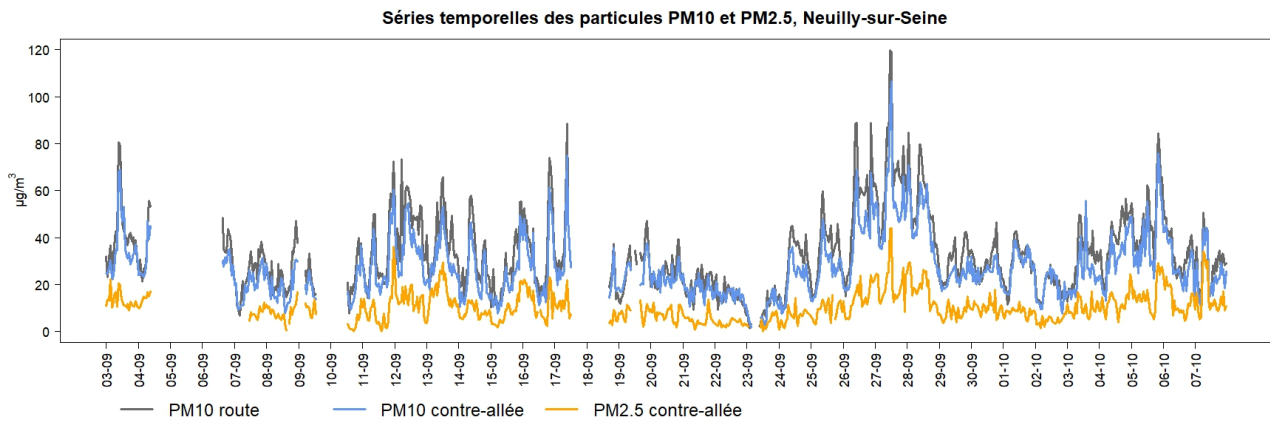


Figure 8 : Évolution temporelle des concentrations en PM_{10} et $PM_{2.5}$ au niveau de la route et de la contre-allée, sur la période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

Comme attendu, **les concentrations en PM_{10} sont toujours supérieures à proximité de la route que sur la contre-allée**. De même, les concentrations en $PM_{2.5}$ sont toujours inférieures aux concentrations en PM_{10} . La fluctuation horaire des niveaux observée s'explique par la fréquentation de la route : en journée, la circulation des véhicules engendre des émissions de particules et de la remise en suspension, non présentes la nuit lorsque l'activité le long de l'avenue est moindre.

Les journées avec les concentrations les plus fortes relevées au niveau de la route et de la contre-allée correspondent aux jours où les niveaux de particules ont été les plus élevés en Ile-de-France (exemple du 27 septembre). Ainsi, les niveaux de fond en particules en Ile-de-France jouent un rôle essentiel sur la qualité de l'air, qui n'est pas uniquement dépendante du trafic routier à proximité.

4.2.2. Variabilité hebdomadaire

Les profils hebdomadaires le long de l'avenue Charles de Gaulle sont présentés à la Figure 9.

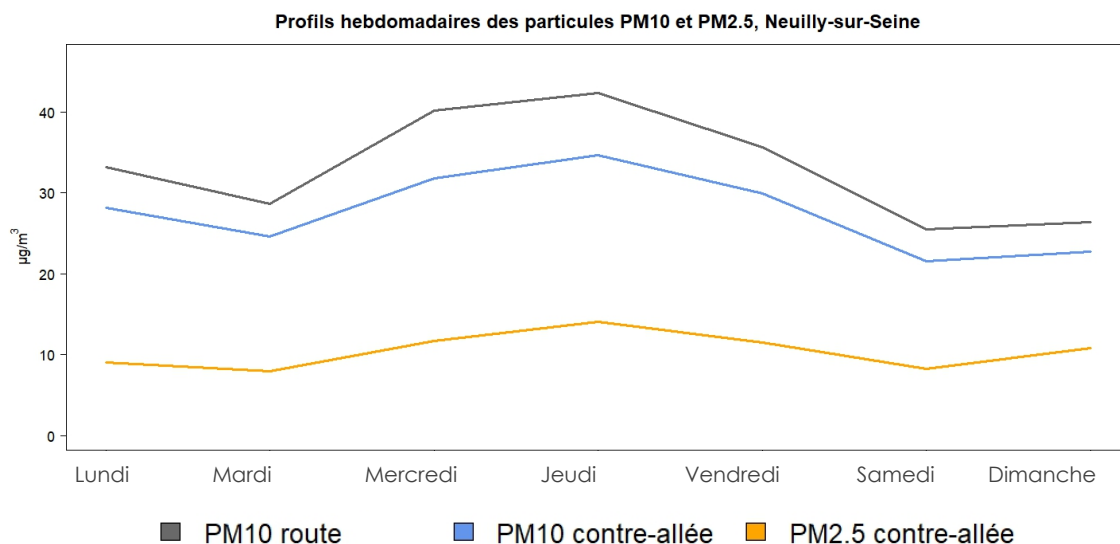


Figure 9 : Evolution temporelle des concentrations en PM_{10} et $PM_{2.5}$ au niveau de la route et de la contre-allée, selon les jours de la semaine, sur la période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

Les trois points de mesure présentent le même profil hebdomadaire, à savoir **des niveaux les plus forts les mercredi, jeudi et vendredi, suivis des niveaux les plus faibles le samedi et le dimanche**. Les niveaux mesurés le mardi sont étonnamment faibles et ne s'expliquent pas à partir des conditions météorologiques durant cette campagne. Ils sont d'ordinaire du même ordre de grandeur que les jours les plus forts.

