



PROJET DE CHAUFFERIE À SAINT-HERBLAIN

Évaluation de la qualité de l'air avant
travaux

Campagne août 2024



Sommaire

Synthèse	2
Introduction	3
Dispositif	4
Taux de disponibilité des mesures	5
Conditions météorologiques	5
Résultats	6
Résultats pour les particules PM10	6
Résultats pour les particules PM2.5	8
Dioxyde d'azote NO ₂	9
Part estimée de combustion biomasse	11
Conclusions et perspectives	12
Annexes	13

Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Kristan Cuny-Guirriec

Mise en page : Bérangère Poussin

Exploitation du matériel de mesure : François Faucheux, Thibaud Tregouet, Thierry Creuzé

Validation : François Ducroz, Céline Puente Lelièvre

Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

Remerciements

Air Pays de la Loire remercie la ville de Saint-Herblain et le complexe sportif du Vigneau pour avoir aimablement accepté l'installation de la remorque-laboratoire sur sa parcelle.

Synthèse

Contexte et objectif

Nantes Métropole vise un objectif d'avoir 100 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2050. Pour répondre à cet objectif, la collectivité souhaite élargir le nombre de ses équipements raccordés au réseau de chaleur urbain. C'est dans ce contexte qu'il est envisagé une extension du réseau de chaleur à Saint-Herblain via la création potentielle d'une nouvelle chaufferie collective alimentée au gaz ou au gaz + biomasse, destinée notamment à alimenter en eau chaude le centre de bien-être Caliceo et les bâtiments de santé situés sur le Boulevard Salvador Allende tout au long de l'année. Nantes Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'effectuer des mesures de qualité de l'air dans cet environnement.

Les résultats de cette campagne permettent de :

- Faire un diagnostic de la qualité de l'air à Saint-Herblain, et comparer les niveaux de concentrations de polluants atmosphériques avec les normes en vigueur.

Moyens

Air Pays de la Loire a mesuré les particules PM10 et PM2.5, le dioxyde d'azote NO₂, et la part estimée de combustion biomasse contenue dans le carbone suie.

Ces mesures ont été réalisées au complexe sportif du Vigneau, à Saint-Herblain, à 550 mètres de l'emplacement envisagé de la future chaufferie, du 30 juillet au 26 août 2024.

Résultats

Les résultats montrent que :

- Les niveaux en particules PM10 sont inférieurs sur le site du complexe sportif par rapport aux autres sites de mesure de la métropole nantaise (Bouteillerie en fond urbain, et Goncourt en milieu de trafic routier).
- Les particules PM2.5 sont homogènes sur les trois sites de la métropole nantaise.
- Les concentrations en dioxyde d'azote relevées sur le site du complexe sportif se situent à un niveau intermédiaire entre celles relevées en fond urbain (Bouteillerie) et celles relevées en situation de trafic routier (Goncourt) traduisant l'influence du trafic du Boulevard Salvador Allende situé à proximité du complexe sportif du Vigneau.
- La part estimée de combustion biomasse contenue dans le carbone suie est stable dans le temps, faible (11 %), et similaire à celle relevée en fond urbain (Bouteillerie) excluant toute influence locale au niveau du complexe sportif.

En termes de réglementation, la probabilité de respect (ou de dépassement) des valeurs réglementaires françaises et des valeurs guides de l'OMS est résumée dans le tableau ci-dessous pour chacun des polluants :

Valeur réglementaire	PM10	PM2.5	NO₂
Objectif de qualité (an)	☺	☺	☺
Valeur limite (an)	☺	☺	☺
Seuil d'information (jour)	☺	-	☺
Valeur guide OMS (an)	☹	☹	☹
Valeur guide OMS (jour)	☹	☹	☹

☺ : respect de la valeur réglementaire ; ☹ probabilité de dépassement de la valeur réglementaire ; ☹ dépassement constaté de la valeur réglementaire

Introduction

Dans son objectif de 100 % d'énergie renouvelable en 2050, Nantes Métropole souhaite élargir le nombre d'équipements raccordés au réseau de chaleur urbain. C'est dans ce contexte qu'il est envisagé une extension du réseau de chaleur à Saint-Herblain via la création potentielle d'une nouvelle chaufferie collective alimentée au gaz ou au gaz + biomasse. Cette dernière est notamment destinée à alimenter en eau chaude le centre Calicéo et les bâtiments de santé situés sur le Boulevard Salvador Allende, tout au long de l'année.

Les chaufferies collectives fonctionnant à la biomasse permettent d'augmenter la part d'énergie renouvelable dans le mélange énergétique. Ces structures soulèvent toutefois des questionnements de la part des riverains sur l'impact qu'ont ces installations sur la qualité de l'air.

Nantes Métropole a ainsi sollicité Air Pays de la Loire afin **d'évaluer l'influence de la future chaufferie dans le quartier d'Atlantis, à Saint-Herblain, sur la qualité de l'air**. Pour cela, des mesures avant-projet puis après la mise en place de la chaufferie ont été envisagées.

Les mesures de qualité de l'air permettent de faire un diagnostic de la qualité de l'air à Saint-Herblain et comparer les niveaux de polluants mesurés par rapport aux normes en vigueur, et aux stations de mesures permanentes de la métropole nantaise.

Une campagne de mesure a été déployée du 30 juillet au 27 août 2024 au niveau du complexe sportif du Vigneau, à Saint-Herblain, à 500 mètres sous les vents dominants de sud-ouest de l'emplacement envisagé pour l'implantation de la future chaufferie. Cette dernière étant supposée fonctionner à l'année, les mesures estivales se justifient par l'absence, à cette période, du chauffage individuel au bois.

