



Étude de la qualité de l'air

QUARTIER DES DOCKS DE SAINT-OUEN



ETUDE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE QUARTIER DES DOCKS DE SAINT-OUEN

Juillet 2018

Photo de couverture : photographie du site de mesure (source Airparif)

GLOSSAIRE

Généralités :

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère liés à différentes sources telles que les transports (routier, aérien, fluvial, ferré), le résidentiel tertiaire (production de chauffage et d'eau chaude sanitaire), l'industrie...

Concentrations : les concentrations de polluants qui caractérisent la qualité de l'air que l'on respire, s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), et sont notamment très influencées par la proximité des sources polluantes.

Distance d'influence/d'impact : la distance d'influence (ou d'impact) représente l'étendue du surcroît de pollution atmosphérique observé sur une zone lié à une ou plusieurs sources d'émissions.

Typologie des stations

Station de fond : station de mesure située suffisamment loin des sources locales identifiées, comme les axes routiers ou les grandes sources industrielles, pour ne pas être directement influencée par ces dernières. Les stations de fond caractérisent l'ambiance générale de la pollution urbaine d'une zone et représentent une référence basse des concentrations rencontrées, pour un secteur géographique donné.

Station trafic : station de mesure implantée à proximité immédiate (moins de 5 mètres) d'un axe routier, de manière à caractériser les niveaux de pollution issus de l'influence directe de cet axe.

Normes :

Objectif de qualité : il correspond à une qualité de l'air jugée acceptable que la réglementation fixe comme objectif à atteindre dans un délai de quelques années.

Valeur limite : un niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Valeur cible : un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Polluants :

NOx : oxydes d'azote

NO₂ : dioxyde d'azote

BTEX : composés organiques volatiles (COV), comprenant benzène, toluène, ethylbenzène et xylène

PM₁₀ : particules de diamètre inférieur à 10 μm

PM_{2.5} : particules de diamètre inférieur à 2.5 μm

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	4
SOMMAIRE.....	5
SYNTHESE.....	7
1. INTRODUCTION.....	8
1. SITUATION GENERALE : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX MOYENS DE POLLUTION A SAINT-OUEN.....	9
1.1. NIVEAUX MOYENS DE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂).....	9
1.2. NIVEAUX MOYENS DE PARTICULES.....	11
1.3. AUTRES POLLUANTS.....	13
Benzène.....	13
Monoxyde de carbone (CO).....	13
Dioxyde de soufre (SO ₂).....	14
Métaux.....	14
Dioxines.....	14
2. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	16
2.1. LOCALISATION DES SITES DE MESURE.....	16
2.2. PERIODE DE MESURE.....	19
3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	20
3.1. NIVEAUX MOYENS ET SITUATION PAR RAPPORT AUX NORMES.....	20
Dioxyde d'azote.....	20
Particules PM ₁₀ et PM _{2.5}	23
Benzène.....	25
3.2. PARTICULARITES SUR LE SECTEUR DES DOCKS : ANALYSE DETAILLEE DES RESULTATS.....	27
Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure.....	27
Niveaux généraux de pollution sur la période.....	28
Niveaux de dioxyde d'azote.....	29
Niveaux de PM ₁₀	32
4. CONCLUSION.....	35
ANNEXES.....	36
ANNEXE 1 : NORMES FRANÇAISES ET EUROPEENNES DE QUALITE DE L' AIR APPLICABLES EN 2018.....	36
ANNEXE 2 : INSTRUMENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	39
Les laboratoires mobiles.....	39
Les échantillonneurs passifs.....	40
Qualité de la mesure.....	41
ANNEXE 3 : ESTIMATION DE LA CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE: METHODOLOGIE DE CALCUL ET INCERTITUDE ASSOCIEE.....	43
ANNEXE 4 : RESULTATS DES TUBES PASSIFS, ECHELLE HEBDOMADAIRE.....	45

SYNTHESE

Quels sont les niveaux moyens sur la campagne dans le secteur des Docks de Saint-Ouen ?

Les niveaux de NO₂, 34 µg/m³, sont légèrement inférieurs à ceux de Paris 18^{ème} et légèrement supérieurs à ceux de Gennevilliers, selon une décroissance des niveaux entre le centre de l'agglomération et les périphéries. Les niveaux au sein de la cour intérieure du bâtiment sont plus faibles qu'à l'extérieur et décroissent avec l'altitude.

Les niveaux de PM₁₀ sont plus élevés au droit du bâtiment Influence I qu'à Gennevilliers et Paris 18^{ème} (24 µg/m³ contre 20 et 21 µg/m³ respectivement).

Les niveaux de particules PM_{2.5} sont similaires voire inférieurs à ceux de Paris 18^{ème} et Gennevilliers.

Enfin, les niveaux de benzène sont homogènes sur la zone, similaires à ceux mesurés à Gennevilliers et inférieurs à ceux mesurés à Paris 18^{ème}.

Quelle est la situation vis-à-vis des normes de qualité de l'air ?

Les moyennes annuelles estimées du NO₂, au sein et au droit du bâtiment, respectent la valeur limite annuelle réglementaire.

En ce qui concerne les PM₁₀, la valeur limite et l'objectif de qualité sont respectés, et la probabilité que la valeur limite journalière soit dépassée plus de 35 fois par an est quasi-nulle, mais reste fortement dépendante des conditions météorologiques régionales sur l'année.

La valeur limite annuelle pour les PM_{2.5} est respectée, et le dépassement de l'objectif de qualité de 10 µg/m³ est vraisemblable, comme dans une grande partie de l'agglomération.

La valeur limite et l'objectif de qualité du benzène sont largement respectés.

Y a-t-il un impact des industries alentours sur la qualité de l'air ?

Aucun impact des industries n'a été détecté, de par la nature des particules mesurées, l'évolution temporelle des niveaux de NO₂ et de PM₁₀, et les directions de vent sous lesquelles sont rencontrés les niveaux les plus élevés, qui ne comprennent pas celles lorsque le site de mesure est sous le vent des industries.

Y a-t-il un impact des chantiers et du trafic alentours sur la qualité de l'air ?

Les chantiers alentours ont un impact sur les niveaux de NO₂ (engins de manutention) et de PM₁₀ (remise en suspension, abrasion) : les directions de vent sous lesquelles une influence est détectée, ainsi que l'évolution temporelle de ces polluants pointent vers cette source.

Les axes routiers principaux (boulevard Victor Hugo) semblent aussi influencer les niveaux de NO₂, particulièrement influencés lors des heures de pointe.

L'impact moyen, lorsque le vent place le site de mesure sous l'influence de ces sources, est de +4 µg/m³ pour le NO₂ et de +7 µg/m³ pour les PM₁₀ par rapport à Paris 18^{ème}. Il est important de noter que, outre ces impacts locaux, la majeure partie de ces polluants provient avant tout des niveaux de fond de l'agglomération parisienne.

La qualité de l'air est-elle différente entre la cour intérieure du bâtiment et l'extérieur au niveau de la rue Paulin Talabot ?

Les niveaux de NO₂ mesurés dans la cour intérieure du bâtiment et sur la terrasse du 7^{ème} étage sont en moyenne 20% inférieurs à ceux mesurés au droit du bâtiment, et décroissent avec l'altitude.

La même conclusion est valable pour les niveaux de benzène, qui sont très homogènes entre tous les sites de mesure.

1. INTRODUCTION

Le Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2016 – 2021 prévoit de faire des diagnostics approfondis autour de zones franciliennes à enjeux particuliers et d'accompagner les acteurs pour limiter la pollution atmosphérique en Ile-de-France. Ce PRSQA entend renforcer l'accompagnement des décideurs, que ce soit pour des diagnostics, pour faciliter la concertation ou pour élaborer des plans d'amélioration, notamment dans le cadre de projets d'urbanisme (du bâtiment à l'échelle du quartier).

Le quartier des docks de Saint-Ouen est en pleine évolution et des occupants des nouveaux bâtiments, riverains ou travailleurs, s'inquiètent de la qualité de l'air. L'implantation de plusieurs installations industrielles dans ce secteur est en partie à l'origine des inquiétudes.

La Région Ile-de-France a implanté son nouveau siège dans ce quartier. Dans le cadre de son plan « Changeons d'Air en Île-de-France », la Région a placé la qualité de l'air ambiant et de l'air intérieur au centre de ses préoccupations environnementales et sanitaires. Elle siège au sein du Conseil d'Administration d'Airparif et soutient financièrement l'association, via une convention pluriannuelle. Aussi, elle a proposé que des mesures sur la qualité de l'air dans ce quartier soient réalisées devant son bâtiment, ainsi que dans la cour intérieure, dans le but que ces mesures soient représentatives de la qualité de l'air extérieure au droit et au sein d'autres bâtiments du secteur.

1. SITUATION GENERALE :

CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX MOYENS DE POLLUTION A SAINT-OUEN

Ce chapitre présente les cartographies de qualité de l'air à Saint-Ouen. Au travers des cartographies de la qualité de l'air réalisées par Airparif **à l'échelle annuelle pour les polluants les plus problématiques** en Ile-de-France (dioxyde d'azote – NO₂ et particules – PM₁₀), une description des motifs de pollution sur le secteur d'étude est réalisée. Ces cartographies permettent également de mettre en relief les éventuels dépassements des normes en vigueur.

Les cartographies réalisées illustrent les champs de pollution en NO₂ et PM₁₀ en situation de fond (loin du trafic routier) et en proximité du trafic routier tout en prenant en compte l'influence spatiale des émissions issues du trafic routier.

Il est à noter que ces teneurs modélisées fournissent un **état général de la qualité de l'air** du secteur d'étude et ne permettent pas d'évaluer les niveaux précis dans le quartier des Docks, notamment du fait des chantiers en cours. L'étude spécifique menée au niveau du bâtiment Influence I de la Région Ile-de-France répond à cette question à l'aide des mesures réalisées entre le 2 avril et 13 mai 2018.

Un récapitulatif des valeurs limites réglementaires est présenté en Annexe 1 : Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2018.

1.1. Niveaux moyens de dioxyde d'azote (NO₂)

La qualité de l'air à l'échelle de l'Ile-de-France et dans le secteur de Saint-Ouen est présentée sur la Figure 1 pour le dioxyde d'azote (NO₂).

A l'échelle régionale, les concentrations de dioxyde d'azote les plus importantes sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne et au voisinage des grands axes de circulation (autoroutes, routes nationales et importantes voies départementales) comme illustré à la Figure 1. Les dépassements de la valeur limite annuelle, fixée à 40 µg/m³, sont relevés au droit et au voisinage des grands axes routiers, généralement des axes parisiens ainsi que dans le centre de l'agglomération parisienne. C'est ainsi qu'environ **1,3 millions de Franciliens sont potentiellement exposés¹ à un air dépassant la valeur limite annuelle en 2017**. Ils résident exclusivement dans l'agglomération parisienne : cette situation concerne près d'un Parisien sur deux.

La carte à l'échelle du secteur d'étude illustre la légère décroissance des niveaux par rapport au centre de Paris. Les teneurs en NO₂ diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du cœur dense de l'agglomération parisienne, le secteur de la commune de Saint-Ouen présente des concentrations légèrement plus faibles que celles observées dans le centre de l'agglomération parisienne, mais supérieures aux concentrations mesurées en zones péri-urbaines.

¹ Exposition des personnes qui respireraient en permanence l'air extérieur au droit de leur domicile.

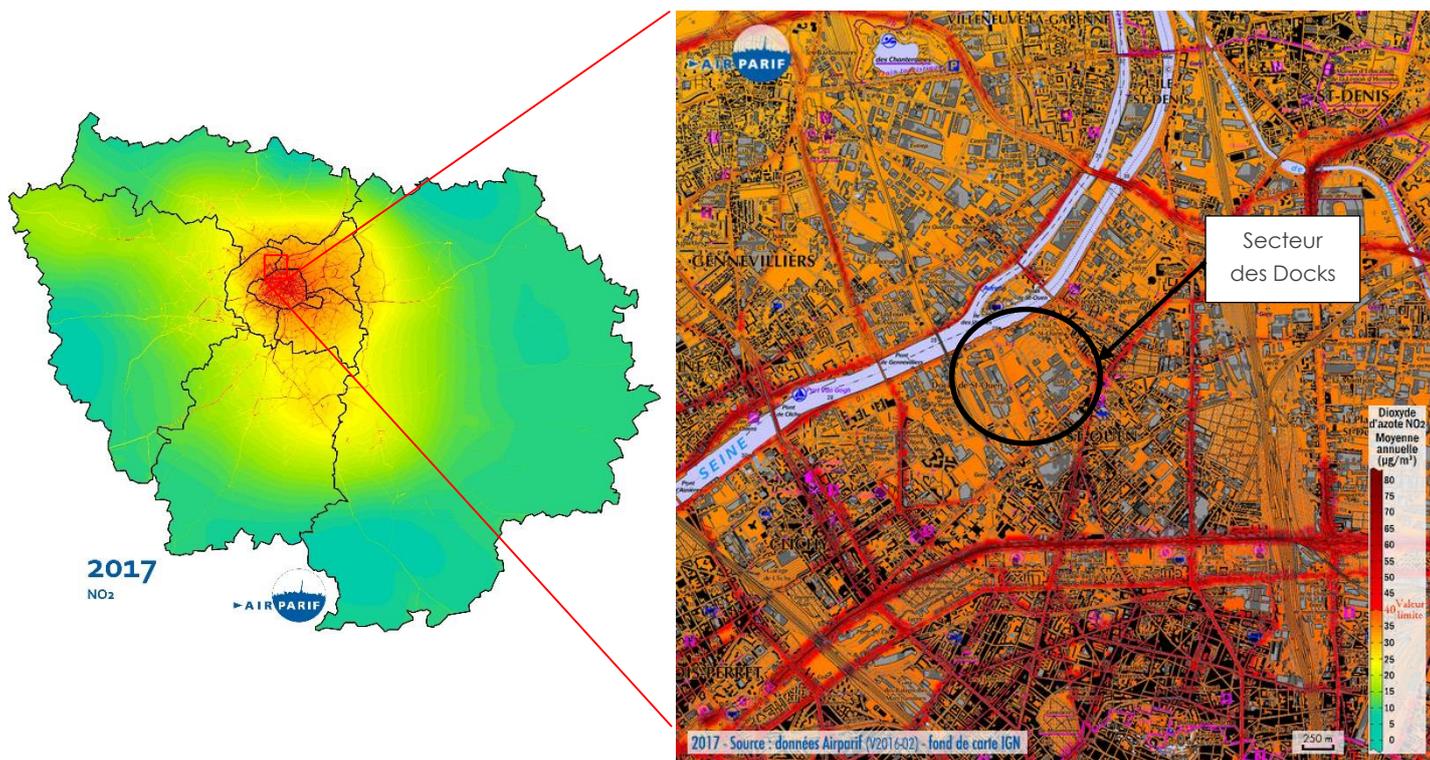


Figure 1 : Concentrations moyennes annuelles 2017 de NO₂ – en Ile-de-France et dans le secteur des Docks de Saint-Ouen

Les niveaux de fond, c'est-à-dire dans les zones éloignées des axes routiers, respectent la valeur limite réglementaire définie en moyenne annuelle (40 µg/m³), avec des niveaux situés entre 30 et 40 µg/m³. La cartographie illustre des niveaux plus forts à proximité immédiate des axes routiers, avec des dépassements de la valeur limite réglementaire au droit des axes principaux.