La diminution des concentrations le weekend, de -28 % pour les PM₁₀ à proximité immédiate de la route, -26 % pour les PM₁₀ sur la contre-allée et -12 % pour les PM_{2,5} 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 PM₁₀ que pour les PM_{2,5}, également en lien avec la baisse du nombre de véhicules en circulation le week-end, facteur ayant davantage d'influence durant cette campagne sur les PM₁₀ que sur les PM_{2,5}.

4.2.3. Variabilité journalière

Le profil journalier moyen, présenté à la Figure 10, montre les niveaux moyens observés chaque heure de la journée durant la campagne de mesure.

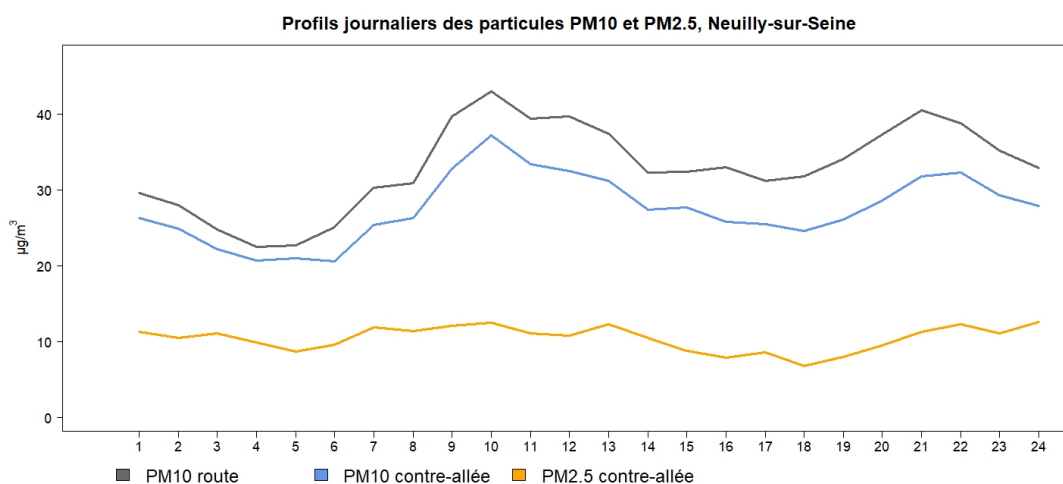


Figure 10 : Évolution temporelle des concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau de la route et de la contre-allée, selon les heures de la journée, sur la période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

Les particules PM₁₀ et les particules PM_{2,5} ont des profils journaliers très proches. **Les maxima horaires sont enregistrés lors des heures de pointe pour les deux types de particules** : le matin (9-11h) et le soir (20h-22h). Les niveaux sont en moyenne sur ces périodes de 41 µg/m³ pour les PM₁₀ à proximité immédiate du trafic et 35 µg/m³ pour les PM₁₀ au niveau de la contre-allée. Les variations journalières des PM_{2,5} sont moins marquées que pour les PM₁₀.

Les niveaux les plus faibles sont enregistrés la nuit (entre 1h et 5h), lors de l'activité moindre sur l'avenue Charles de Gaulle : 26 µg/m³ en moyenne pour les PM₁₀ à proximité immédiate du trafic, 23 µg/m³ pour les PM₁₀ au niveau de la contre-allée et environ 10 µg/m³ pour les PM_{2,5}.

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

Le profil journalier en PM_{2,5} présente des variations horaires moindres (écart type de 5 µg/m³ sur la période d'ouverture) que celui de PM₁₀ (écart type de 14 µg/m³). Cette différence s'explique par le fait que, durant cette campagne, la circulation a induit une remise en suspension importante qui concerne la fraction la plus grossière des particules (PM₁₀).

4.3. Zoom sur un évènement particulier

Le 8 septembre 2018, des feux d'artifice ont été organisés à St-Cloud, au sud-ouest de Neuilly-sur-Seine. Ces feux d'artifice ont rejeté dans l'atmosphère d'importantes quantités de particules. Au moment de cet évènement, le vent était de secteur sud. Ce nuage de particules a donc été déplacé vers Neuilly-

sur-Seine et de très fortes concentrations de PM₁₀ et PM_{2,5} ont été mesurées par les analyseurs situés le long de l'avenue Charles de Gaulle (Figure 11).