Les mesures de concentrations de particules PM10 et PM2.5 et les concentrations de dioxyde d'azote NO₂ permettent de comparer les niveaux relevés à la réglementation en vigueur. En outre, les mesures de carbone suie issue de combustion biomasse fournissent des informations supplémentaires sur l'origine de ces particules (combustion de biomasse, combustion de combustibles fossiles).

Dispositif

Afin de répondre à la surveillance, un laboratoire mobile a été installé au complexe sportif du Vigneau, à Saint-Herblain.

Ce site est situé à 550 mètres de l'emplacement pressenti pour l'implantation la future chaufferie, et est sous son influence par vents de sud-ouest (compris entre 220°N et 240°N), qui sont les vents dominants dans la région.

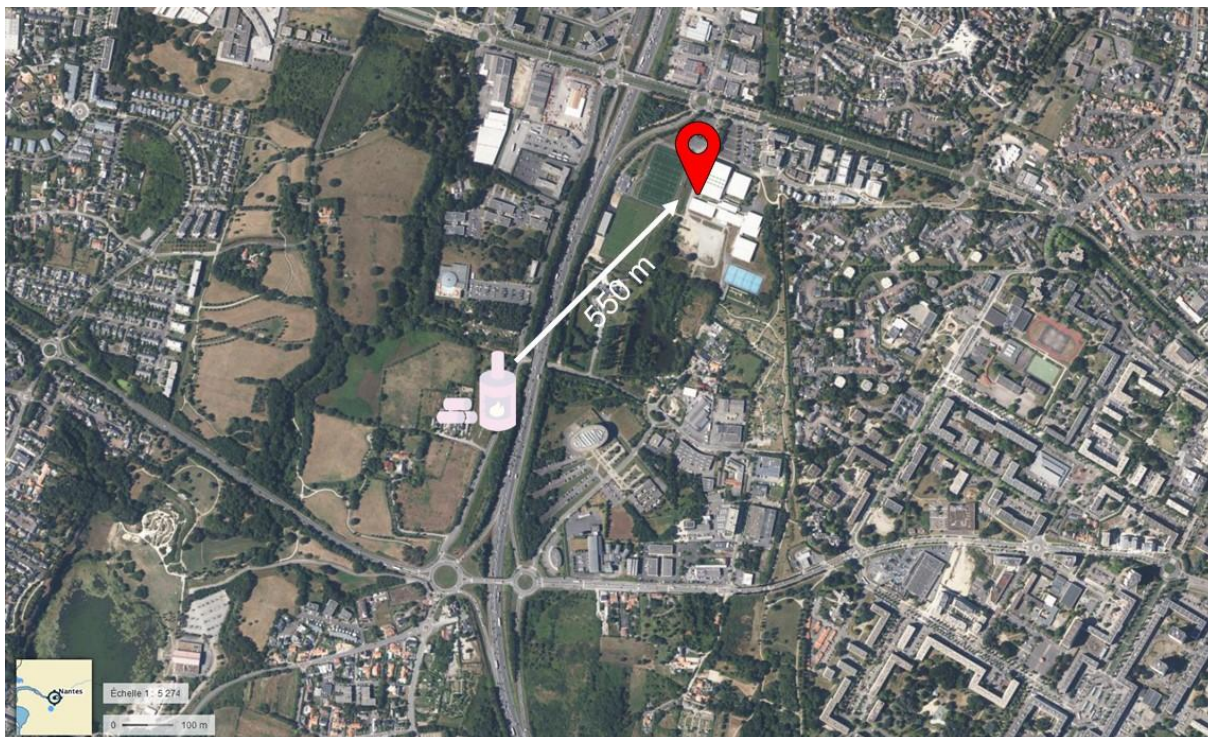


Figure 1 : emplacement du site d'implantation des instruments de mesure automatique (balise rouge) et de la future chaufferie biomasse

Le laboratoire mobile est équipé d'analyseurs automatiques permettant la mesure en continu des particules PM10 et PM2.5, au pas de temps horaire, par granulomètre optique FIDAS.

En complément, l'estimation de la part de particules issue de combustion biomasse a été mesurée par un aéthalomètre AE-33. Ce type de mesure permet d'estimer la part émise par la combustion de biomasse et de la distinguer de la part émise par combustion fossile. La part de combustion biomasse peut être conjointement issue de la chaufferie et du chauffage individuel, sans possibilité de discriminer l'une ou l'autre des sources.

Les mesures ont été effectuées du 30 juillet 2024 au 26 août 2024.

À des fins de comparaison, les mesures effectuées au complexe sportif du Vigneau sont comparées aux mesures permanentes effectuées sur le réseau de station de mesure d'Air Pays de la Loire.

- **Bouteillerie** : cette station située au cimetière de la Bouteillerie, à Nantes, mesure le niveau de fond urbain.
- **Goncourt** : cette station, située au Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes, mesure la pollution à proximité immédiate d'une voie de circulation.

Taux de disponibilité des mesures

Le tableau ci-dessous présente les taux de disponibilité des mesures par polluant sur la totalité de la campagne.