Le Tableau 1 présente pour la commune de Saint-Ouen les éléments statistiques de dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) de dioxyde d'azote en 2017. Les nombres d'habitants potentiellement exposés à des teneurs supérieures à la valeur limite sont calculés pour la commune de Saint-Ouen, la Seine-Saint-Denis et l'ensemble de la région francilienne. Paris est également cité en référence.

	Nb habitants > valeur limite (40 µg/m³)	% habitants > valeur limite (40 µg/m³)
<i>Commune de Saint-Ouen</i>	12 000	25%
<i>Seine-Saint-Denis (93)</i>	90 000	6%
<i>Paris (75)</i>	1 000 000	44%
<i>Ile-de-France</i>	1 300 000	11%

Tableau 1 : Eléments statistiques concernant les dépassements de la valeur limite de dioxyde d'azote dans le secteur de Saint-Ouen et en Ile-de-France pour l'année 2017

A Saint-Ouen, 25% de la population est potentiellement exposée à des niveaux supérieurs à la valeur limite de NO₂, moins que dans Paris (44%) et plus que dans l'ensemble du département 93 contenant des zones péri-urbaines moins exposées.

1.2. Niveaux moyens de particules

Les niveaux de particules PM₁₀ en moyenne annuelle en Ile-de-France et sur Saint-Ouen, ainsi que le nombre de jours où la valeur moyenne en concentration journalière de 50 µg/m³ est dépassée en PM₁₀ sur l'année sont présentés Figure 2. En effet, la réglementation définit pour les PM₁₀ une valeur limite moyenne annuelle (40 µg/m³) mais également une valeur limite réglementaire journalière de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

Les concentrations de PM₁₀ les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens. Néanmoins, contrairement aux teneurs de NO₂, le gradient des concentrations annuelles de PM₁₀ est moins marqué. Ce constat est vrai en situation de fond à l'échelle régionale avec des teneurs entre le cœur dense de l'agglomération et la zone rurale plus homogènes. A proximité du trafic routier, les concentrations annuelles de PM₁₀ peuvent être importantes et jusqu'à deux fois plus élevées qu'en situation de fond. Au droit des axes de circulation majeurs d'Ile-de-France, la valeur limite annuelle en PM₁₀ (40 µg/m³) peut être dépassée comme cela est le cas à hauteur de l'autoroute A1.

A Saint-Ouen, les niveaux en situation de fond respectent largement la valeur limite réglementaire en moyenne annuelle (40 µg/m³) avec des niveaux compris entre 20 et 25 µg/m³. A proximité du trafic routier, malgré des teneurs annuelles plus élevées sur les axes de la commune, les niveaux de PM₁₀ respectent la valeur limite réglementaire annuelle.

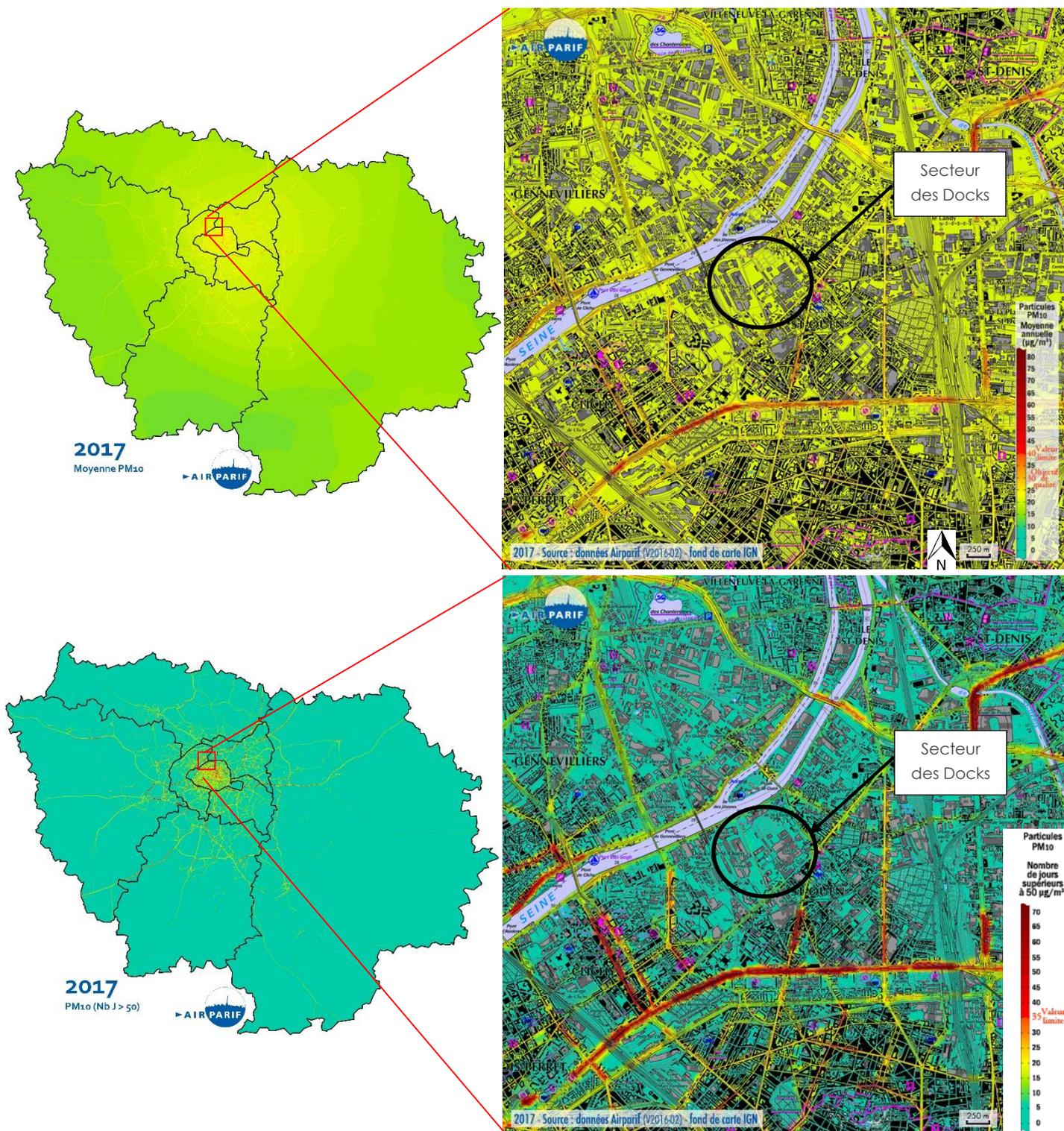


Figure 2 : Concentrations moyennes annuelles 2017 de PM₁₀ et nombre de jours supérieurs à 50 µg/m³ – en Ile-de-France et à Saint-Ouen

Les éléments statistiques relatifs aux dépassements des valeurs limites annuelle et journalière déterminés pour les particules PM₁₀ est présenté dans le Tableau 2.

	Nb habitants > valeur limite		% habitants > valeur limite	
	>40 µg/m ³	35j>50 µg/m ³	>40 µg/m ³	35j>50 µg/m ³
Commune de Saint-Ouen	0	3 000	0	6%
Seine-Saint-Denis (93)	<1%	<1%	<1%	<1%
Paris (75)	<1%	80 000	<1%	4%
Ile-de-France	<1%	100 000	<1%	1%

Tableau 2 : Éléments statistiques concernant les dépassements des valeurs limites annuelle et journalière de PM₁₀ dans le secteur de Saint-Ouen et en Ile-de-France pour l'année 2017

Le nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en Ile-de-France est très faible pour l'année 2017. Compte-tenu de la précision de la méthode d'estimation employée, ces chiffres ne sont pas significatifs. En revanche, la valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ autorisés) est dépassée le long des axes majeurs de l'agglomération parisienne et de la grande couronne. Environ 100 000 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en 2017, soit environ 1% de la population francilienne.

Dans le périmètre de Saint-Ouen, les niveaux respectent la valeur limite réglementaire en moyenne annuelle (40 µg/m³). Un dépassement de la valeur limite journalière se présente pour environ 6% de la population, le long des axes majeurs (Boulevard Périphérique, RD111).

En ce qui concerne les particules PM_{2,5}, le motif cartographique est similaire à celui des PM₁₀ : elles représentent en effet 60 à 70% des PM₁₀. La valeur limite annuelle de 25 µg/m³ est respectée sur toute la région, tandis qu'environ 10 millions d'habitants (soit près de 85% des franciliens) sont potentiellement concernés par un dépassement de l'objectif de qualité annuel (10 µg/m³), ce qui inclut les habitants de Saint-Ouen.

1.3. Autres polluants

Dans le quartier des Docks, des installations industrielles telles que le centre d'incinération avec valorisation énergétique (UVE) de Saint-Ouen et la chaufferie (CPCU) sont émettrices de polluants spécifiques, également surveillés par Airparif sur toute la région.

Benzène

Le benzène est émis majoritairement par le trafic routier, notamment les motorisations essence (dont les deux-roues motorisés), et se retrouve à proximité des zones de stockage et distribution de carburants. La valeur limite annuelle (5 µg/m³) est respectée en tout point de l'Ile-de-France en 2017. L'objectif de qualité (2 µg/m³) est dépassé à proximité du trafic routier, moins d'1% de la population francilienne étant exposée à un potentiel dépassement de cette valeur. Les mêmes conclusions sont valables pour le secteur de Saint-Ouen, avec un potentiel dépassement de l'objectif de qualité le long du Boulevard Périphérique.

Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone se forme lors des combustions incomplètes de matières carbonées (gaz, charbon, fioul ou bois). Les principales sources sont le trafic routier et le chauffage résidentiel. Les niveaux de CO sont très inférieurs aux normes réglementaires sur toute la région.

Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est émis lors de la combustion de matières fossiles (charbon, pétrole, certains gaz contenant des impuretés en soufre) ainsi que lors de certains procédés industriels. Les niveaux de SO₂ dans la région sont très faibles et respectent largement les normes réglementaires (valeur limite et objectif de qualité), y compris à Saint-Ouen.

Métaux

Les métaux proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles, des ordures ménagères et de certains procédés industriels. Le plomb (Pb) est principalement émis lors de la combustion du bois et du fioul, certaines industries spécifiques ainsi que le trafic routier (abrasion des freins). L'arsenic (As) provient de la combustion de combustibles minéraux solides et du fioul lourd ainsi que de l'utilisation de certaines matières premières (production de verre, de métaux non ferreux, métallurgie des ferreux). Le cadmium (Cd) est essentiellement émis par l'incinération de déchets ainsi que la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse. Le nickel (Ni) est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd.

Une campagne de mesures indicatives autour de l'UVE de Saint-Ouen a été menée en 2009/2010², afin de déterminer la nécessité ou non d'une surveillance permanente de niveaux de métaux dans le secteur. Les quatre métaux réglementés (Pb, As, Cd et Ni) ont été mesurés en situation de fond, ainsi que le chrome, le cobalt, le cuivre, le manganèse et le zinc. Les niveaux moyens de métaux relevés lors de cette campagne sont faibles avec ponctuellement des concentrations plus importantes lors de conditions météorologiques peu favorables à la dispersion de la pollution, et pour certains points de mesure lorsque ceux-ci étaient sous le vent des rejets canalisés du centre d'incinération de Saint-Ouen. Cette étude conclut que les valeurs cibles (As, Cd, Ni) et la valeur limite (Pb) sont largement respectées, et les teneurs moyennes sont largement en-dessous des seuils d'évaluation. En conséquence, une surveillance permanente des niveaux de métaux n'est pas nécessaire sur le secteur.

Dioxines

Les dioxines font partie des 12 polluants organiques persistants (POP) recensés par la communauté internationale. Les incinérateurs d'ordures ménagères d'ancienne génération ont été pendant longtemps les sources principales d'exposition aux dioxines. Depuis la loi de décembre 2002, les émissions de dioxines par les incinérateurs sont très réglementées et ont par conséquent nettement diminué : elles ont été divisées par 100 entre 1995 et 2006. Aujourd'hui, tous les incinérateurs de déchets municipaux émettent des niveaux de dioxines nettement en-dessous des normes européennes et françaises ; la source principale d'exposition aux dioxines est le chauffage résidentiel, et le brûlage sauvage de déchets (verts ou autre).

Les dioxines se forment aussi lors de phénomènes de combustion mal maîtrisés (température de combustion non optimale pour la destruction de tels polluants), qui sont encore mal connus. D'après une étude menée par Airparif en 2004/2005 sur les niveaux de dioxines en Ile-de-France autour d'installations spécifiques³, ces brûlages non maîtrisés pourraient émettre des quantités plus importantes de dioxines que les combustions contrôlées. L'étude de 2004/2005 avait montré, pour le secteur autour de l'UVE de Saint-Ouen, cette même problématique, avec des niveaux comparables à ceux de fond la majeure partie du temps, et des niveaux ponctuellement plus

² Surveillance des métaux dans l'air autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères à Saint-Ouen, Septembre 2010, Airparif ([lien](#))

³ Campagne de mesure des dioxines dans l'air ambiant francilien, Octobre 2005, Airparif ([lien](#))

importants, en partie influencés par l'installation, mais provenant surtout de sources aléatoires non identifiées. Le CITEPA fournit un classement des secteurs d'émission de dioxines les plus importants, reporté Tableau 3 : les centres d'incinération ne font plus partie des émetteurs principaux et n'apparaissent pas dans le tableau.

Classement	Sous-secteur	Part du sous-secteur dans les émissions nationales de la France métropolitaine
1	Résidentiel dont : <i>Brûlage de câbles</i> <i>Combustion des appareils de chauffage (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.)</i>	45% dont : 35% 10%
2	Métallurgie des métaux ferreux	16%
3	Voitures particulières diesel	12%
4	Transformation des CMS - sidérurgie	7,9%
5	Culture	4,7%

Tableau 3 : Classement des sous-secteurs les plus émetteurs en 2015 (source : CITEPA)

Une nouvelle étude a été réalisée fin 2017 à proximité de zones de brûlages non maîtrisés ainsi qu'à des points de référence urbains et dans les zones de retombées de deux incinérateurs – Saint-Ouen et Ivry-sur-Seine – afin d'évaluer les niveaux de dioxines en air ambiant. Cette étude montre que des sources diffuses non contrôlées (brûlages...) ont un impact local sur les niveaux de dioxines et furannes chlorées, mais également de dioxines et furannes bromées. Les niveaux mesurés dans ces conditions sont nettement plus élevés que dans la zone de retombée des panaches de centres d'incinération de déchets ménagers. L'étude complète est disponible à l'adresse suivante : https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-dioxines-20180824.pdf.

La campagne de mesure présentée dans le chapitre suivant permet une analyse plus détaillée des concentrations de polluants sur le quartier des Docks en pleine évolution et potentiellement sous l'influence des chantiers en cours. Les mesures ont eu lieu au droit du bâtiment Influence I, siège de la Région Ile-de-France.