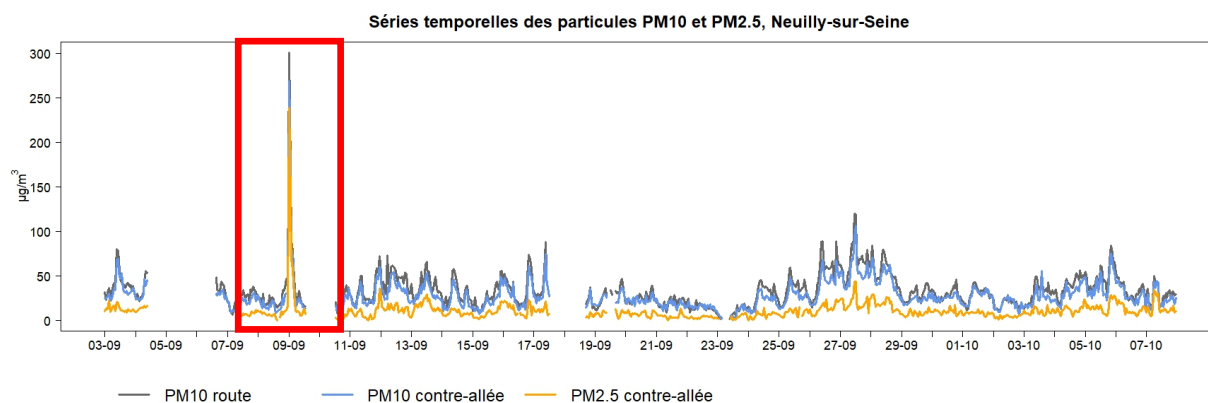


Figure 11 : Evolution temporelle des concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau de la route et de la contre-allée, sur la période du 03/09/2018 au 07/10/2018.

Le nuage de particules engendré par les feux d'artifice a eu une influence sur les concentrations à Neuilly-sur-Seine durant 5h. Durant cette période, les concentrations moyennes mesurées ont été de 151 µg/m³ de PM₁₀ le long de l'avenue Charles de Gaulle, 138 µg/m³ de PM₁₀ au niveau de la contre-allée et 117 µg/m³ pour les PM_{2,5} (Figure 12). Les maximums horaires ont été respectivement de 301, 269 et 239 µg/m³. Les feux d'artifice résultent d'un phénomène de combustion, ce qui a pour conséquence la formation principalement de PM_{2,5}, ce qui explique la forte proportion de PM_{2,5} par rapport au PM₁₀ durant cet évènement. Neuilly-sur-Seine n'est pas la seule commune impactée par ce phénomène, qui a touché toutes les communes situées sous le vent des feux d'artifice, comme cela a pu être mesuré sur différentes stations du réseau.

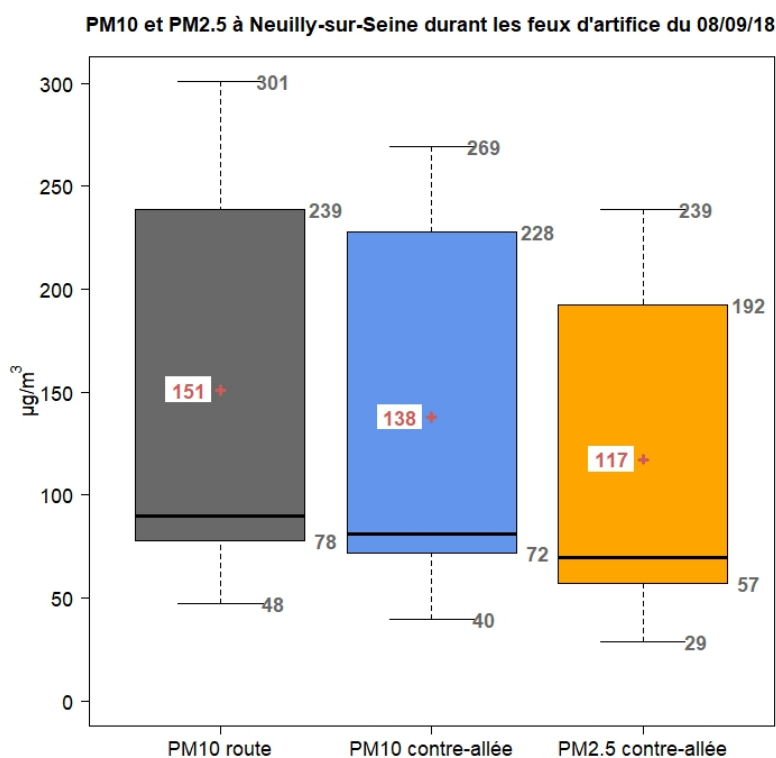


Figure 12 : Boîtes à moustaches des concentrations horaires en PM₁₀ et PM_{2,5} en µg/m³, sur les 5h concernées par l'influence des feux d'artifice, les 8 et 9 septembre 2018.

5. Comparaison avec les mesures de comptage de particules, de NO₂ et de benzène

Lors des mesures de comptage réalisées le 17 mai 2018 le long de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine, les points situés en retrait par rapport à l'axe central de la RN13 (contre-allées et place du marché) ont présenté des niveaux en nombre de particules plus faibles par rapport aux points situés en bordure du centre de l'avenue. Ce même constat a été observé en ce qui concerne le NO₂ et le benzène lors de la campagne de mesure du 5 juin au 3 juillet 2018.

De plus, les sites les plus éloignés de l'axe central de l'avenue Charles de Gaulle ont également présenté des variations en NO₂ plus faibles, car ces sites ont été moins soumis à l'influence du trafic.

Lors de cette campagne de mesure de particules, les résultats obtenus confirment les conclusions des précédentes campagnes. Les concentrations mesurées au niveau de la contre-allée sont bien moins élevées qu'à proximité immédiate de la route.

Pour le NO₂ et le benzène, la baisse de concentrations entre celles mesurées à proximité immédiate de la route et celles mesurées au niveau de la contre-allée est d'environ 50 % sur 20 m. Concernant les particules, cette baisse est de 15 %.