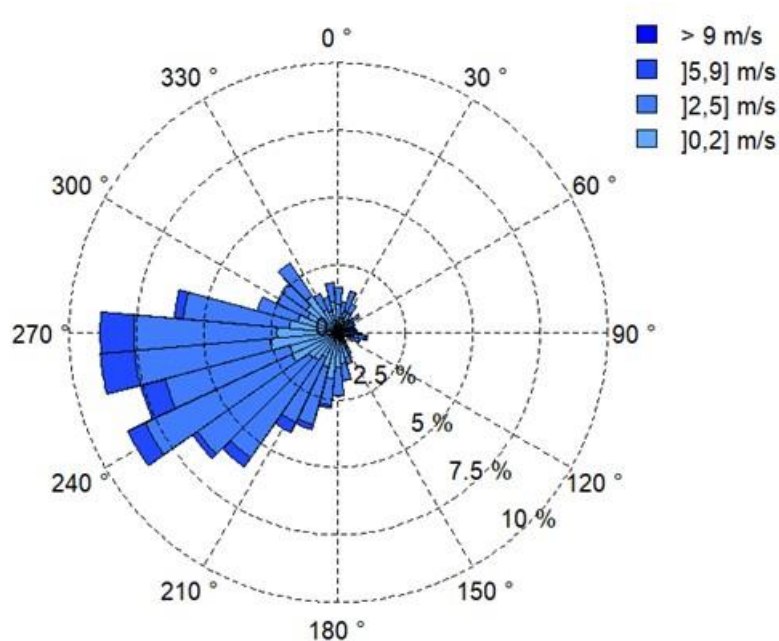
	PM10	PM2.5	NO2	AE33 (part biomasse)
Taux de validité des mesures sur 1 mois de campagne	93 %	93 %	92 %	92 %

Conditions météorologiques

Au cours de la campagne de mesure, les températures et les précipitations ont été proches des normales climatiques (1991 – 2020).

La température moyenne s'élève à 19,7°C, avec une température minimale de 9,1°C et une température maximale de 35,7°C.

Les vents relevés à la station Météo-France de Nantes-Atlantique sur la période ont été orientés principalement au sud-ouest. Le site de mesure au complexe sportif du Vigneau est exposé aux vents de l'emplacement de la future chaufferie pour des directions de vents comprises entre 220°N et 240°N. Ces vents ont représenté 16 % du temps de mesure (cf. roses des vents ci-dessous).



Rose des vents

La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés à un point donné, dans notre cas une station Météo-France.

Comment lire une rose des vents :

- L'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest.
- La longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- Les classes de vitesse de vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

Résultats

Résultats pour les particules PM10

 <p>Les particules fines PM10 et PM2,5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10 µm et 2,5 µm, elles sont de nature variée, naturelles ou d'origine humaine. Les PM10 proviennent principalement de l'agriculture, du chauffage au bois, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP. Les PM2,5 sont essentiellement liées au chauffage au bois, à l'industrie, à l'agriculture et aux transports routiers.</p>	 <p>Les épisodes de pollution par les particules fines se produisent principalement l'hiver ou au printemps.</p>	 <p>Les phénomènes sont généralement de grande envergure (échelle régionale ou nationale). La pollution produite localement s'ajoute alors à une pollution importée d'autres régions.</p>	 <p>Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.</p>	 <p>Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes. Certaines particules fines, appelées « carbone suie », contribueraient au réchauffement climatique.</p>
--	---	--	--	--

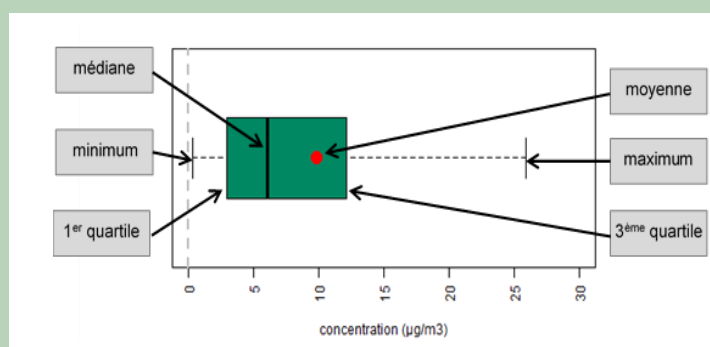
Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- Un **seuil d'information** et de recommandation fixé à 50 µg/m³ en moyenne journalière et d'un **seuil d'alerte** fixé à 80 µg/m³ en moyenne journalière.
- Cette valeur journalière de 50 µg/m³ ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an (valeur limite en moyenne journalière).
- La moyenne annuelle de la concentration est elle aussi l'objet d'une **valeur limite**, fixée à 40 µg/m³,
- Un **objectif de qualité** fixé à 30 µg/m³.
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 45 µg/m³ en moyenne journalière, et 15 µg/m³ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous représente sous forme de bloxplot (cf. encadré Méthodologie) la distribution statistique des concentrations horaires relevées tout au long de la campagne de mesure.

Méthodologie

Le graphique ci-dessus est une boîte à moustaches (aussi appelée boxplot), il représente les principales caractéristiques statistiques d'une distribution de données, ici l'ensemble des mesures horaires :