2. Mise en œuvre de la campagne de mesure

Afin d'étudier les niveaux de pollution dans la zone des Docks de Saint-Ouen, tant leur variabilité temporelle que l'influence de bâtiments faisant écran, **quatre points de mesure** ont été instrumentés à proximité du bâtiment de la Région Ile-de-France. Compte-tenu des activités actuelles dans la zone, incluant notamment des travaux du bâtiment à moins de 30m, l'UVE de Saint-Ouen (700m), une installation de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU, 400m), et l'état des connaissances et des niveaux des différents polluants sur le secteur, les polluants suivants ont été retenus pour les mesures : **les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le dioxyde d'azote et le benzène**.

Les autres polluants évoqués au chapitre précédent, que sont le CO, le SO₂, les métaux et les dioxines ne sont pas mesurés lors de cette étude : les mesures permanentes du réseau Airparif du CO et du SO₂ suffisent à évaluer les niveaux sur la zone, très faibles et respectant les valeurs réglementaires. En ce qui concerne les métaux, la campagne déjà menée en 2009 a permis de conclure que les niveaux autour de la zone industrielle (UVE notamment, mais aussi CPCU) respectent les valeurs réglementaires. Les chantiers temporaires dans la zone ne sont pas des sources potentielles majeures de CO, SO₂ et métaux. Enfin, les dioxines ont aussi donné lieu à des campagnes de mesures, en 2005 et en 2017, qui donnent déjà des informations sur les niveaux à proximité de la zone industrielle. Les résultats des mesures de 2017 seront publiés courant second semestre 2018.

2.1. Localisation des sites de mesure

Un site a été équipé d'instruments de mesure automatiques identiques à ceux des stations permanentes du réseau d'Airparif, pour évaluer la variabilité temporelle des niveaux de pollution. Trois autres sites, implantés en extérieur au sein du bâtiment Influence I (cour intérieure et terrasse extérieure du dernier étage), permettent d'évaluer la variabilité spatiale de niveaux de dioxyde d'azote et de benzène, à différents étages du bâtiment. Les instruments utilisés sur ces sites, des tubes passifs mesurant le dioxyde d'azote et les BTEX, ont une finesse temporelle moins importante (mesures sur une semaine). Un tube passif pour les BTEX a aussi été installé au niveau du laboratoire mobile. L'instrumentation pour chaque polluant est décrite en détail en Annexe 2 : Instrumentation de la campagne de mesure.

La Figure 3 illustre la localisation du secteur des Docks de Saint-Ouen où se situe le site de mesure automatique au droit du bâtiment de la Région Ile-de-France.



Figure 3 : Localisation du quartier des Docks de Saint-Ouen, de la zone industrielles (UVE et CPCU) et du site de mesure temporaire de la campagne (source fond de carte : Google Earth)

La Figure 4, la Figure 5, la Figure 6 et la Figure 7 ci-dessous précisent la localisation de chaque site de mesure.

Le site de mesure automatique a été installé de façon à mesurer les niveaux de dioxyde d'azote et de particules (échelle horaire) en situation représentative du quartier actuellement, avec, à proximité immédiate, des travaux de BTP de grande ampleur. Par ailleurs, la rue Paulin Talabot au droit du site de mesure est un axe routier secondaire de desserte, peu utilisé à ce jour mais pouvant malgré tout influencer le site de mesure situé au droit de la route. De plus, le site se trouve à environ 100m de la place de la République et du boulevard Victor Hugo, très congestionnés en heure de pointe. Le site n'est donc pas représentatif d'un niveau de fond mais d'un niveau influencé (activités de construction, trafic routier de la rue Paulin Talabot même si peu de trafic, et influence possible du trafic en heure de pointe de la Place de la République), correspondant à la zone autour du bâtiment de la Région, et plus généralement de la situation au droit des bâtiments du quartier.



Figure 4 : Localisation du site de mesure automatique + tube passif BTEX n°4 (source fond de carte : Google Earth)

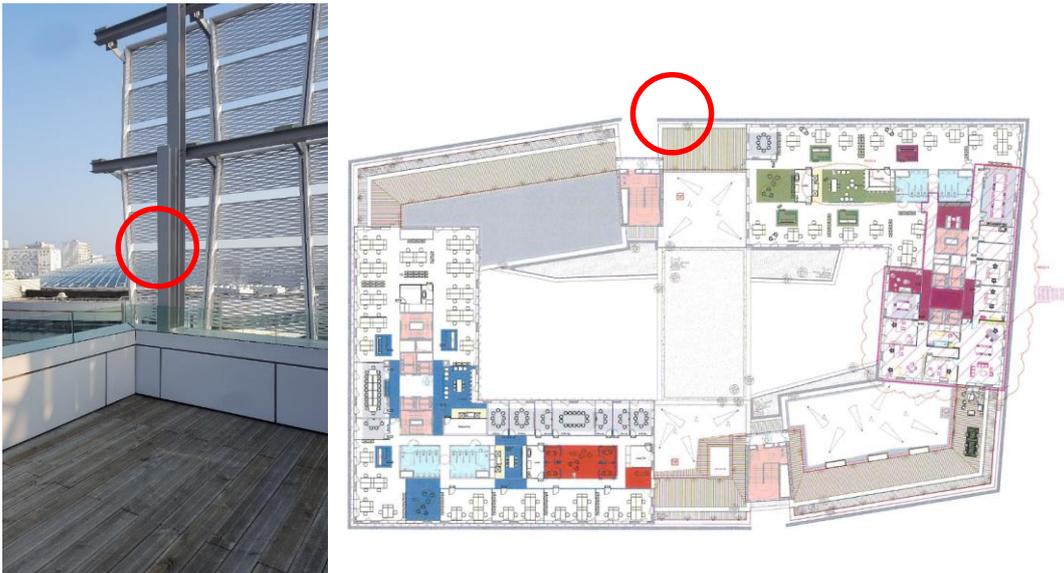


Figure 5 : site n°1 des échantillonneurs passifs NO₂+BTEX, 7^{ème} étage, terrasse secteur NE



Figure 6 : site n°2 des échantillonneurs passifs NO₂+BTEX, 1^{er} étage, terrasse sur cour intérieure secteur SO

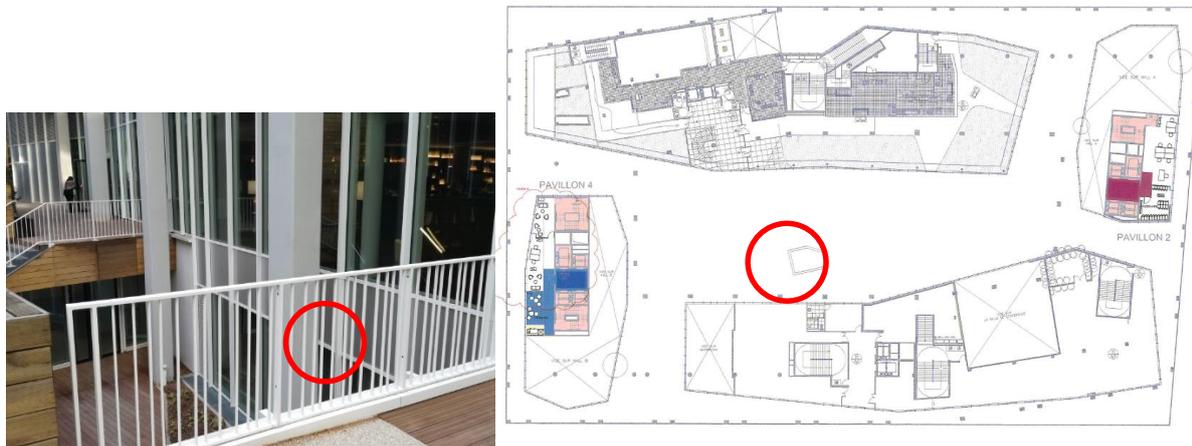


Figure 7 : site n°3 des échantillonneurs passifs NO₂+BTEX, RDC cour intérieure

Des sites de référence, correspondant à des stations permanentes du réseau Airparif implantées dans l'agglomération parisienne, ont été définis afin de pouvoir comparer les résultats des mesures sur le secteur d'étude à des niveaux de fond/de proximité au trafic de la région. Les sites de mesure permettant de relativiser les niveaux mesurés sur le secteur d'étude sont :

- Gennevilliers, donnant les niveaux de fond de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} au nord-ouest de Saint-Ouen ;
- Paris 18^{ème}, donnant les niveaux de fond de NO₂ et PM₁₀ au sud-est de Saint-Ouen, intra-muros (pas de mesure de PM_{2.5} à cette station) ;
- Paris Centre (4^{ème} arrondissement), pour une référence des niveaux de fond intra-muros des PM_{2.5} ;
- Boulevard Haussmann, station de proximité au trafic routier, pour les niveaux de NO₂ et de PM₁₀ (pas de mesure de PM_{2.5} à cette station) ;
- Autoroute A1, donnant les niveaux de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} à proximité du trafic routier au droit d'un axe majeur.

2.2. Période de mesure

Les mesures de qualité de l'air du site automatique ont été réalisées du 2 avril au 13 mai 2018 inclus. Le 2 avril était un jour férié, ainsi que le 1^{er}, le 8 et le 10 mai. Les vacances scolaires étaient du 14 au 29 avril inclus.

Les mesures par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote et le benzène ont été réalisées en quatre séries consécutives d'une période d'une semaine chacune (cf. Tableau 4).

Chaque tube à diffusion a été installé sur le site le premier jour et retiré le dernier jour de chaque série afin d'harmoniser la période d'exposition sur le domaine d'étude. Ainsi, après une analyse en laboratoire des tubes à diffusion, une concentration moyenne de dioxyde d'azote et de benzène est obtenue sur la période d'exposition.

	Période de mesure pour les tubes à diffusion	Commentaire
Série 1	03/04/2018 – 10/04/2018	
Série 2	10/04/2018 – 17/04/2018	Début des vacances le 14 avril (4 jours)
Série 3	17/04/2018 – 24/04/2018	Vacances (7 jours)
Série 4	24/04/2018 – 04/05/2018	Vacances jusqu'au 29 avril inclus, 1 ^{er} mai férié (7 jours)

Tableau 4 : Périodes de mesure pour les tubes à diffusion, selon les séries

3. Résultats de la campagne de mesure

Cette partie présente dans un premier temps les niveaux moyens sur le secteur ainsi que l'estimation de la situation vis-à-vis des seuils réglementaires. Une analyse temporelle détaillée est faite dans un second temps.

3.1. Niveaux moyens et situation par rapport aux normes

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

Les teneurs observées pendant la période de campagne illustrent les niveaux de pollution lors d'une certaine période de l'année. Les niveaux relevés ne peuvent pas être directement comparés aux seuils réglementaires à l'échelle annuelle. Les niveaux moyens annuels doivent être reconstitués. La méthodologie de l'estimation des concentrations moyennes annuelles est détaillée en Annexe 3 : Estimation de la concentration moyenne annuelle: méthodologie de calcul et incertitude associée.

L'année considérée pour l'estimation des moyennes annuelles est comprise entre le 16 mai 2017 et le 15 mai 2018, intervalle incluant la période de mesure (pour le benzène, entre le 5 mai 2017 et le 4 mai 2018). Les résultats ne pourront pas être directement comparés aux moyennes d'autres sites calculés en année civile, les conditions météorologiques influençant fortement les niveaux.

Dioxyde d'azote

Niveaux moyens

Le laboratoire mobile placé rue Paulin Talabot a permis de mesurer les niveaux de NO₂ à l'échelle horaire du 2 avril au 13 mai 2018. Les boxplots (ou boîtes à moustache) de la Figure 8 illustrent les niveaux de NO₂ rue Paulin Talabot (le site temporaire est dénommé « Saint-Ouen » ici), aux stations permanentes de Gennevilliers et de Paris 18^{ème} (niveaux de fond) et aux stations permanentes du Boulevard Haussmann et de l'autoroute A1 (niveaux de proximité au trafic routier).

La donnée en rouge sur fond blanc représente la moyenne sur la période pour le site considéré, le trait noir horizontal est la médiane. La « boîte » comprend les données entre le percentile 25 et le percentile 75. Les deux moustaches représentent le minimum et le maximum en-dehors des données atypiques (les points).

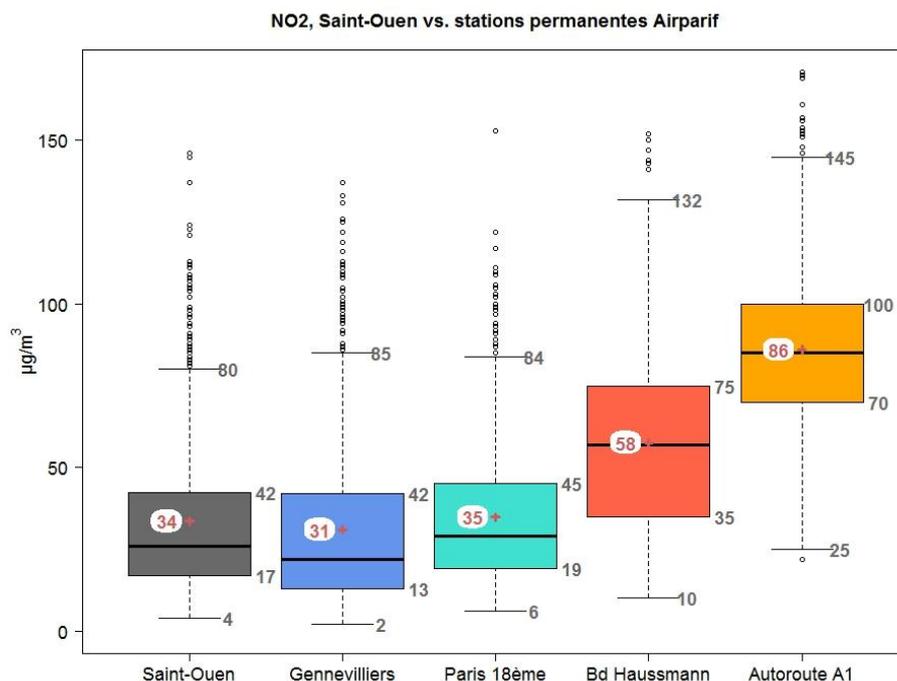


Figure 8 : Boxplots des concentrations horaires en NO₂ sur l'ensemble de la campagne du 2 avril au 13 mai 2018

La moyenne mesurée à Saint-Ouen est légèrement supérieure à celle mesurée à Gennevilliers et légèrement inférieure à celle mesurée dans le 18^{ème} : 34 µg/m³ à Saint-Ouen, contre 31 µg/m³ à Gennevilliers et 35 µg/m³ à Paris 18^{ème}. Cela s'explique par la décroissance des niveaux avec l'éloignement du centre de l'agglomération.

La même remarque s'applique pour les maxima observés sur les sites de fond : 146 µg/m³ atteint le 20 avril à 8h à Saint-Ouen, contre 137 µg/m³ et 153 µg/m³ atteints le même jour à 9h et 11h à Gennevilliers et à Paris 18^{ème} respectivement. Cependant, les niveaux sur le site de Saint-Ouen, influencé par le trafic routier et les chantiers environnants, sont, dans certaines situations, supérieurs à ceux du site parisien (voir l'analyse des évolutions temporelles ci-après).

Les sites en proximité au trafic (Haussmann et autoroute A1) présentent des niveaux largement supérieurs en moyenne aux autres sites.