6. Estimations des niveaux moyens annuels

Les réglementations française et européenne 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 5 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 d'une campagne de mesure de quelques semaines 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 différente de la rose des vents moyenne sur les 10 dernières années. En fonction de leur position par rapport à l'agglomération parisienne, le comportement des stations de mesure pourra être sensiblement différent selon qu'ils étaient sous le vent ou au vent de cette zone dense d'émissions. L'incertitude associée au calcul est dans ce cas trop importante pour estimer de façon fiable une concentration moyenne annuelle sur les sites d'étude.

Cependant, le site placé en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle présente des concentrations en PM₁₀ du même ordre de grandeur que les grands axes routiers de l'agglomération parisienne, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est approchée voire dépassée⁵.

⁵ Airparif - Surveillance et information sur la qualité de l'air en Ile-de-France en 2017 – Mars 2018

Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est approchée voire dépassée, en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle.**

Le site placé sur la contre-allée, présente des concentrations en PM₁₀ inférieures à celles du site à proximité immédiate de la route. **La valeur limite serait probablement respectée sur ce point de mesure. En revanche, l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³ est approché voire dépassé.**

En ce qui concerne les concentrations en PM_{2,5} sur la contre-allée, **les niveaux annuels estimés respectent la valeur limite (25 µg/m³) et la valeur cible (20 µg/m³).** En revanche, **l'objectif de qualité de 10 µg/m³ est dépassé**, comme en tout point de Paris et de la Petite Couronne.

Conclusion

La campagne de mesure réalisée du 3 septembre au 7 octobre 2018 et ayant pour but de mesurer les concentrations en particules PM₁₀ à Neuilly-sur-Seine le long de l'avenue Charles de Gaulle et au niveau de la contre-allée, et en PM_{2,5} au niveau de la contre-allée a montré des résultats attendus. **Les concentrations en PM₁₀ mesurées à proximité immédiate de la route ont été plus importantes que celles mesurées sur la contre-allée. Cette différence de 15 % sur 20 m confirme la forte diminution des niveaux avec l'éloignement à la route.** De plus les concentrations en PM_{2,5} ont toujours été inférieures à celles des PM₁₀.

Le site à proximité immédiate de la route a présenté des concentrations en PM₁₀ similaires à celles mesurées sur les stations trafic du réseau Airparif. Celles mesurées au niveau de la contre-allée ont été légèrement plus faibles, mais en restant malgré tout au-dessus des concentrations relevées sur les stations de fond. Les concentrations en PM_{2,5} au niveau de la contre-allée ont quant à elle été similaires à celles mesurées sur les stations de fond de l'agglomération parisienne.

Les niveaux les plus forts ont été mesurés les mercredi, jeudi et vendredi, suivis des niveaux les plus faibles le samedi et le dimanche. Cette diminution des concentrations le weekend est en grande partie due à la diminution du trafic.

Les maxima horaires sont enregistrés lors des heures de pointe pour les deux types de particules tandis que les niveaux les plus faibles sont enregistrés la nuit. Cette fluctuation horaire des niveaux observée s'explique par la fréquentation de la route : en journée, la circulation des véhicules engendre des émissions de particules et de la remise en suspension, non présentes la nuit lorsque l'activité le long de l'avenue est moindre.

Dans le cadre de la présente étude, la rose des vents n'est pas représentative des conditions moyennes observées sur les 10 dernières années. L'incertitude associée au calcul de la moyenne annuelle est dans ce cas trop importante pour estimer de façon fiable une concentration moyenne annuelle sur les sites d'étude.

Néanmoins, le site à proximité de l'avenue Charles de Gaulle présente des concentrations en PM₁₀ comparables aux grands axes routiers franciliens, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est approchée voire dépassée. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est approchée voire dépassée, en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle.**

Le site placé sur la contre-allée, présente des concentrations en PM₁₀ inférieures à celles du site à proximité immédiate de la route. **La valeur limite est probablement respectée sur ce point de mesure. En revanche, l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³ est approché voire dépassé.**

En ce qui concerne les concentrations en PM_{2,5} sur la contre-allée, **les niveaux annuels estimés respectent la valeur limite (25 µg/m³) et la valeur cible (20 µg/m³)**. En revanche, **l'objectif de qualité de 10 µg/m³ est dépassé**, comme en tout point de Paris et de la Petite Couronne.

Ces résultats sont en adéquation avec les précédentes campagnes de mesure de comptages de particules, de dioxyde d'azote et de benzène, concluant à des niveaux de pollution qui diminuaient avec l'éloignement au centre de l'avenue, et donc des concentrations inférieures au niveau des contre-allées qu'à proximité immédiate de la route, tout en restant néanmoins supérieures aux concentrations de fond.

Conclusion générale

Les campagnes de mesure réalisées de mai à octobre 2018 et ayant pour but d'évaluer la qualité de l'air le long de l'avenue Charles de Gaulle à Neuilly-sur-Seine ont montré des résultats attendus. En effet, le nombre de particules ainsi que les concentrations en dioxyde d'azote, benzène et particules mesurées à proximité immédiate de la route ont été plus importants que ceux mesurés au niveau de la contre-allée. Cette différence confirme la forte diminution des niveaux avec l'éloignement à la route.