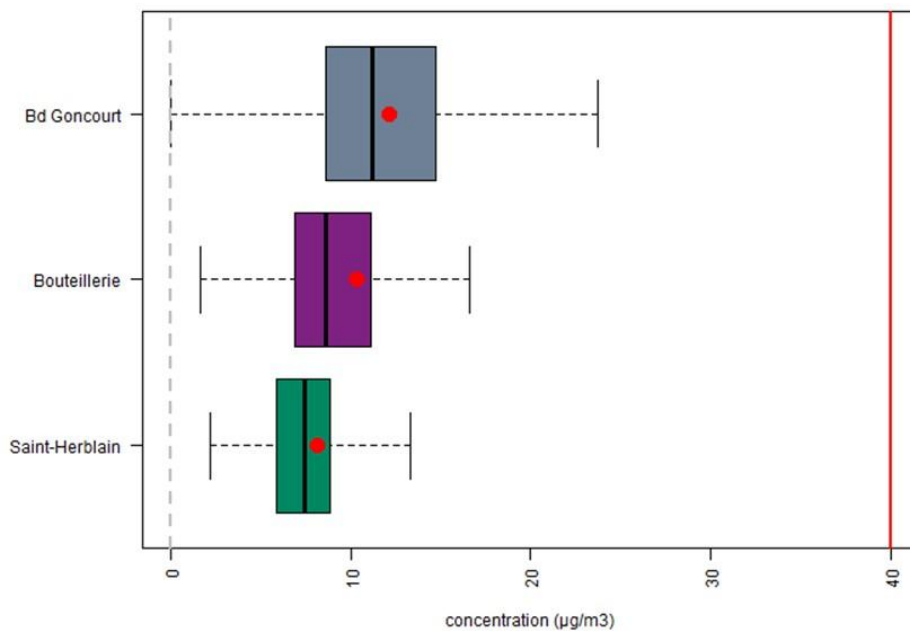


Figure 3 : boxplot des concentrations horaires en PM10, du 30 juillet au 26 août 2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- La concentration moyenne en PM10 à Saint-Herblain ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est inférieure à celle relevée en milieu urbain ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Bouteillerie) et en proximité de trafic routier ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Cela s'explique par le positionnement péri-urbain du complexe sportif à Saint-Herblain.
- L'objectif de qualité, fixé à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et la valeur limite fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont une forte probabilité de ne pas être dépassés en moyenne annuelle par comparaison aux mesures permanentes qui n'ont jamais été dépassées.
- La valeur guide de l'OMS fixée à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle a toutefois un risque d'être dépassé, cette valeur ayant été approchée en 2023 et dépassée en 2022 et 2020 sur le site de la Bouteillerie.

La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations journalières en PM10 sur les 2 mois de mesure.

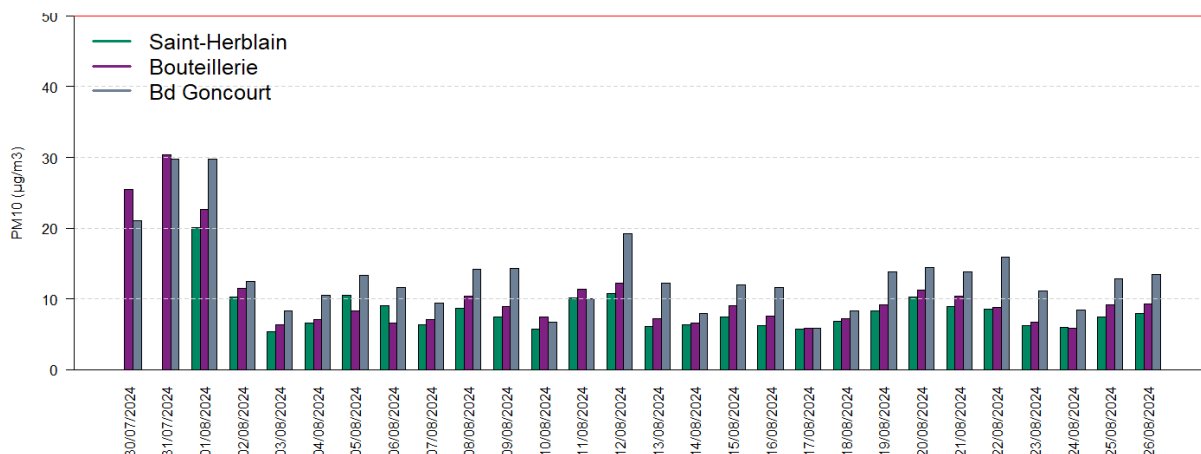


Figure 4 : évolution des concentrations journalières en PM10 au cours de la campagne. Le seuil d'information est indiqué par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- L'évolution des concentrations journalières en PM10 est synchrone sur les trois sites de mesure, traduisant une influence régionale sur ce polluant.
- Les concentrations sont systématiquement plus élevées sur le site du Boulevard des Frères de Goncourt, en lien avec le trafic routier. Aucune spécificité n'est observée sur le site de Saint-Herblain.
- Le seuil d'information et de recommandation n'est jamais dépassé au cours de la campagne de mesure.
- La valeur guide journalière de l'OMS ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) a des risques d'être dépassée sachant qu'elle n'est pas respectée à Bouteillerie en 2023.

Résultats pour les particules PM2.5

Les concentrations en particules fines PM2.5 sont soumises en France à deux seuils en valeur moyenne annuelle :

- Une valeur limite annuelle fixée à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Un objectif de qualité de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente sous forme d'un boxplot les statistiques de mesures PM2.5 au cours de la campagne.

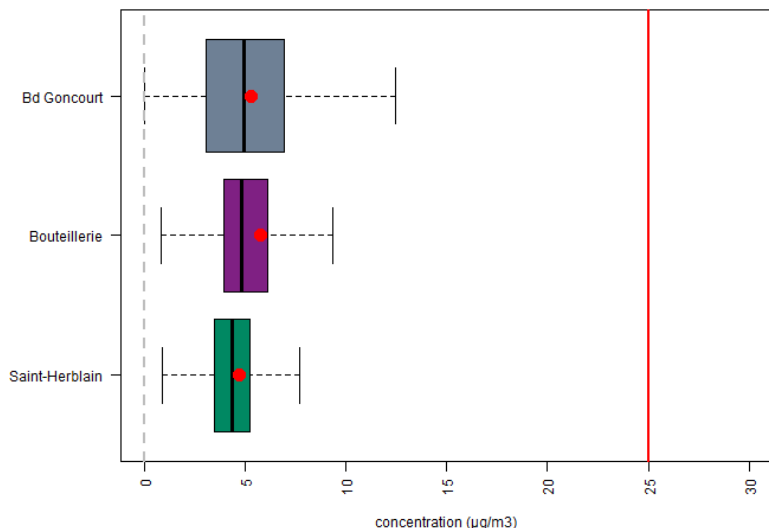


Figure 5 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5, du 30 juillet au 26 août 2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en PM2.5 sont homogènes entre les 3 sites de la métropole nantaise, comprises entre 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La dispersion des mesures est plus prononcée sur le site du Boulevard des Frères de Goncourt en lien avec l'influence du trafic routier, et notamment des émissions des véhicules diesel.
- Vis-à-vis de la réglementation, par comparaison avec les stations de mesure permanente au Boulevard Goncourt et à Bouteillerie en 2023, il est probable que l'objectif de qualité (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et que la valeur limite annuelle (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) soient respectés à Saint-Herblain.
- Les valeurs guides préconisées par l'OMS ont toutefois de forts risques d'être dépassées, sachant qu'elles ont été dépassées sur les stations de mesure permanente en 2023 et les années précédentes.