Les moyennes des niveaux hebdomadaires mesurés par tubes passifs dans la cour intérieure du bâtiment Influence I, et des niveaux horaires mesurés par analyseur rue Paulin Talabot, du 3 avril au 4 mai 2018, comparés aux deux stations de fond de référence, sont reportées Figure 9.

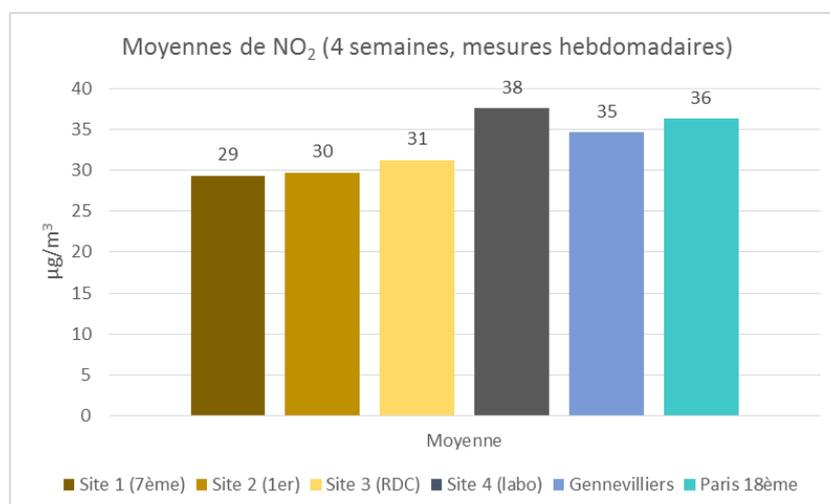


Figure 9 : Moyennes des concentrations en NO₂ (hebdomadaires pour les tubes passifs, horaires pour le laboratoire rue Paulin Talabot et pour les stations de référence) du 3 avril au 4 mai 2018

Ces résultats montrent que les niveaux extérieurs de NO₂ sont plus faibles côté cour du bâtiment Influence I qu'au droit du bâtiment (site 4, laboratoire) d'environ 20%, et qu'ils décroissent avec la montée des étages. Cela s'explique, d'une part, par l'isolement partiel des sites 2 et 3 du flux extérieur de pollution (côté cour intérieure), et, d'autre part, par la décroissance des niveaux de pollution avec l'altitude : dispersion de polluants depuis leur point d'émission souvent au niveau du sol, notamment pour le NO₂ qui provient en majeure partie du trafic.

En moyenne sur les quatre premières semaines de campagne, les niveaux mesurés dans la rue au droit du bâtiment (analyseur automatique) sont supérieurs à ceux mesurés à Gennevilliers et à Paris 18^{ème} de 9 et 6% respectivement. Cela indique, pour cette période, que le site de mesure était sous le vent d'une activité locale émettrice de NO₂ : trafic routier essentiellement et éventuellement engins de chantiers, selon l'étude temporelle plus précise de ces niveaux réalisée chapitre 3.2.

Norme à l'échelle annuelle

La valeur limite annuelle pour le NO₂ est de 40 µg/m³. La valeur limite en moyenne horaire fixe un maximum de 18 heures dans l'année de dépassement des 200 µg/m³.

Le Tableau 5 résume, pour les 3 sites de mesure par tubes passifs et pour le site de mesure automatique, au sein et au droit du bâtiment Influence I de la Région Ile-de-France, l'estimation des moyennes annuelles établies pour le NO₂.

	Moyenne campagne en µg/m ³	Moyenne annuelle estimée (du 16/05/17 au 15/05/18) en µg/m ³	Intervalle incertitude	
			Min	Max
Tube n°1	29	31	27	34
Tube n°2	30	31	28	34
Tube n°3	31	32	29	35
Site Auto	34	34	31	38

Tableau 5 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote sur les sites de mesure temporaires instrumentés lors de la campagne

Les concentrations moyennes annuelles estimées en NO₂ sur les sites temporaires sont comprises entre 31 et 34 µg/m³, et oscillent entre 27 et 38 µg/m³ en prenant en compte l'incertitude de reconstitution de ces moyennes annuelles.

Conformément à l'emplacement de la zone d'étude par rapport au cœur de l'agglomération parisienne, ces teneurs sont inférieures à ce qui est mesuré intra-muros à Paris 18^{ème} (37 µg/m³) et supérieures à ce qui est mesuré plus loin du cœur de l'agglomération à Gennevilliers (30 µg/m³).

Les concentrations moyennes annuelles estimées pour le NO₂ sur les sites de fond sont inférieures à la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m³. Le secteur d'étude ne présente pas de risque de dépassement de la valeur limite horaire.

Particules PM₁₀ et PM_{2.5}

Niveaux moyens

La Figure 10 présente les boîtes à moustache ou boxplots des concentrations horaires mesurées sur la zone d'étude durant la campagne de mesure, comparées à celles de quatre sites permanents d'Airparif : deux sites de fond (Gennevilliers et Paris 18^{ème} ou Paris Centre pour les PM_{2.5}), et deux sites de proximité au trafic routier (Boulevard Haussmann et autoroute A1).

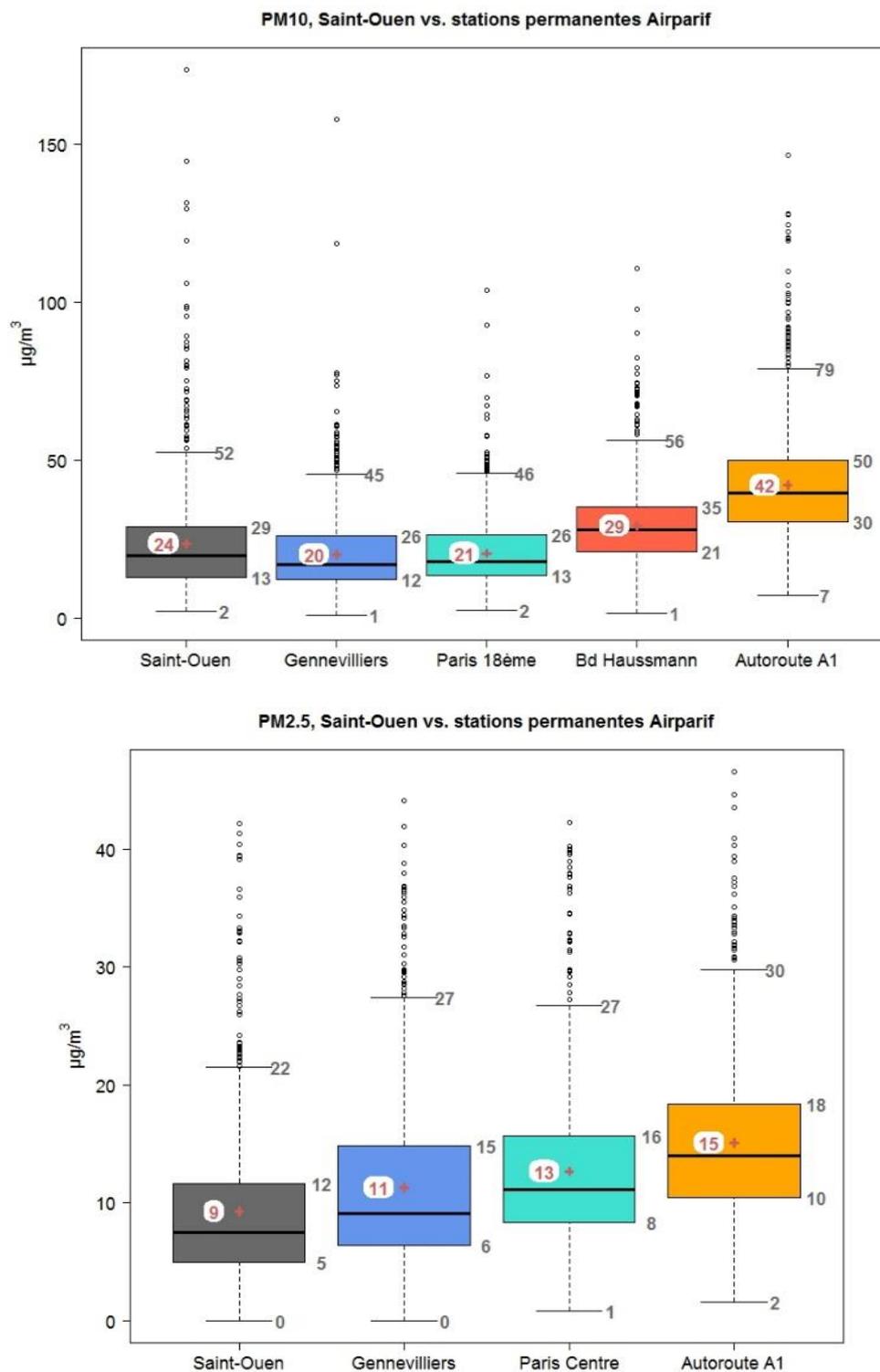


Figure 10 : Boxplots des concentrations horaires en particules sur l'ensemble de la campagne

La moyenne en PM₁₀ à Saint-Ouen est supérieure à celles de Gennevilliers et de Paris 18^{ème}, 24 µg/m³ contre 20 et 21 µg/m³ respectivement. Elle est par ailleurs inférieure à celle des stations trafic. Le laboratoire de Saint-Ouen observe des niveaux plus élevés généralement, avec un percentile 75 de 29 contre 26 µg/m³ pour les deux stations de fond de référence, un maximum de 174 µg/m³ contre 158 µg/m³ à Gennevilliers et 104 µg/m³ à Paris 18^{ème}. Le maximum à Saint-Ouen a été mesuré le vendredi 27 avril à 18h. Ce pic ne se retrouve pas aux autres stations de référence d'Airparif, ce qui indique un événement local probablement dû aux travaux à proximité : le vent avait alors une vitesse de 5,4 m/s, propice à une remise en suspension des particules, et provenant d'ouest. Même si le laboratoire est en partie protégé des vents de nord-ouest à sud-ouest par le bâtiment Influence, des effets de recirculation de l'air du côté « au vent » du bâtiment peuvent placer le laboratoire sous l'influence de zones de construction situées de l'autre côté du bâtiment.

La moyenne des PM_{2,5} à Saint-Ouen est inférieure à celles des deux stations de fond de référence et de la station trafic de l'autoroute A1. La répartition des niveaux (la boîte) se situe nettement en-dessous de celles de Gennevilliers et de Paris 18^{ème}. Il n'y a donc pas de source de PM_{2,5} locale aux alentours du bâtiment Influence.

Cette différence de résultats entre les deux classes de particules s'explique par leurs sources différentes : les PM₁₀ proviennent surtout de l'abrasion et de la remise en suspension, correspondant dans le secteur de Saint-Ouen aux travaux de construction à proximité essentiellement. En revanche les particules PM_{2,5} sont issues de processus de combustion : le site de mesure est proche de sources de combustion comme le trafic routier (desserte de la rue Paulin Talabot, peu empruntée aujourd'hui), la chaufferie du CPCU et l'UVE de Saint-Ouen. Les niveaux mesurés montrent que le secteur est peu ou pas influencé par ces sources.

Norme à l'échelle annuelle

La valeur limite annuelle des PM₁₀ est de 40 µg/m³ et l'objectif de qualité est fixé à 30 µg/m³. La valeur limite journalière est de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois dans l'année.

Concernant les particules PM_{2,5}, seul l'effet chronique est aujourd'hui pris en compte dans la réglementation. La valeur limite annuelle des PM_{2,5}, fixée en 2015 à 25 µg/m³ et la valeur cible fixée à 20 µg/m³ étant largement respectées, les résultats sont dans ce rapport comparés à l'objectif de qualité de 10 µg/m³.

Le Tableau 6 illustre, pour le site de mesure temporaire instrumenté rue Paulin Talabot, l'estimation des moyennes annuelles établies pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}.

	Moyenne campagne en µg/m ³	Moyenne annuelle estimée (du 16/05/17 au 15/05/18) en µg/m ³	Intervalle incertitude	
			Min	Max
PM ₁₀	24	21	19	24
PM _{2,5}	9	10	8	12

Tableau 6 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en particules PM₁₀ et PM_{2,5} sur le site de mesure temporaire instrumenté lors de la campagne rue Paulin Talabot

La concentration moyenne annuelle estimée en PM₁₀ sur le site temporaire (21 µg/m³), ne présente pas de risque de dépassement de l'objectif de qualité. Elle est supérieure à la moyenne annuelle à Paris 18^{ème} (19 µg/m³) et à Gennevilliers (18 µg/m³), ce qui s'explique par la présence de chantiers de grande envergure à proximité du site de mesure.

Concernant les particules PM_{2.5}, la moyenne annuelle estimée, de 10 µg/m³, est comprise entre 8 et 12 µg/m³ en prenant en compte l'incertitude de reconstitution.

Cette moyenne est inférieure à ce qui est mesuré au cœur de Paris et en Petite Couronne avec respectivement 13 µg/m³ (Paris centre) et 11 µg/m³ (Gennevilliers). L'estimation de cette moyenne contient plus d'incertitudes, dues au nombre moins important de stations de référence d'Airparif mesurant les PM_{2.5}. Cela s'ajoute à l'incertitude due à la période de mesure restreinte de 6 semaines ne prenant pas en compte les niveaux hivernaux habituellement plus élevés. L'objectif de qualité n'est pas dépassé pour cette estimation, cependant l'incertitude associée à cette estimation amène à considérer que **le dépassement de l'objectif de qualité est vraisemblable**, comme sur une grande partie de l'agglomération.

Norme à l'échelle journalière, PM₁₀

La valeur limite journalière de 50 µg/m³ a été dépassée deux fois sur la campagne, le 20 et le 27 avril, avec des niveaux respectifs de 53 et 52 µg/m³ (voir Figure 19 dans le chapitre suivant). Cette valeur limite ne doit pas être dépassée plus de 35 fois par an.

Le comportement des niveaux de PM₁₀ sur ce site temporaire au droit du bâtiment Influence I n'est pas comparable aux stations de fond d'Airparif non influencées par des chantiers, ni aux stations trafic du réseau, qui sont à proximité de sources de particules de nature différente. Seules deux stations trafic du réseau Airparif dépassent cette norme : Boulevard Périphérique (Auteuil, 39 jours de dépassement en 2017), et Autoroute A1 (Saint-Denis, 80 jours de dépassement en 2017). Les niveaux mesurés à Saint-Ouen pendant la campagne sont cependant largement inférieurs à ceux de l'autoroute A1, malgré quelques pics journaliers (voir Figure 19, chapitre suivant). Même si les dépassements de cette valeur au niveau du bâtiment de la Région dépendent fortement des niveaux de fond, de la météorologie et surtout de l'activité des chantiers alentours, **la probabilité d'atteindre plus de 35 jours de dépassement de la valeur limite journalière par an est très faible**.

Benzène

Niveaux moyens

Les moyennes de benzène sont calculées sur les résultats hebdomadaires pour les quatre tubes passifs de la zone d'étude (sites 1 à 4) et pour les sites de référence de Gennevilliers et Paris Centre. Ces résultats sont reportés Figure 11. Il est à noter que les mesures d'une semaine sur les stations de référence sont du lundi au lundi alors que celles des sites de mesure au sein du domaine d'étude sont du mardi au mardi.