Pour le NO₂ et le benzène, la baisse de concentrations entre celles mesurées à proximité immédiate de la route et celles mesurées au niveau de la contre-allée est d'environ 50 % sur 20 m. Concernant les particules, cette baisse est de 15 %.

Dans le cadre de ces campagnes, les conditions météorologiques n'ont pas été représentatives des conditions moyennes observées sur les 10 dernières années. L'incertitude associée au calcul de la moyenne annuelle est dans ce cas trop importante pour estimer de façon fiable une concentration moyenne annuelle sur les sites d'étude.

Néanmoins, concernant le NO₂, les sites situés à proximité de l'avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers franciliens, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est largement dépassée. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est dépassée, en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle.**

Concernant les contre-allées, et les sites plus éloignés du trafic, les moyennes estimées se rapprochent de la valeur limite annuelle et pourraient la dépasser. Le point situé sur la place du marché, présente des résultats proches de la station de mesure de Neuilly-sur-Seine. **La valeur limite serait probablement respectée sur ce point de mesure.**

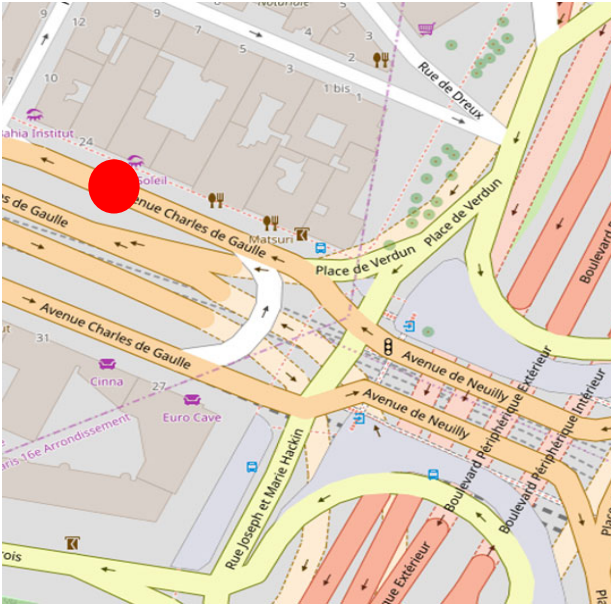
Concernant le benzène, les sites situés en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle présentent des concentrations comparables aux grands axes routiers de l'agglomération parisienne qui avoisinent voire dépassent l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **l'objectif de qualité est approché voire dépassé, en bordure immédiate de l'Avenue Charles de Gaulle, comme sur l'ensemble des axes routiers majeurs de l'Ile-de-France.**

Enfin, concernant les particules, le site à proximité de l'avenue Charles de Gaulle présente des concentrations en PM₁₀ comparables aux grands axes routiers franciliens, sur lesquels la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³ est approchée voire dépassée. Ces résultats confirment les estimations des cartes de concentrations annuelles établies par Airparif, qui montrent que **la valeur limite annuelle est approchée voire dépassée, en bordure immédiate de l'avenue Charles de Gaulle.**

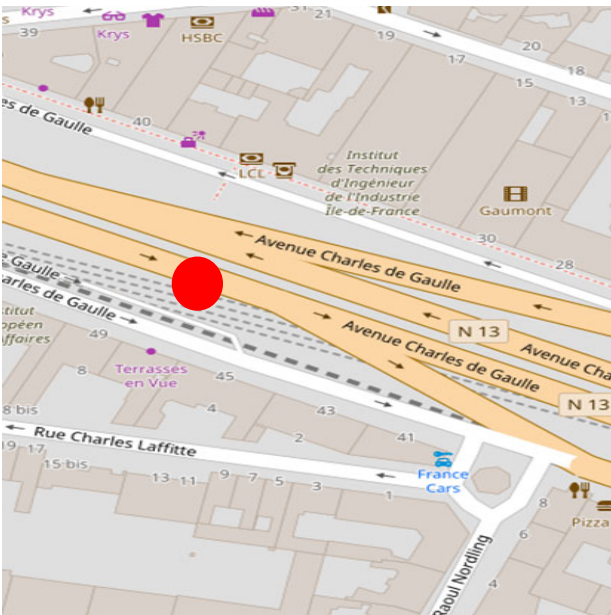
Le site placé sur la contre-allée, présente des concentrations en PM₁₀ inférieures à celles du site à proximité immédiate de la route. **La valeur limite est probablement respectée sur ce point de mesure. En revanche, l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³ est approché voire dépassé.**

En ce qui concerne les concentrations en PM_{2,5} sur la contre-allée, **les niveaux annuels estimés respectent la valeur limite (25 µg/m³) et la valeur cible (20 µg/m³).** En revanche, **l'objectif de qualité de 10 µg/m³ est dépassé**, comme en tout point de Paris et de la Petite Couronne.