À plus fine échelle, l'évolution des concentrations journalières confirme le comportement régional des particules fines avec une évolution synchrone en PM2.5 entre les 3 sites de mesure.

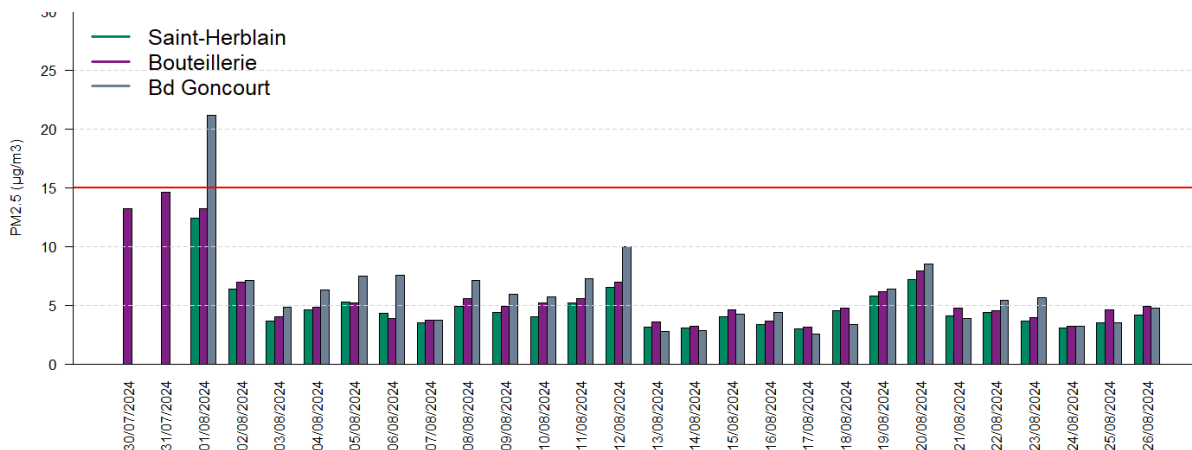


Figure 6 : évolution des concentrations journalières en PM2.5 au cours de la campagne. Le trait rouge indique la valeur guide journalière de l'OMS

Dioxyde d'azote NO₂

 <p>Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphériques lors des combustions. Ce polluant, principalement émis par les pots d'échappement, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂).</p>	 <p>Les NO_x présentent en milieu urbain deux pics de pollution aux heures de pointe du matin et du soir. À l'échelle annuelle, la pollution est plus forte en hiver avec des émissions plus importantes et des conditions de dispersion moins favorables.</p>	 <p>Les taux de NO_x sont généralement plus élevés près des voies de circulation et sous les vents des établissements industriels à rejets importants.</p>	 <p>Le NO₂ est irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.</p>	 <p>Les NO_x participent à la formation des pluies acides. Sous l'effet du soleil, ils favorisent la formation d'ozone et contribuent ainsi indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.</p>
---	---	---	--	---

Le dioxyde d'azote est un marqueur du trafic routier, étant principalement émis par ce secteur en milieu urbain.

Les concentrations en dioxyde d'azote sont réglementées à 3 niveaux :

- Une **valeur limite et un objectif de qualité en moyenne annuelle** fixés à 40 µg/m³.
- Une **valeur limite en moyenne horaire** fixée à 200 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire.
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une valeur guide de 25 µg/m³ en moyenne journalière, et 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot (cf. encadré *Méthodologie*) la répartition statistique des mesures sur les 3 sites de mesure au cours de la campagne.