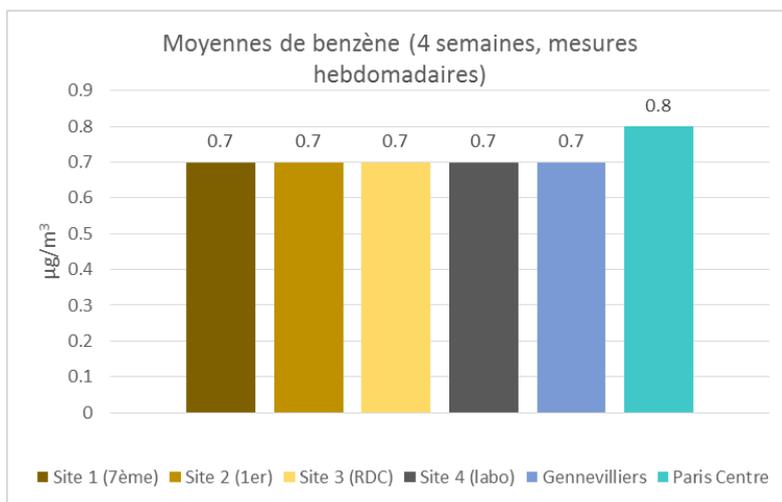


Figure 11 : Moyennes des concentrations de benzène sur la campagne, du 3 avril au 4 mai 2018 (mesures hebdomadaires)

Les résultats sont homogènes d'un site à l'autre, oscillant entre 0,7 et 0,8 µg/m³. Les moyennes sont inférieures, à Saint-Ouen dans le secteur des Docks, à celles à Paris 18^{ème} et équivalentes à celles de Gennevilliers. Aucun impact spécifique n'est détecté au droit du bâtiment Influence I ou au sein de bâtiment à l'extérieur (côté cour et terrasse du dernier étage).

Norme à l'échelle annuelle

L'objectif de qualité du benzène est de 2 µg/m³. La valeur limite annuelle est de 5 µg/m³. La valeur limite annuelle étant largement respectée, les résultats sont dans ce rapport comparés à l'objectif de qualité.

Le Tableau 7 illustre pour les 4 sites de mesure temporaires instrumentés (tubes passifs, dont un près du laboratoire de mesure rue Paulin Talabot) l'estimation des moyennes annuelles établies pour le benzène.

	Moyenne campagne en µg/m ³	Moyenne annuelle estimée (du 05/05/17 au 04/05/18) en µg/m ³	Intervalle incertitude	
			Min	Max
Tube n°1	0.7	0.8	0.7	0.8
Tube n°2	0.7	0.7	0.7	0.8
Tube n°3	0.7	0.7	0.7	0.8
Site Auto	0.7	0.8	0.7	0.9

Tableau 7 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en benzène sur les sites de mesure temporaires instrumentés lors de la campagne.

D'après les concentrations moyennes estimées en benzène sur la zone d'étude, il n'y a pas de risque de dépassement de l'objectif de qualité.

3.2. Particularités sur le secteur des Docks : analyse détaillée des résultats

Le chapitre précédent met en exergue des particularités du secteur des Docks pour les niveaux de NO_2 et de PM_{10} . Cette partie analyse en détails l'évolution temporelle de ces deux polluants sur le secteur. Les résultats hebdomadaires complets des tubes passifs de benzène sont reportés Annexe 4 : Résultats des tubes passifs, échelle hebdomadaire.

Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure

Une analyse préliminaire des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure permet de mieux appréhender leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés.

Les commentaires suivants s'appuient sur les observations de la station Météo-France située à Montsouris, pour la vitesse et la direction de vent, l'humidité relative et les précipitations. La localisation de cette station météo est présentée Figure 12. Les vents mesurés à cet endroit sont représentatifs des vents régionaux.

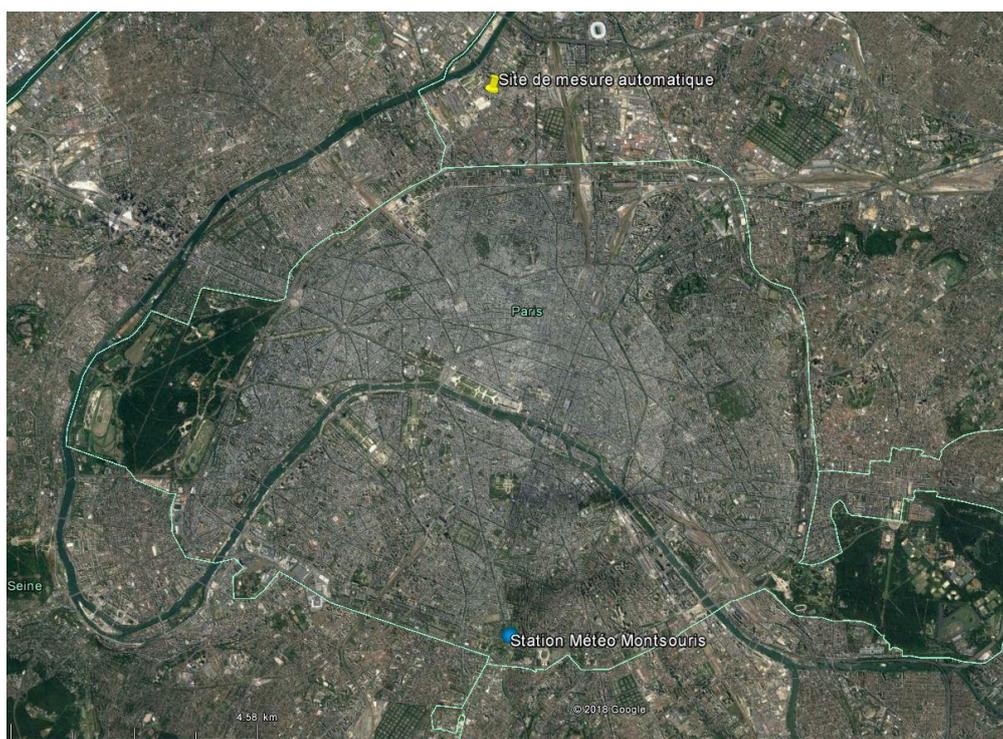


Figure 12 : Localisation de la station Météo-France de Montsouris par rapport au site de mesure automatique installé à Saint-Ouen (source fond de carte : Google Earth)

La Figure 13 (a) représente, pour la campagne de mesure réalisée entre le 2 avril et le 13 mai 2018, la fréquence des régimes de vent : les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles (vitesses de vent inférieures à 2 m/s), en orangé les vents dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s et en jaune les régimes de vent les plus dispersifs (vitesses de vent supérieures ou égales à 4 m/s). La Figure 13 (b) présente les mêmes paramètres en moyenne sur les quatre dernières années.

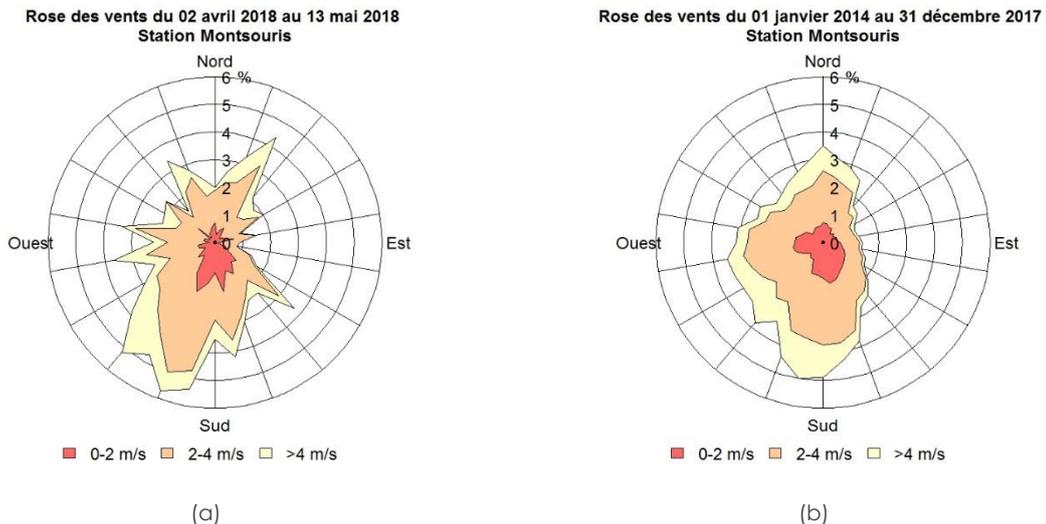


Figure 13 : Fréquence (en %) des vents observés à la station Météo France de Montsouris du 2 avril au 13 mai 2018 lors des mesures automatiques (a) et sur les quatre dernières années (b) en fonction de leur secteur [source : Météo-France]

Les vents de la période de mesure sont conformes à la moyenne des quatre dernières années, avec des vents de sud à sud-ouest en grande majorité. Par ailleurs, les vents de sud-est, nord-ouest et nord-est ont été observés plus fréquemment durant la campagne, au détriment des vents de nord. Les régimes de vents sont **moyennement dispersifs** avec des vitesses de vent majoritairement entre 2 et 4 m/s. Les conditions les plus favorables à la dispersion des polluants, avec des vitesses de vent supérieures à 4 m/s sont peu représentées lors de cette campagne, excepté pour les vents de sud-ouest.

Niveaux généraux de pollution sur la période

L'indice européen de qualité de l'air Citeair⁴ apporte une information sur la qualité de l'air d'une ville dans l'air ambiant en situation de fond, mais aussi près du trafic. La Figure 14 indique la valeur de cet indice sur la période de mesure, par jour.

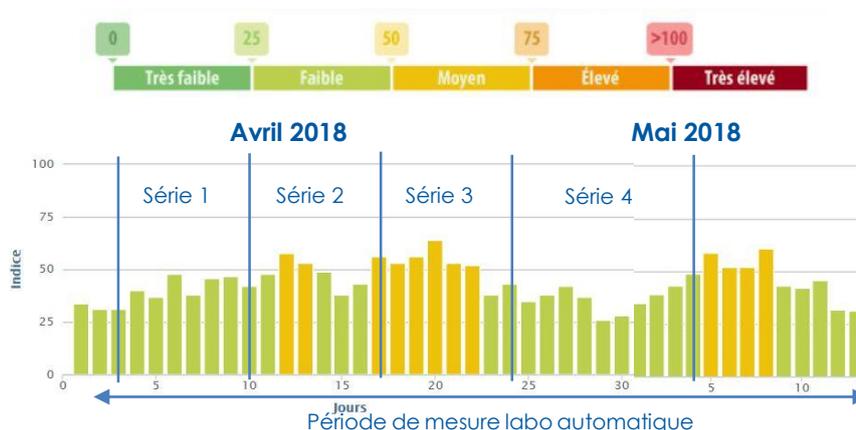


Figure 14 : Indice Citeair sur la période de campagne, indice de Saint-Ouen

Sur l'ensemble des mesures automatiques, du 2 avril au 13 mai, 30 jours ont enregistré un indice faible, 12 jours ont enregistré un indice moyen, soit 29%. La période la plus sensible, pour les mesures par tubes passifs couvre la troisième semaine de mesure essentiellement. L'indice était moyen dû au NO₂ les 13, 17, 19 avril et 7 mai, aux PM₁₀ les 12, 18, 20, 22 avril et 5 et 6 mai, et à l'ozone les 21 avril et 6 et 8 mai.

⁴ Plus de détails sur l'indice Citeair sont disponibles sur le [site d'Airparif](#)

Niveaux de dioxyde d'azote

Les sources possibles de NO₂ dans ce quartier sont les activités industrielles à proximité (CPCU, UVE), le trafic routier et les chantiers (engins de manutention). L'analyse suivante permet de voir lesquelles sont effectivement influentes dans le quartier.

Les niveaux moyens journaliers de Saint-Ouen (Figure 15) sont comparés à deux sites de fond (Gennevilliers et Paris 18^{ème}) et deux sites trafic (Boulevard Haussmann et Autoroute A1).

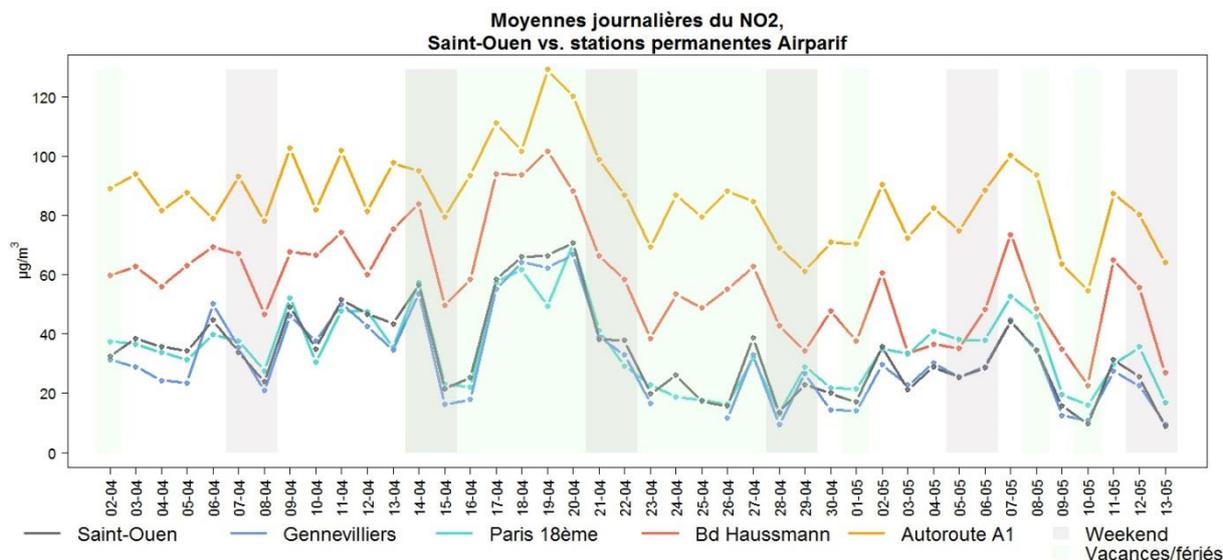


Figure 15 : Concentrations moyennes journalières en NO₂ (pas de point si données disponibles <75%)

Les niveaux mesurés à Saint-Ouen, à Gennevilliers et à Paris 18^{ème} suivent la même évolution, avec, en moyenne sur la campagne, des niveaux journaliers à Saint-Ouen 12% supérieurs à ceux de Gennevilliers, et 4% inférieurs à ceux de Paris 18^{ème}. Par ailleurs, les moyennes journalières à Saint-Ouen sont toujours nettement inférieures à celles des deux stations trafic de référence. La troisième semaine, du 17 au 20 avril, les niveaux sont plus élevés sur toute la région, comme l'indique l'indice Citeair.

Les niveaux journaliers sont généralement plus élevés à Saint-Ouen qu'aux sites de fond de référence les premières semaines de mesure (jusqu'au 27 avril), ce qui ne se retrouve pas les deux dernières semaines où les niveaux à Saint-Ouen restent inférieurs à ceux de Paris 18^{ème} la plupart du temps. Lors des premières semaines, les niveaux journaliers de NO₂ à Saint-Ouen sont parfois plus de 20% supérieurs à ceux de Paris 18^{ème}, notamment le 13 avril, le 19 avril, le 22 avril, le 24 avril et le 27 avril. Le vent était alors de sud lorsque les niveaux à Saint-Ouen dépassaient les niveaux à Paris 18^{ème}. La source de NO₂ ces jours-ci ne provient donc pas des industries à l'ouest (CPCU et UVE).