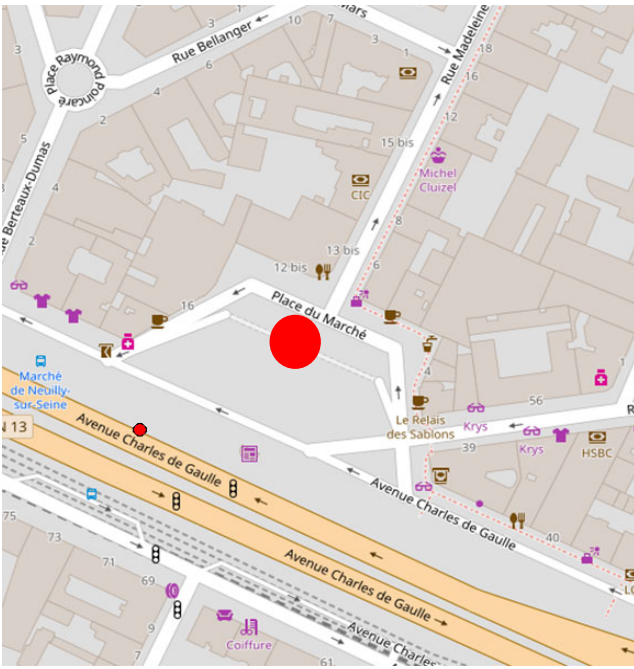
Annexe 1



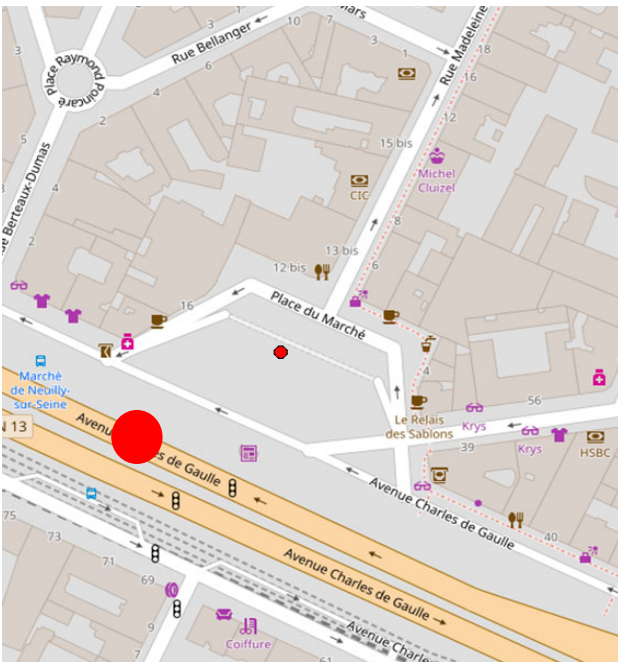
Site A : 22 avenue Charles de Gaulle