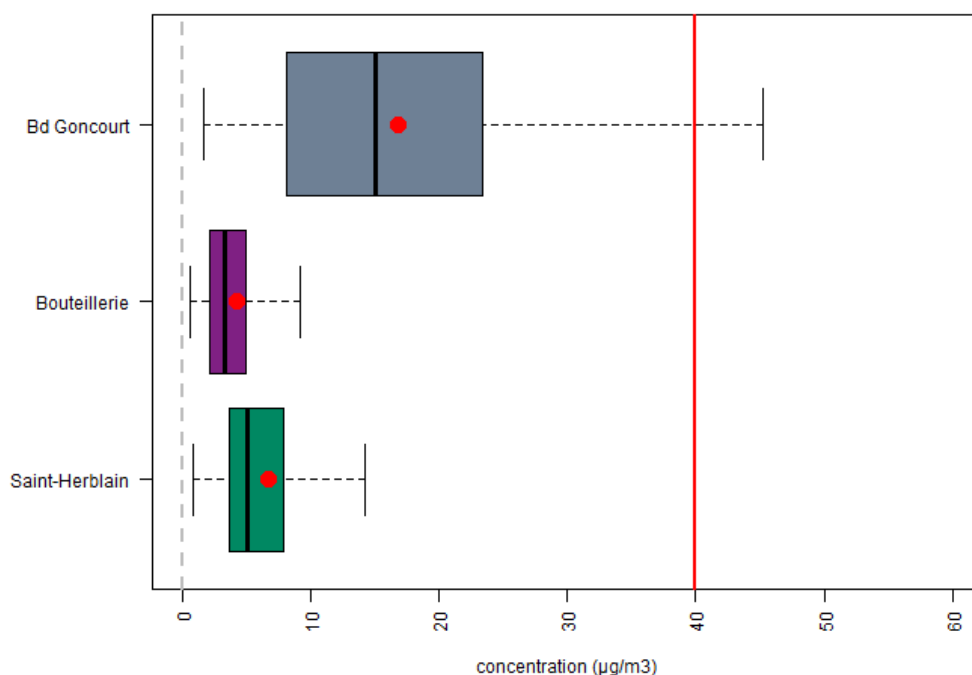


Figure 7 : boxplot des concentrations horaires en NO₂, du 30 juillet au 26 août 2024. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations en NO₂ à Saint-Herblain (7 µg/m³) sont à un niveau intermédiaire entre celles relevées en milieu urbain (4 µg/m³ à Bouteillerie) et celles relevées en proximité de trafic routier (17 µg/m³ au Boulevard des Frères de Goncourt). Cela s'explique par l'influence du trafic du Boulevard Salvador Allende situé à proximité (170 mètres), et l'influence plus limitée du boulevard périphérique situé en contrebas.
- La dispersion des mesures est plus élevée sur le site du Boulevard des Frères de Goncourt, indiquant des niveaux de pointe importants en lien avec le trafic routier sur ce site de mesure.
- Du point de vue de la réglementation, par comparaison avec la station du Boulevard Goncourt et de la Bouteillerie qui respectent l'objectif de qualité et la valeur limite en moyenne annuelle (< 40 µg/m³ sur l'année 2023), il est probable que ce seuil soit également respecté à Saint-Herblain.
- Le risque de dépassement de la valeur guide annuelle de l'OMS (10 µg/m³) n'est pas à exclure sachant que les niveaux en milieu urbain de fond et notamment au cimetière de la Bouteillerie sont proche de cette valeur (9,4 µg/m³ en moyenne annuelle en 2023 à Bouteillerie).

La figure ci-dessous montre l'évolution des concentrations horaires maximales par jour au cours de la campagne.

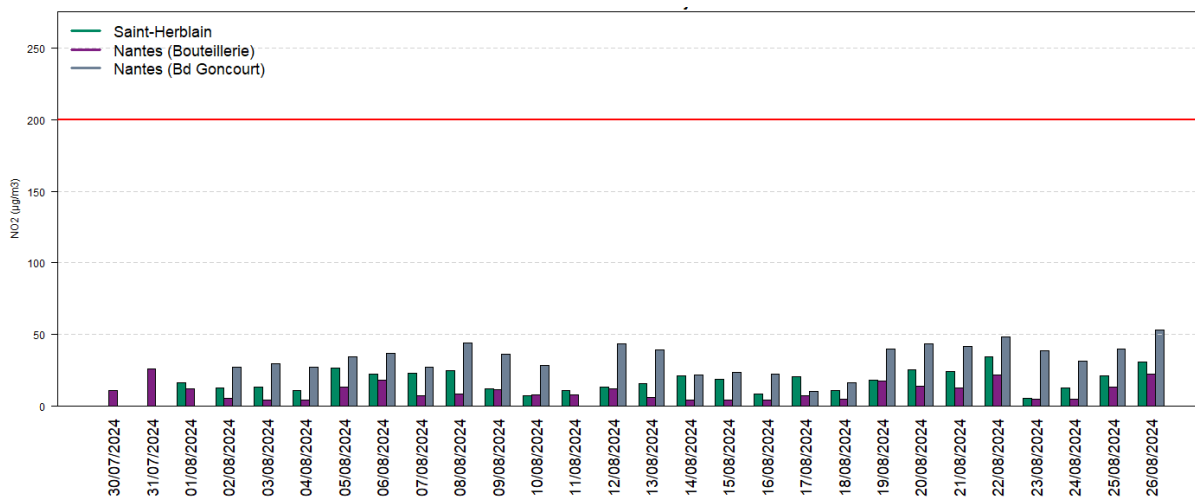


Figure 8 : évolution des concentrations horaires maximales de NO₂ par jour au cours de la campagne

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations relevées à Saint-Herblain sont systématiquement à un niveau intermédiaire entre celles relevées au Boulevard Goncourt et celles relevées à la Bouteillerie, confirmant la tendance observée sur les valeurs moyennes.
- Sur l'ensemble des journées considérées, le seuil d'information et de recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'est jamais atteint.
- La valeur guide OMS (25 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) a de fort risque d'être dépassée à Saint-Herblain sachant qu'elle est dépassée sur les sites urbains de Nantes (dont Bouteillerie).

Part estimée de combustion biomasse

De manière générale, les particules PM10 et PM2.5 peuvent être issues de différentes sources (combustion de biomasse type bois, combustion de combustibles fossiles type gasoil ou essence).

Afin de pouvoir distinguer ces différentes sources et notamment celles liées à la combustion biomasse, un aéthalomètre AE33 a été installé dans la remorque laboratoire. Cet appareil permet, à partir du prélèvement des particules PM10, de distinguer la part de ces particules issues de la combustion biomasse.

Les mesures effectuées au complexe sportif de Saint-Herblain sont comparées à celles effectuées à la Bouteillerie à Nantes.

Sur la part de carbone suie mesurée lors de la campagne, 11 % étaient attribuables à du carbone suie issue de combustion biomasse, tant à Saint-Herblain qu'à la Bouteillerie à Nantes.