Une analyse des moyennes de NO₂ par série de mesure (quatre séries de mesure par analyseur automatique et tubes passifs du 3 avril au 4 mai 2018, et mesures additionnelles avec analyseur automatique du 5 mai au 13 mai 2018) permet d'étoffer cette dernière remarque. Ces moyennes et les roses de vent associées sont représentées Figure 16.

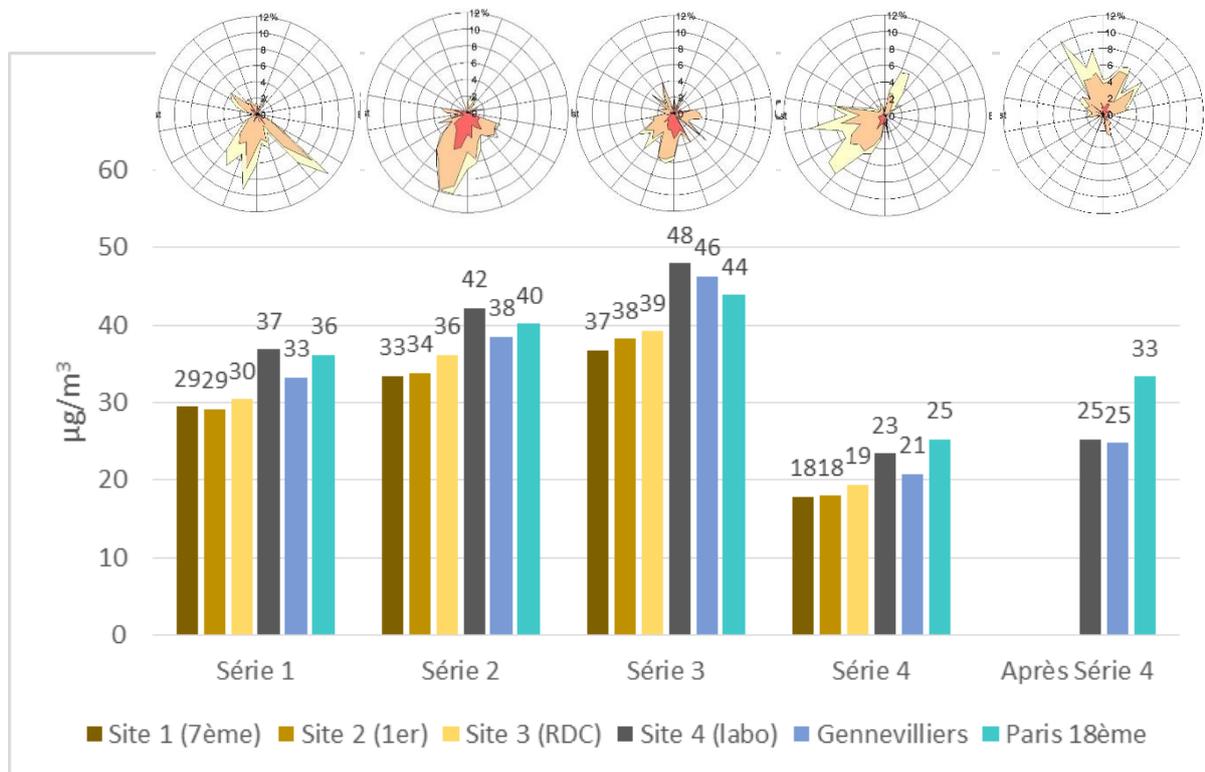


Figure 16 : Moyennes hebdomadaires de NO₂ et roses de vent associées durant les quatre séries de mesure par tubes passifs et analyseur automatique (du 03/04/2018 au 04/05/2018) et lors des mesures additionnelles par analyseur automatique (du 05/05/2018 au 13/05/2018) [source données météorologiques : Météo-France, station Montsouris]

Les résultats confirment pour toutes les semaines que les niveaux au sein du bâtiment Influence I sont plus faibles qu'au droit du bâtiment rue Paulin Talabot, et qu'ils décroissent avec la hauteur (voir chapitre 3.1. Niveaux moyens et situation par rapport aux normes). Les variations d'une série de mesure à l'autre sont essentiellement dues aux variations météorologiques régionales influençant les niveaux de fond.

Le croisement des moyennes du site 4 (rue Paulin Talabot, analyseur automatique) avec les roses de vent permet de confirmer l'influence de sources au sud du site de mesure (trafic routier et engins de maintenance des chantiers) : lors des trois premières séries, les niveaux de NO₂ rue Paulin Talabot étaient plus élevés qu'aux sites de référence, par vents de sud-sud-ouest essentiellement.

Les niveaux de NO₂ rue Paulin Talabot sont inférieurs à ceux de Paris 18^{ème} lors de la série 4 et après, lorsque les vents étaient respectivement de secteur ouest-sud-ouest et nord-nord-ouest/nord-nord-est, lorsque le site de mesure est plus fréquemment sous le vent des installations industrielles.

Pour compléter cette analyse, les données d'activité de l'UVE de Saint-Ouen et du CPCU sur la période ont été croisées avec les niveaux de NO₂, et ne permettent pas d'établir un lien avec les évolutions des niveaux de NO₂. Du 2 avril au 13 mai, le site de mesure a été placé sous le vent de l'UVE 17% du temps, et sous le vent du CPCU 23% du temps. Aucun effet à la hausse des niveaux de NO₂ n'est visible lorsque le laboratoire de mesure est placé sous le vent de l'UVE ou du CPCU en activité normale. A l'inverse, aucun effet à la baisse des niveaux de NO₂ n'est visible au niveau du laboratoire de mesure lors de baisses de charge ou d'arrêts fortuits de l'UVE.

Les remarques précédentes peuvent être complétées aussi par l'analyse des profils journaliers (évolution moyenne des concentrations de NO₂ sur une journée type sur la période de mesure), Figure 17.

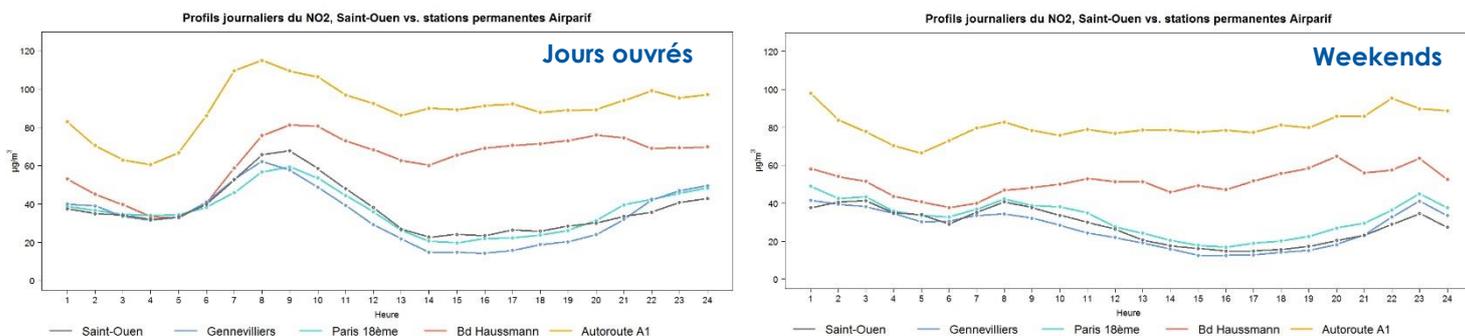


Figure 17 : Profils moyens journaliers des concentrations en NO₂, pour les jours ouvrés (hors jours fériés mais vacances comprises) ou les weekends

Ces graphiques permettent de voir que les concentrations les plus élevées de NO₂ sont généralement rencontrées lors des heures ouvrées et notamment le matin entre 7 et 10h. C'est à ce moment-là que se combinent à la fois la source trafic routier (congestion place de la République et du boulevard Victor Hugo lors de l'heure de pointe) et la source chantiers (engins de maintenance). Ces horaires ne correspondent pas en revanche à des pics d'activité des industries (CPCU et UVE), notamment l'UVE qui fonctionne en continu.

Une analyse plus précise des niveaux de pollution par secteur de vent ci-dessous permet de confirmer cette hypothèse.

METHODOLOGIE DES ROSES D'IMPACT

La différence, pour chaque heure, entre les niveaux de polluants sur le site temporaire et ceux mesurés sur un site urbain de fond de référence du réseau Airparif est calculée afin de mettre en relief l'impact potentiel des activités locales. Cette différence peut ensuite être représentée sous forme de « rose d'impact de pollution ». Elle permet de visualiser la surconcentration en particules par rapport au niveau de fond en fonction de l'origine des vents. La direction du vent est renseignée selon 36 secteurs de 10°. La partie pleine orange de la rose d'impact de pollution (écart positif) représente un surcroît de pollution sur les sites temporaires par rapport aux teneurs mesurées sur la station urbaine de fond de référence. A l'inverse, la partie non pleine (écart négatif) traduit des niveaux plus faibles que ceux mesurés à la station de fond. De plus, un impact de zéro signifie que pour le secteur de vent considéré, en moyenne le niveau de particules dans l'air ambiant sur le site temporaire instrumenté dans le cadre de l'étude est similaire à celui relevé sur le site de référence.

Une rose d'impact est un outil efficace pour déduire la provenance géographique des polluants. La station de référence considérée, donnant un niveau de fond urbain, est la station de Paris 18^{ème}. La rose d'impact pour le NO₂ à Saint Ouen est reportée Figure 18 en parallèle de sa localisation géographique.

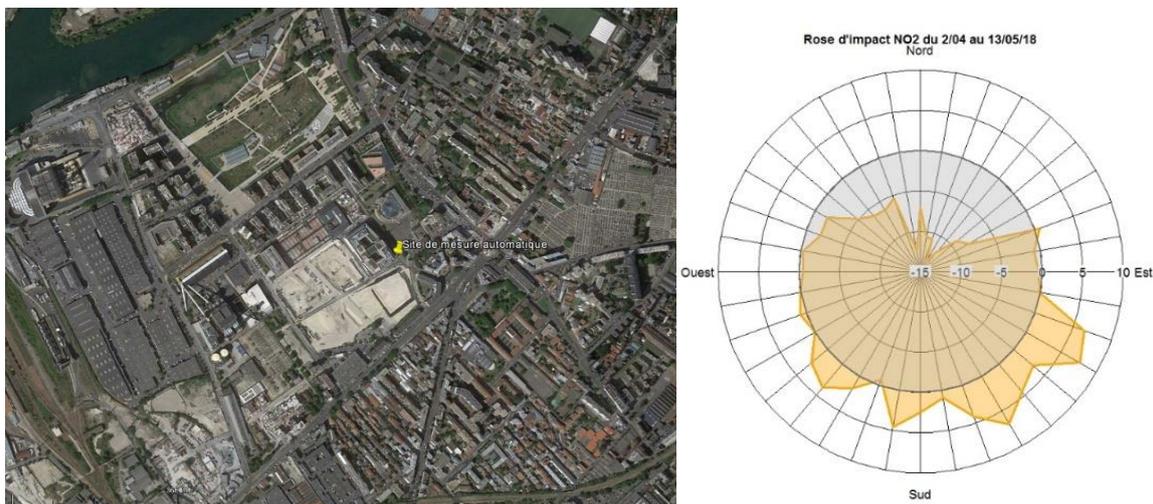


Figure 18 : Rose d'impact pour le NO₂ déterminée à partir des mesures de la campagne entre le 2 avril et le 13 mai 2018 (référence : Paris 18^{ème} – résolution horaire, en µg/m³)

La rose d'impact confirme les hypothèses précédentes, mettant en exergue un surcroît de pollution pour les directions de vent comprises entre 110 et 230° avec un impact moyen de +4 µg/m³ par rapport à Paris 18^{ème} (impact maximal de +8 µg/m³ par vent d'est-sud-est).

Il semble que le surcroît de pollution provienne à la fois des axes routiers principaux (boulevard Victor Hugo, place de la République) et de l'activité des chantiers (engins de manutention, camions).

Il est important de rappeler que les niveaux de NO₂ sont principalement dus au niveau de fond de la région parisienne.

Niveaux de PM₁₀

Les sources possibles de PM₁₀ sont les activités industrielles à proximité (CPCU, UVE), le trafic routier, mais surtout les chantiers, du fait de la part faible de PM_{2,5} dans les PM₁₀ mesurée à Saint-Ouen (voir chapitre 3.1. Niveaux moyens et situation par rapport aux normes). En effet, le trafic routier produit une fraction plus importante de particules plus fines (PM_{2,5}), tout comme l'UVE et le CPCU ; il est donc peu probable qu'ils constituent la source principale de PM₁₀ à Saint-Ouen.

Les moyennes journalières pour les particules PM₁₀ sont représentées Figure 19. La ligne horizontale rouge indique la valeur limite journalière de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an.

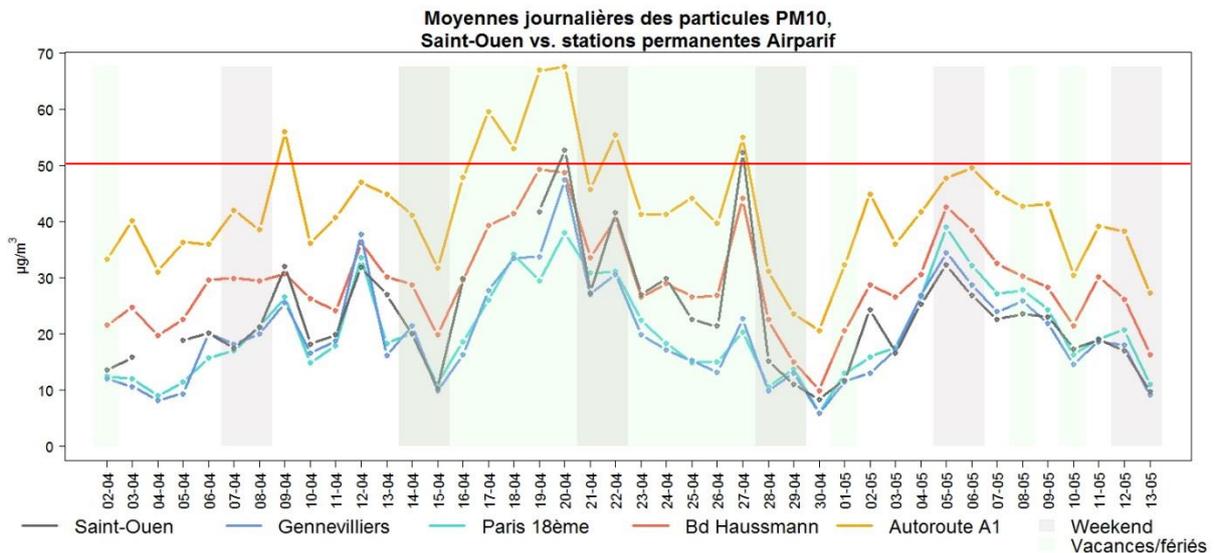


Figure 19 : Concentrations moyennes journalières en particules PM₁₀ (pas de point si données disponibles <75%)

L'indice Citeair est défini comme « moyen » du fait des particules PM₁₀ les 12, 18, 20, 22 avril et les 5 et 6 mai. Cela est visible sur le graphique ci-dessus où les niveaux moyens journaliers mesurés tant à Saint-Ouen que sur les stations de fond de référence sont plus élevés (>30 µg/m³ excepté le 6 mai). Le 20 avril, le niveau moyen journalier de Saint-Ouen dépasse la valeur limite journalière (53 µg/m³). Le site de Saint-Ouen présente globalement des niveaux moyens journaliers plus élevés qu'à Gennevilliers et Paris 18^{ème}, en moyenne de 24% et 19% respectivement, et ne suit pas toujours la tendance de ces sites de fond proches de Saint-Ouen. Le 27 avril est un exemple d'événement local de hauts niveaux de PM₁₀, la moyenne journalière atteignant 52 µg/m³ (dépassement de la valeur limite journalière), 2,5 fois supérieure à celles de Gennevilliers et Paris 18^{ème}. Le pic de particules ce jour-là s'est produit entre 17 et 18h (174 µg/m³).