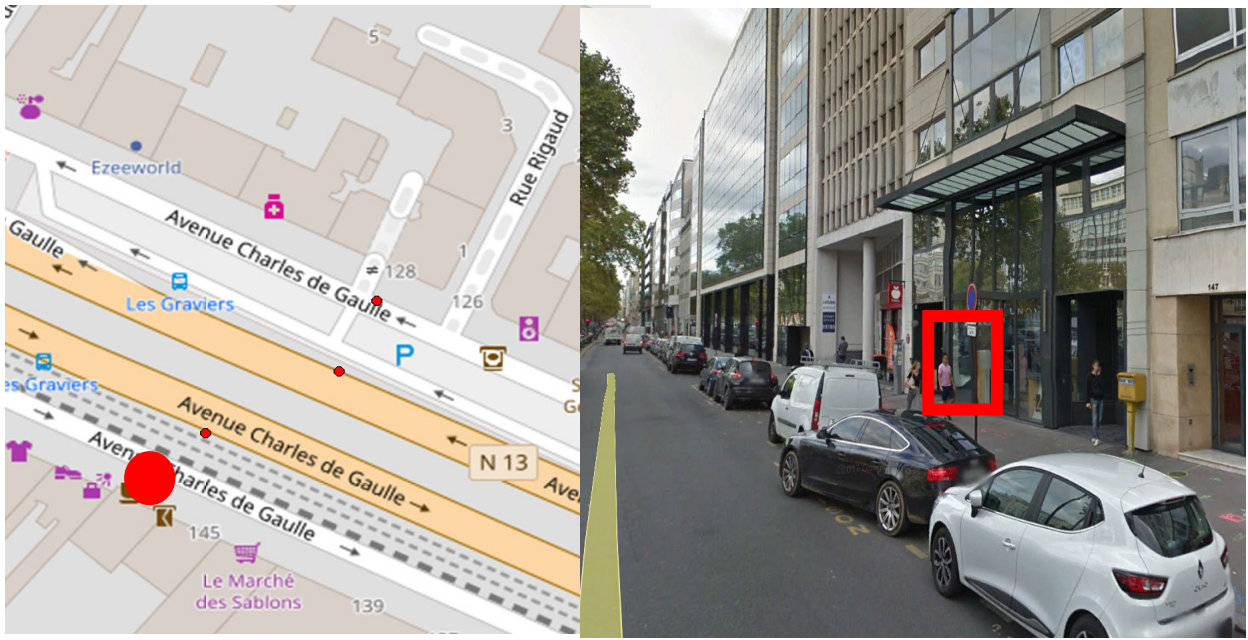
Site B : 47 avenue Charles de Gaulle



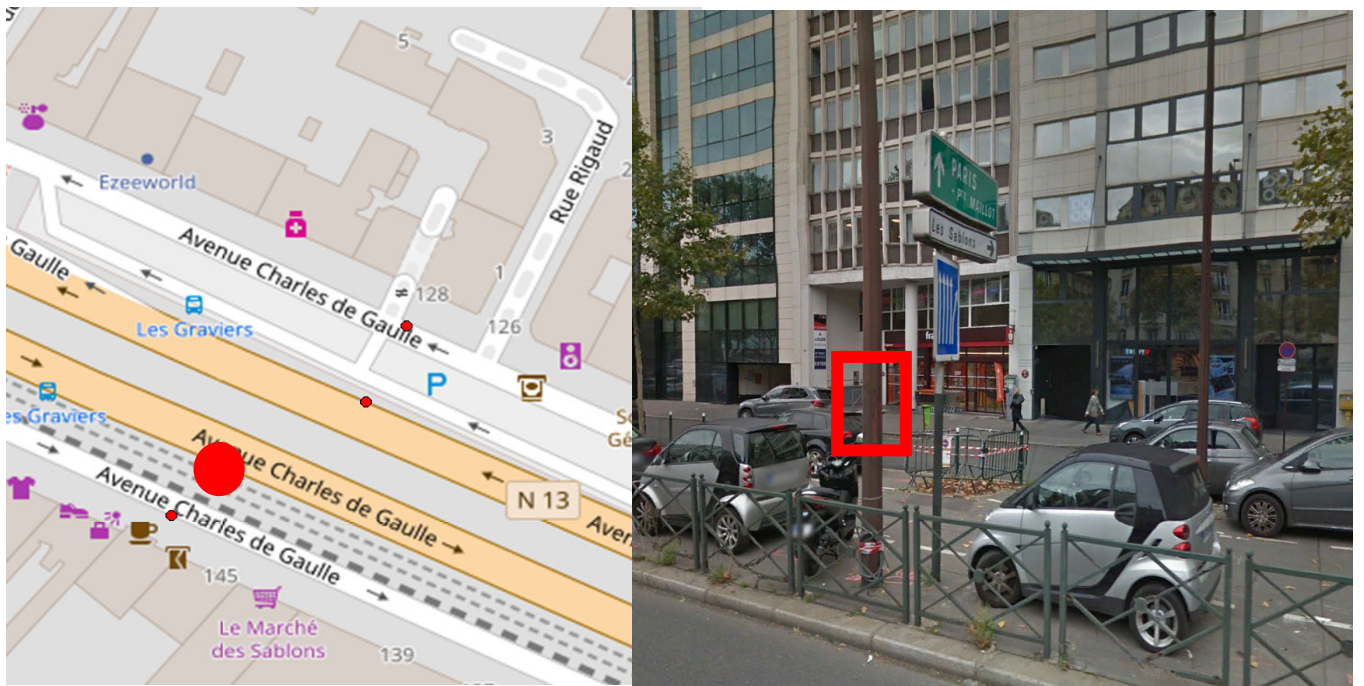
Site C : Place du marché / rue Madeleine