La figure ci-dessous présente le profil journalier d'évolution de la part estimée de biomasse dans le carbone suie, en comparant les deux sites de mesure.

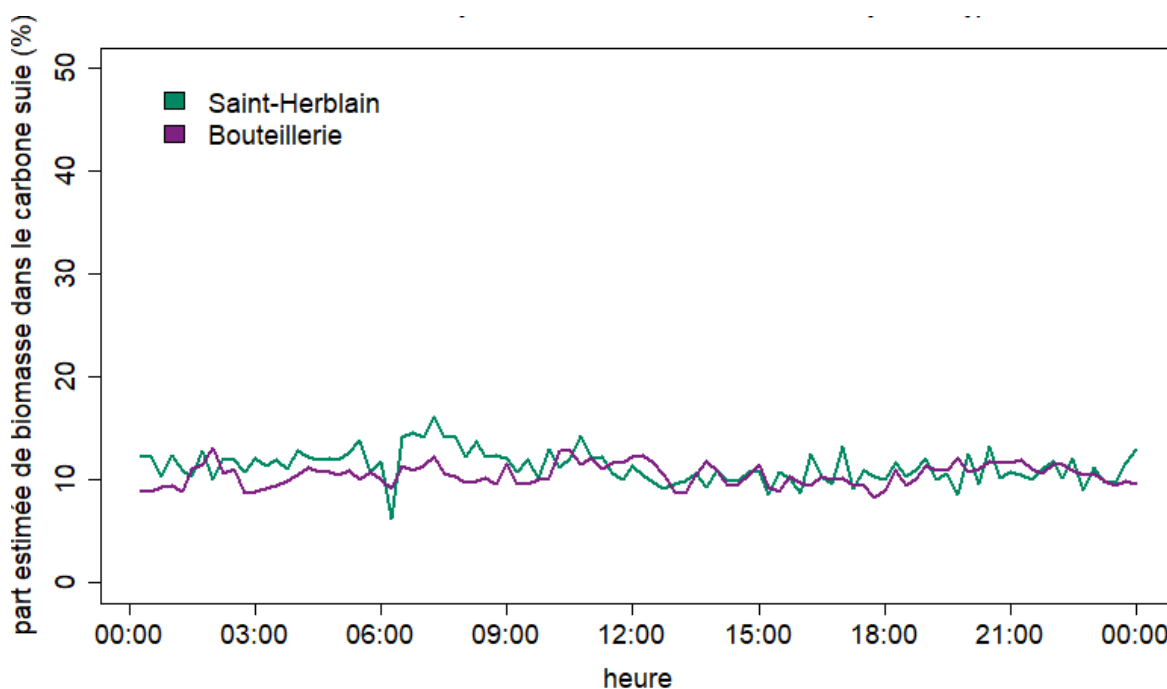


Figure 9 : profil journalier de la fraction de carbone suie liée à la combustion biomasse

Ces résultats montrent :

- Un profil similaire entre les 2 sites, excluant une influence locale sur le site de Saint-Herblain.
- L'absence de variabilité journalière dans la part estimée de biomasse du carbone suie, traduisant l'absence d'impact du chauffage, qu'il soit individuel ou collectif.
- Ce constat est conforme aux mesures faites en période estivale sur le site de la Bouteillerie¹ et des Couëts² (absence du chauffage individuel) et en absence de chaufferie biomasse collective.

¹ Rapport Air Pays de la Loire, *Polluants d'intérêt national – évaluation des concentrations en ammoniac, particules ultrafines, carbone suie et en hydrogène sulfuré en 2023*, <https://www.airpl.org/rapport/polluants-d-interet-national-evaluation-des-concentrations-en-ammoniac-particules-ultrafines-carbone-suie-et-en-hydrogene-sulfure-en-2023>

² Rapport Air Pays de la Loire, *Suivi de la qualité de l'air à Nantes Sud-Loire, bilan 2020*, <https://www.airpl.org/rapport/suivi-de-la-qualite-de-l-air-a-nantes-sud-loire-bilan-2020>

Conclusions et perspectives

Nantes Métropole vise un objectif d'avoir 100 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2050. Pour répondre à cet objectif, la collectivité souhaite élargir le nombre de ses équipements raccordés au réseau de chaleur urbain. C'est dans ce contexte qu'il est envisagé une extension du réseau de chaleur à Saint-Herblain via la création potentielle d'une nouvelle chaufferie collective alimentée au gaz ou au gaz + biomasse, et destinée à alimenter le centre Calicéo en eau chaude tout au long de l'année.

Nantes Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'effectuer des mesures de qualité de l'air dans l'environnement pressenti de la future chaufferie. Pour cela, Air Pays de la Loire a mesuré les particules PM10 et PM2.5, le dioxyde d'azote NO₂, et la part estimée de combustion biomasse contenue dans le carbone suie.

Les mesures permettent de :

- Faire un diagnostic de la qualité de l'air à Saint-Herblain, et comparer les niveaux de concentrations de polluants atmosphériques avec les normes en vigueur.

Ces mesures se sont effectuées au complexe sportif du Vigneau à Saint-Herblain, du 30 juillet au 26 août 2024.

Les résultats montrent que :

- Les niveaux en particules PM10 sont inférieurs sur le site du complexe sportif (8 µg/m³) par rapport aux autres sites de mesure de la métropole nantaise (Bouteillerie en fond urbain, et Goncourt en milieu de trafic routier).
- Les particules PM2.5 sont homogènes sur les trois sites (entre 5 et 6 µg/m³).
- Les concentrations en dioxyde d'azote relevées sur le site du complexe sportif (7 µg/m³) se situent à un niveau intermédiaire entre celles relevées en fond urbain (Bouteillerie) et celles relevées en situation de trafic routier (Goncourt), traduisant l'influence du trafic du Boulevard Salvador Allende situé à proximité du complexe sportif du Vigneau.
- La part estimée de combustion biomasse contenue dans le carbone suie est stable dans le temps, faible (11 %) et similaire à celle relevée en fond urbain (Bouteillerie) en période estivale excluant toute influence locale au niveau du complexe sportif.