De même que pour le NO₂, les données d'activité de l'UVE de Saint-Ouen et du CPCU sur la période ne permettent pas d'établir un lien avec les évolutions des niveaux de particules.

Les activités locales très proches du site de mesure, les travaux de construction, sont donc les plus susceptibles d'avoir un impact sur les niveaux de PM₁₀ dans ce secteur. Une analyse temporelle plus fine permet de confirmer cette hypothèse.

Dans un premier temps, les profils moyens journaliers des concentrations en particules PM₁₀ (Figure 20) permettent d'analyser les évolutions des concentrations sur une journée type, ici une journée type de jour ouvré et une journée type de weekend.

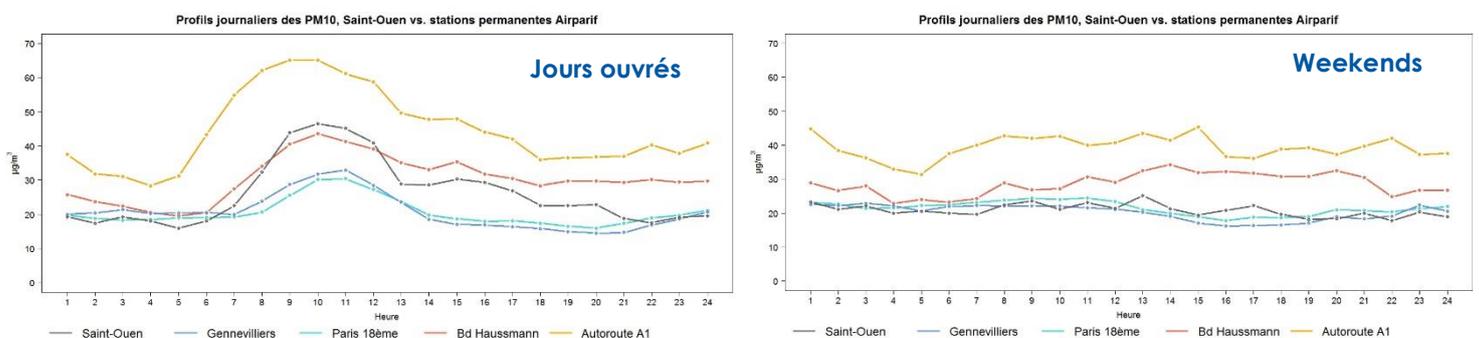


Figure 20 : Profils moyens journaliers des concentrations en PM₁₀, pour les jours ouvrés (hors jours fériés mais vacances comprises) ou les weekends

Ces profils journaliers mettent en relief l'impact des activités locales : en-dehors des heures d'activité, les niveaux mesurés à Saint-Ouen sont similaires voire inférieurs à ceux mesurés aux deux autres stations de fond de référence. Mais de 7h à 20h environ, lors d'un jour ouvré (du lundi au

vendredi hors jours fériés mais vacances comprises), les niveaux de PM₁₀ mesurés à Saint-Ouen sont en moyenne 50% plus élevés qu'à Gennevilliers et Paris 18^{ème}, avec des niveaux plus faibles de 12 à 13h. Lors de journées de weekend types, ce profil ne se retrouve pas : 1 et 11% d'écart en moyenne entre 7 et 20h par rapport à Paris 18^{ème} et Gennevilliers respectivement. Ces horaires correspondent aux horaires des activités de construction. Les travaux n'ont pas été arrêtés pendant les vacances.

Dans un second temps, la rose d'impact particules PM₁₀ permet de mettre en relief les régimes de vent sous lesquels le site de mesure est sous influence d'une source. Cette rose est mise en parallèle de la localisation géographique du laboratoire, Figure 21. La station de fond du réseau Airparif située à Paris 18^{ème} a été prise en référence

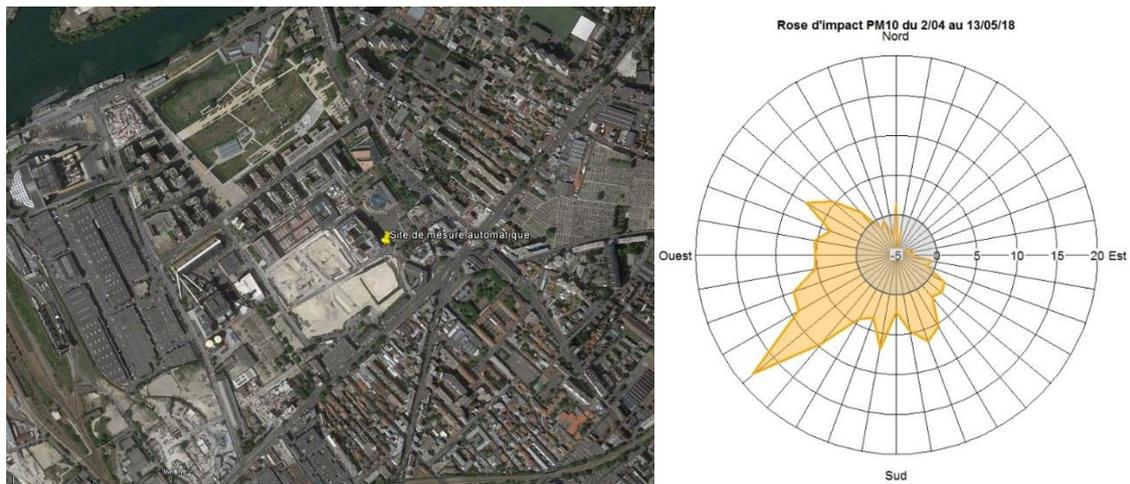


Figure 21: Rose de pollution et rose d'impact pour les PM₁₀ déterminées à partir des mesures de la campagne entre le 2 avril et le 13 mai 2018 (référence pour la rose d'impact Paris 18^{ème} – résolution horaire, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La rose d'impact confirme les hypothèses précédentes : un impact certain est mis en évidence par vent de sud-ouest (+18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à Paris 18^{ème} en moyenne pour la direction 230°). Pour les vents provenant des directions 150 à 310° environ, l'impact des activités locales est supérieur à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec un impact moyen de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces directions de vent correspondent à la position de l'ensemble des chantiers de grande ampleur autour du site de mesure. Elles correspondent aussi, pour les directions d'ouest à nord-ouest, aux positions sous le vent de l'UVE et du CPCU. Cependant, comme vu précédemment, la nature des particules ainsi que leur répartition temporelle permet de montrer l'absence d'influence directe sur les niveaux de particules.

4. CONCLUSION

Les niveaux de particules PM₁₀, PM_{2.5}, de NO₂ et de benzène ont été mesurés dans le secteur des Docks de Saint-Ouen, au droit et au sein du bâtiment Influence I de la Région Ile-de-France, en avril/mai 2018 pendant six semaines pour les mesures automatiques (particules, NO₂), pendant quatre semaines pour les tubes passifs (NO₂, benzène).

Cette étude a permis de compléter le bilan de qualité de l'air global sur la commune de Saint-Ouen, par un bilan local dans la situation actuelle de grande mutation du quartier. Le choix de la localisation est motivé par sa position centrale au sein des travaux de construction, et les mesures effectuées dans la cour intérieure du bâtiment permettent d'évaluer les niveaux de pollution en air extérieur dans un environnement représentatif aussi de la situation des autres bâtiments du quartier. Les conclusions sont les suivantes :

- **Les valeurs limites et objectifs de qualité sont respectés pour les PM₁₀ et le NO₂ sur le secteur des Docks.**
- **Le secteur ne présente pas de particularité pour les PM_{2.5} et le benzène. Les valeurs limites et objectifs de qualité sont respectés pour le benzène dans le secteur. Les PM_{2.5} présentent un risque vraisemblable de dépassement de l'objectif de qualité, comme dans la majeure partie de l'agglomération ;**
- **Les PM₁₀ et le NO₂ ont des comportements liés à des activités locales du secteur.** De manière générale, ce sont les niveaux de fond, comme ceux mesurés à Gennevilliers et à Paris 18^{ème}, qui constituent la majeure partie des niveaux relevés dans le secteur. Cependant, des niveaux ponctuellement plus élevés sont mesurés :
 - **En moyenne sur la période de campagne, rue Paulin Talabot seulement et non au sein du bâtiment Influence, les niveaux de NO₂ sont légèrement plus élevés que ceux de Gennevilliers et inférieurs à ceux de Paris 18^{ème}.** Toutefois, les moyennes de NO₂ des trois premières séries de mesure sont plus élevées rue Paulin Talabot qu'à la station parisienne : contrairement aux autres séries, les vents de secteur sud-est à sud-ouest plaçaient alors le site de mesure sous l'influence du **trafic routier de la place de la République et du boulevard Victor Hugo, et des engins de manutention des chantiers.** Ainsi, par vents de sud-est à sud-ouest (110-230°), un impact moyen de +4 µg/m³ pour le NO₂ est mesuré par rapport à Paris 18^{ème}.
 - **Les niveaux de PM₁₀ sont plus élevés qu'à Gennevilliers et Paris 18^{ème} (stations de fond).** Les niveaux de PM₁₀ lors d'une heure type entre 7 et 20h un jour ouvré rue Talabot sont 50% plus élevés qu'à Gennevilliers et Paris 18^{ème}. Par vents de sud-est à nord-ouest (150-310°), sous l'influence des travaux de construction, un impact moyen de +7 µg/m³ pour les PM₁₀ est mesuré par rapport à Paris 18^{ème}. Tous ces éléments indiquent l'influence des **travaux de construction** : direction du vent et horaires de travail. Aucune corrélation avec les activités des industries n'est détectée.

ANNEXES

Annexe 1 : Normes françaises et européennes de qualité de l'air applicables en 2018

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

Les **valeurs limites** sont définies par la réglementation européenne et reprises dans la réglementation française. Elles correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir, ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, **à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint**. Par conséquent, ce sont des **valeurs réglementaires contraignantes**. Elles doivent être respectées chaque année. Un dépassement de valeur limite doit être déclaré au niveau européen. Dans ce cas, des plans d'actions efficaces doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites ont vu leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM₁₀ et le dioxyde de soufre (SO₂), les valeurs limites ont atteint leur niveau plancher en 2005. Pour le dioxyde d'azote (NO₂) et le benzène (C₆H₆), le seuil des valeurs limites a achevé sa décroissance au 1^{er} janvier 2010. Pour les particules PM_{2,5}, la décroissance s'est achevée le 1^{er} janvier 2015.

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

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

Les objectifs à long terme concernent spécifiquement l'ozone (O₃). Ils sont définis par la réglementation européenne et sont l'équivalent des objectifs de qualité.

Jusqu'en 2009, la réglementation française considérait un dépassement lorsque le seuil était atteint ou dépassé. Depuis 2010, la réglementation française s'est mise en accord avec les exigences de la réglementation européenne, qui considère un dépassement uniquement lorsque le seuil est dépassé. Des tests ont été effectués pour évaluer l'impact de cette modification sur les évaluations du respect de la réglementation. Les différences sont faibles pour la grande majorité des polluants, à l'exception des dépassements de la valeur limite journalière en PM₁₀. Ce changement entraîne une baisse plus significative du nombre de jours de dépassement en PM₁₀, rendant ainsi difficile la comparaison avec les années antérieures à 2010.

NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR FRANÇAISES (F) ET EUROPEENNES (E)

Normes françaises : Code de l'Environnement

Partie réglementaire

Livre II milieux physiques - Titre II : Air et atmosphère - Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air ambiant (Articles R221-1 à R221-3)

Normes européennes :

SO₂, NO_x, particules, plomb, ozone, CO : directive européenne du 21 mai 2008

Parue au Journal Officiel de l'Union européenne du 11 juin 2008

HAP et métaux : directive européenne du 15 décembre 2004

Parue au Journal Officiel de l'Union européenne du 26 janvier 2005

Normes françaises (F) Normes européennes (E)

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

Dioxyde d'azote (NO ₂)			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année 200 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire 200 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 200 µg/m ³ le jour J si le seuil d'information a été déclenché à J-1 et risque de l'être à J+1
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire 400 µg/m ³ 3 heures consécutives
Oxydes d'azote (NO _x)			
X	X	Niveau critique (végétation - uniquement sur les sites "écosystèmes" en zone rurale)	Niveau annuel 30 µg/m ³ NO _x équivalent NO ₂
Particules PM ₁₀			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 30 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau annuel 40 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année 50 µg/m ³
X		Seuil de recommandation et d'information	Niveau journalier 50 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau journalier 80 µg/m ³
Particules PM _{2,5}			
X		Objectif de qualité	Niveau annuel 10 µg/m ³
X		Valeur cible	Niveau annuel 20 µg/m ³
	X	Valeur cible	Niveau annuel 25 µg/m ³
X	X	Valeur limite PHASE 1	Niveau annuel 2008 : 30 µg/m ³ 2009 : 29 µg/m ³ 2010 : 29 µg/m ³ 2011 : 28 µg/m ³ 2012 : 27 µg/m ³ 2013 : 26 µg/m ³ 2014 : 26 µg/m ³ 2015 : 25 µg/m ³
	X	Valeur limite PHASE 2*	Niveau annuel 2020 : 20 µg/m ³
X	X	Obligation en matière de concentration relative à l'exposition	Niveau sur 3 ans à l'échelle nationale, sites de fond dans les agglomérations 2013-2014-2015 : 20 µg/m ³
X	X	Objectif national de réduction de l'exposition	Diminution de 15 ou 20 % ⁽¹⁾ entre 2011 et 2020 du niveau national de fond dans les agglomérations <small>(1) selon le niveau de 2011</small>

* Phase 2 : la valeur limite indicative sera révisée par la Commission à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnemental, la faisabilité technique et l'expérience acquise en matière de valeur cible dans les Etats membres