Site D : 46 bis avenue Charles de Gaulle



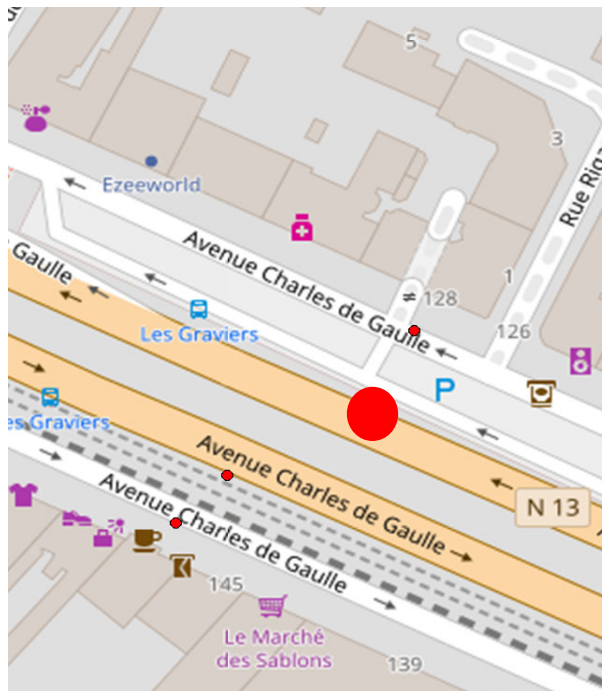
Site E : 147 avenue Charles de Gaulle



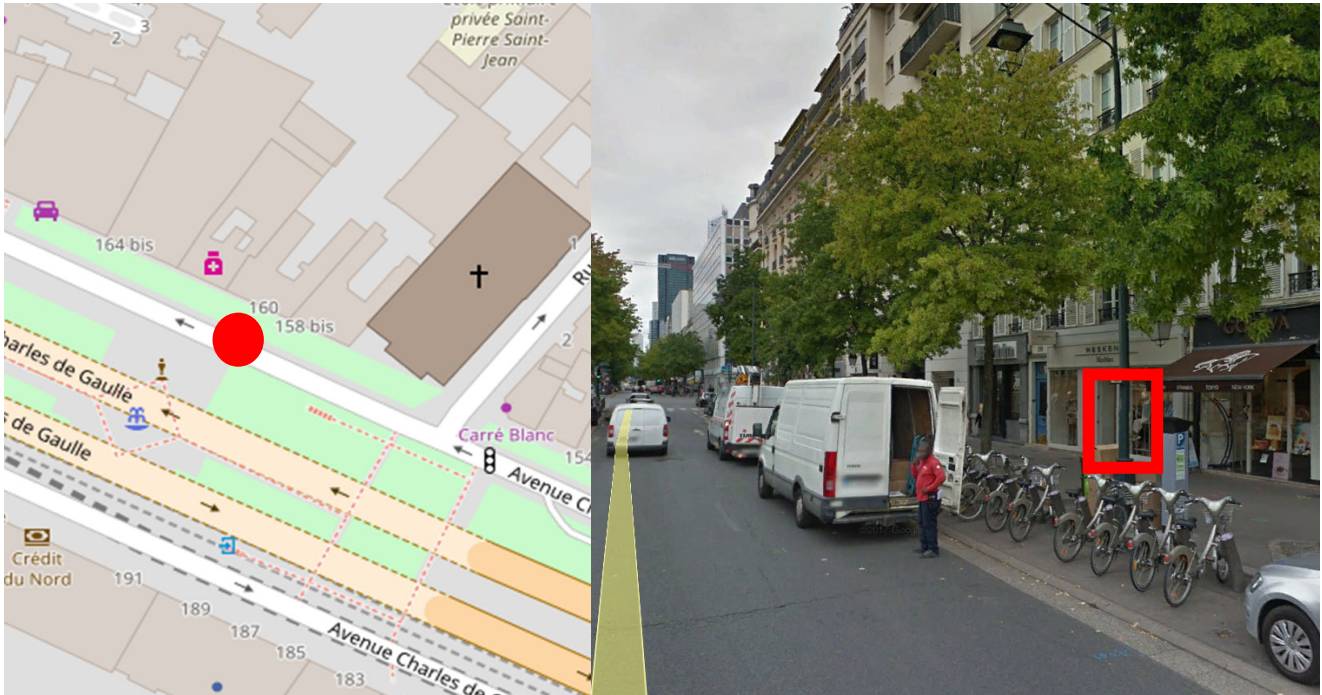
Site F : 147 avenue Charles de Gaulle



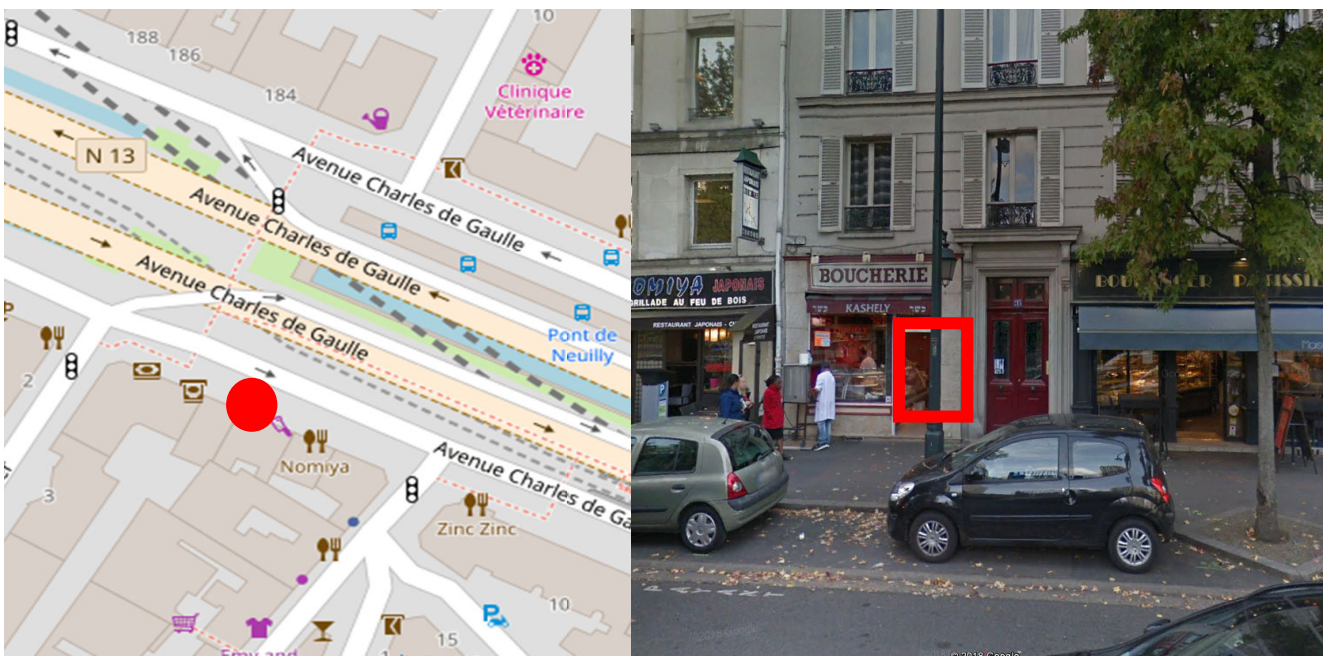
Site G : 128 avenue Charles de Gaulle



Site H : 128 avenue Charles de Gaulle



Site I : 160 avenue Charles de Gaulle



Site J : 215 avenue Charles de Gaulle

Annexe 2



Site contre-allée : 128 avenue Charles de Gaulle



Site route : 128 avenue Charles de Gaulle