Ozone (O ₃)				
X	X	Valeurs cibles	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, <i>à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans</i>	120 µg/m ³
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	18000 µg/m ³ .h
X	X	Objectifs de qualité (F) Objectifs à long terme (E)	Protection de la santé humaine Niveau sur 8 heures, <i>aucun dépassement sur l'année</i>	120 µg/m ³
X	X		Protection de la végétation AOT40 végétation (mai-juillet période 8h-20h)	6000 µg/m ³ .h
X	X	Seuil de recommandation et d'information	Niveau horaire	180 µg/m ³
X	X	Seuil d'alerte	Niveau horaire	240 µg/m ³
X	X	Seuils d'alerte pour la mise en place de mesures de réduction		240 µg/m ³ 3 heures consécutives
X			Niveau horaire	300 µg/m ³ 3 heures consécutives
X				360 µg/m ³
Monoxyde de carbone (CO)				
X	X	Valeur limite	Niveau sur 8 heures, <i>aucun dépassement sur l'année</i>	10 mg/m ³
Dioxyde de soufre (SO ₂)				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	50 µg/m ³
X	X	Valeurs limites	Niveau horaire, <i>à ne pas dépasser plus de 24 fois sur l'année</i>	350 µg/m ³
X	X		Niveau journalier, <i>à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année</i>	125 µg/m ³
X	X	Niveau critique (végétation - uniquement sur les sites "écosystèmes" en zone rurale)	Niveau annuel	20 µg/m ³
X	X	Seuil de recommandation et d'information	Niveau hivernal (du 1/10 au 31/3)	20 µg/m ³
X		Seuil d'alerte	Niveau horaire	300 µg/m ³
X	X			500 µg/m ³ trois heures consécutives
Plomb				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	0,25 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	0,5 µg/m ³
Benzène				
X		Objectif de qualité	Niveau annuel	2 µg/m ³
X	X	Valeur limite	Niveau annuel	5 µg/m ³
Benzo(a)pyrène				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	1 ng/m ³
Arsenic				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	6 ng/m ³
Cadmium				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	5 ng/m ³
Nickel				
X	X	Valeur cible	Niveau annuel	20 ng/m ³

Annexe 2 : Instrumentation de la campagne de mesure

Les laboratoires mobiles

Les sites dits automatiques des laboratoires mobiles, qui documentent les concentrations horaires en oxydes d'azote (le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote séparément)⁵ et en particules (PM₁₀ et PM_{2,5})⁶. Pour des raisons techniques, les niveaux horaires de benzène ne peuvent être suivis. Les laboratoires mobiles se présentent sous forme d'analyseurs automatiques installés dans un camion ou une remorque adaptée, comme illustré par la Figure A 1. Le fonctionnement d'un laboratoire mobile est identique à celui de l'ensemble des sites permanents du réseau fixe d'Airparif et nécessite des lignes électriques ainsi que la maintenance régulière des analyseurs.



Figure A 1 : 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 de sources locales d'émissions.

⁵ Mesure par chimiluminescence, conformément à la norme NFX 43-018.

⁶ Mesure par micro-balance à l'aide des analyseurs automatiques de type RP1400 (R&P) appelés aussi TEOM, en prenant en compte la norme NF EN 12341 pour les PM₁₀ et EN 14907 pour les PM_{2,5}.

Les échantillonneurs passifs

La mise en œuvre d'échantillonneurs passifs⁷, 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 (PM₁₀ et PM_{2,5}) n'est pas réalisable à ce jour à l'aide de tels tubes.

Pour le dioxyde d'azote, l'échantillonneur passif⁸ se présente sous forme d'un tube en polypropylène muni d'une coiffe fixe et d'une grille métallique imprégnée d'un réactif chimique (cf. Figure A 2-a) permettant le piégeage du NO₂ pendant la période d'exposition d'une semaine. Le tube est maintenu en position verticale au sein d'un abri cylindrique de protection (cf. Figure A 2-b). L'abri de protection, fixé sur un support dans l'environnement (poteau, lampadaire...) à environ 2 mètres du sol (cf. Figure A 2-c), permet de protéger l'échantillonneur de l'impact direct du vent, du soleil et de la pluie, optimisant ainsi les conditions de mesure afin de fiabiliser le processus de diffusion et de piégeage des polluants.

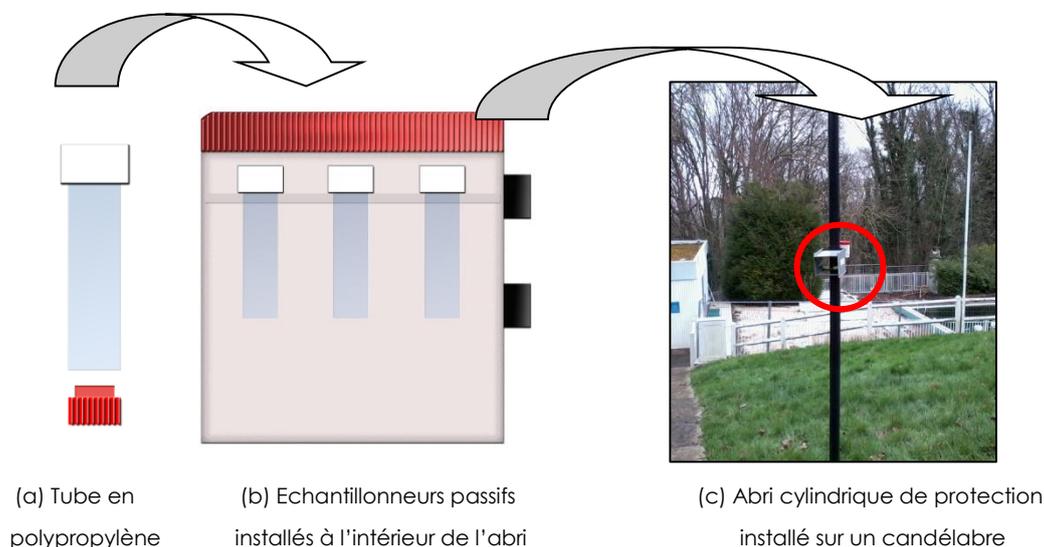


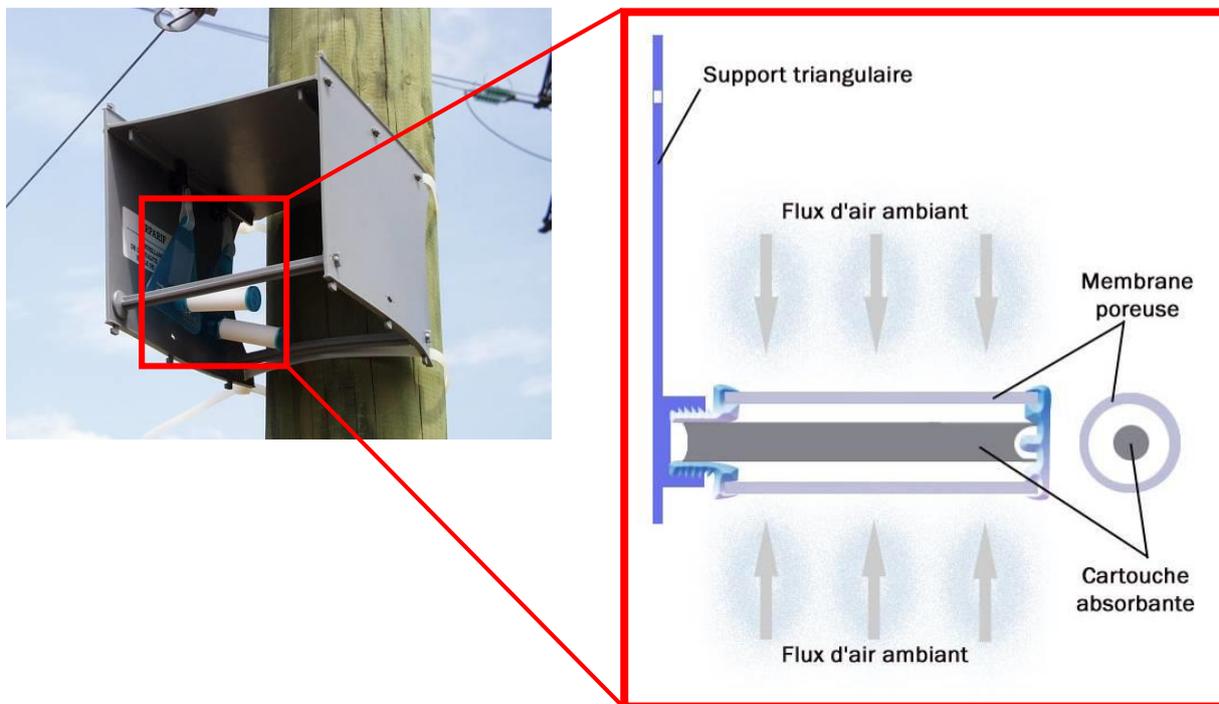
Figure A 2 : Schéma d'implantation des tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote au sein de l'abri de protection

L'échantillonneur passif utilisé pour mesurer le benzène⁹ se présente sous forme d'une cartouche absorbante insérée dans un corps poreux qui est maintenu en position horizontale par le biais d'un support triangulaire (cf. Figure A 2-b), au sein d'un abri de protection (cf. Figure A 2-a). Le principe de fonctionnement de l'échantillonneur de benzène est semblable à celui de l'échantillonneur de NO₂.

⁷ 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.

⁸ Les tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote sont fournis par le laboratoire suisse PASSAM, accrédité ISO 17025, et analysés par le laboratoire de chimie d'Airparif (LASAIR).

⁹ Les tubes à diffusion passive de benzène sont fournis par le laboratoire de recherche IRCSS de la fondation scientifique italienne, Salvatore Maugeri et analysés par le laboratoire de chimie d'Airparif (LASAIR), accrédité par le COFRAC pour cette analyse.



a) Échantillonneurs passifs pour le benzène installés à l'intérieur de l'abri de protection

b) Schéma de fonctionnement d'un échantillonneur passif benzène (d'après radiello®)

Figure A 3 : Instrumentation pour la mesure du benzène

Pour l'ensemble des sites de mesure, les échantillonneurs passifs de NO₂ et de benzène ont été exposés durant une semaine. Les échantillonneurs sont rebouchés hermétiquement, puis remplacés par des nouveaux à la fin de chaque série. Ils sont ensuite acheminés pour analyse en laboratoire suivant des protocoles spécifiques au dioxyde d'azote¹⁰ et au benzène¹¹. 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, comme les analyseurs automatiques ou les échantillonneurs passifs, est associée à une certaine précision. Dans le domaine de la qualité de l'air, des directives européennes fixent les seuils relatifs à l'incertitude maximale acceptable associée à la mesure des différents polluants réglementés pour ces deux techniques.

Pour les analyseurs automatiques, l'incertitude acceptée pour chaque mesure horaire est de 15 % pour les oxydes d'azote¹², de 25% pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}. 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 mesure.

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

¹⁰ Spectrophotométrie d'absorption dans le visible.

¹¹ Chromatographie en phase gazeuse – Détecteur à Ionisation de Flamme (GC/FID).

¹² Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur en Europe.

individuelles d'erreur, est limitée à 25 % de la mesure pour le dioxyde d'azote¹² et à 30 % pour le benzène¹². Ces critères de qualité ont été vérifiés pour le dioxyde d'azote à l'aide d'un protocole d'évaluation de l'incertitude¹³, notamment dans le cadre de l'étude au voisinage de l'échangeur autoroutier de la Porte de Bagnolet¹⁴. L'échantillonneur passif utilisé pour la mesure de benzène a fait l'objet de tests de validation par le laboratoire de la Commission Européenne dans le cadre du projet européen LIFE « RESOLUTION »¹⁵.

¹³ NF ISO 13752 : « Evaluation de l'incertitude d'une méthode de mesurage sur site en utilisant une seconde méthode comme référence », 1998.

¹⁴ « 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.

¹⁵ Rapport européen de LIFE 99ENV/IT/081 : *Relazione finale, Risultati del progetto* (en italien).

Annexe 3 : Estimation de la concentration moyenne annuelle: méthodologie de calcul et incertitude associée

Les conditions météorologiques et dispersives observées lors de la réalisation des séries de mesure n'étant 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.

Une comparaison directe entre les niveaux relevés lors des six semaines de mesure aux stations permanentes de fond et le niveau moyen annuel de ces stations permet de déterminer la fonction de transfert qui reflète au mieux les différences météorologiques entre les deux périodes de mesure. Cette fonction de transfert est appliquée aux résultats obtenus pour chacun des sites de mesure instrumentés autour de la zone industrielle durant la campagne afin d'évaluer la concentration moyenne annuelle de chaque point de mesure.

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

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

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

Pour la campagne de mesure, objet du présent rapport, les incertitudes calculées pour les moyennes annuelles estimées du NO₂, des PM₁₀, des PM_{2.5} et du benzène sont présentées dans le Tableau A 1.

	NO₂	PM₁₀	PM_{2.5}	Benzène
<i>Incertitude</i>	10%	12%	20%	10%

Tableau A 1 : Incertitudes associées à l'estimation de la moyenne annuelle pour chaque polluant

Le Tableau A 2 présente les codes couleur et les qualificatifs correspondants, relatifs au risque de dépassement des normes, en fonction de la valeur de la moyenne annuelle estimée.

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

$VL - X\% * VL$ VL $VL + X\% * VL$

Tableau A 2 : Codes couleur relatifs au risque de dépassement des normes, en fonction de la valeur moyenne annuelle estimée

Annexe 4 : Résultats des tubes passifs, échelle hebdomadaire

Benzène

La Figure A 4 illustre les résultats hebdomadaires des quatre séries de mesure de benzène entre le 3 avril et le 4 mai 2018.

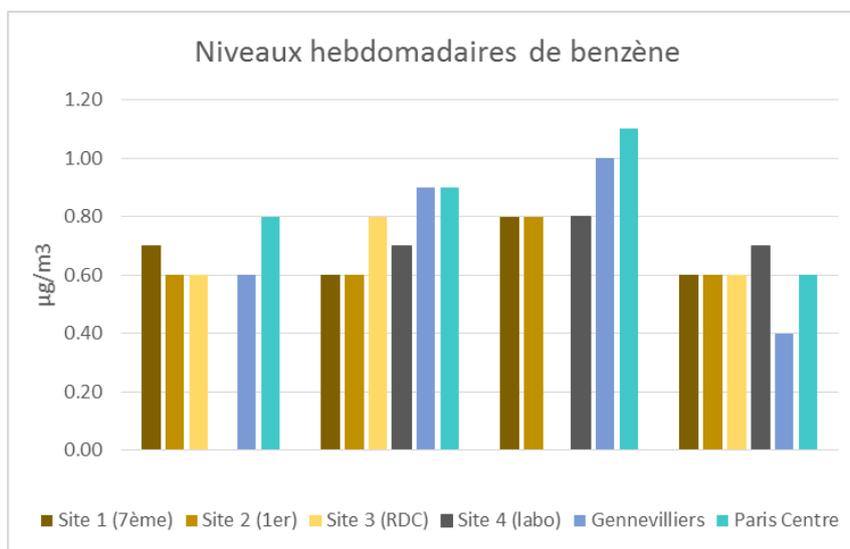


Figure A 4 : Résultats hebdomadaires des concentrations de benzène sur les 4 séries de la campagne

Les résultats sont peu variables d'une semaine à l'autre, oscillant entre 0,6 et 0,8 µg/m³. L'évolution sur les 4 semaines est similaire à celle du NO₂. Aucun impact spécifique n'est détecté dans la zone du bâtiment Influence.