En termes de réglementation, la probabilité de respect (ou de dépassement) des valeurs réglementaires françaises et des valeurs guides de l'OMS est résumée dans le tableau ci-dessous pour chacun des polluants :

Valeur réglementaire	PM10	PM2.5	NO₂
<i>Objectif de qualité (an)</i>	☺	☺	☺
<i>Valeur limite (an)</i>	☺	☺	☺
<i>Seuil d'information (jour)</i>	☺	-	☺
<i>Valeur guide OMS (an)</i>	☹	☹	☹
<i>Valeur guide OMS (jour)</i>	☹	☹	☹

☺ : respect de la valeur réglementaire ; ☹ probabilité de dépassement de la valeur réglementaire ; ☹ dépassement constaté de la valeur réglementaire

Annexes

- Annexe 1 : Air Pays de la Loire
- Annexe 2 : techniques d'évaluation
- Annexe 3 : types des sites de mesure
- Annexe 4 : polluants
- Annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2024

Annexe 1 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

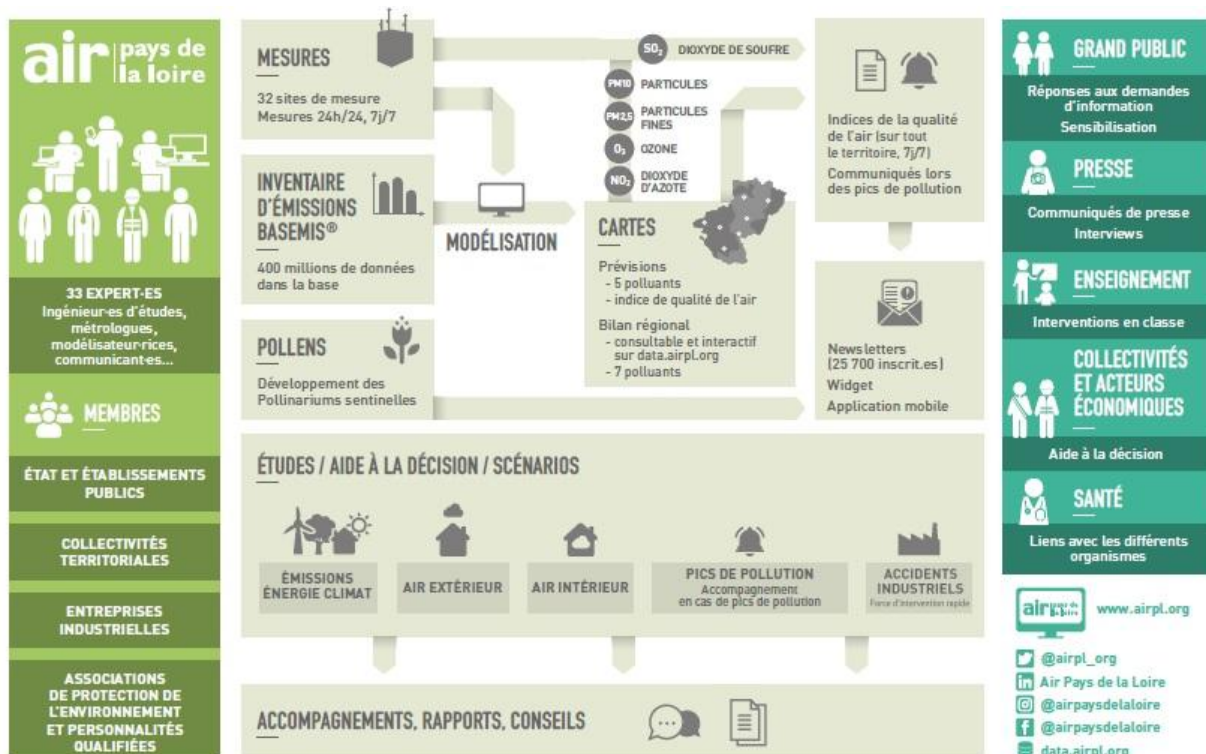
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



Annexe 2 : techniques d'évaluation

Mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

Méthode - normes

Le dioxyde d'azote est détecté par la technique de chimiluminescence - norme **NF EN 14211**.

Pas de temps

Tous les quarts d'heure.

Étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl, lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

Mesures des concentrations atmosphériques en particules PM10 et PM2.5

Méthode – normes

Les mesures de particules fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS, selon la norme **NF EN 16450**. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme **NF EN 12341**. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1^{er} janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en particules fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

Pas de temps

Tous les quarts d'heure.

Mesures du carbone suie et de sa part liée à la combustible fossile

Méthode – normes

La mesure du carbone suie est effectuée à l'aide d'un aéthalomètre AE33, qui consiste à mesurer la lumière absorbée par les particules prélevées sur une bande filtrante. La différence d'absorption de la lumière entre une bande exposée aux particules, et une bande non exposée, détermine le coefficient d'absorption de la lumière par ces particules. Sur la longueur d'onde à 880 nm, ce coefficient d'absorption permet d'estimer spécifiquement la contribution du carbone suie issue des combustions.

Pas de temps

Tous les quarts d'heure.

Annexe 3 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



sites périurbains

Les sites périurbains sont localisés dans une zone peuplée en milieu périurbain, de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution et à caractériser la pollution moyenne de cette zone.



sites de trafic

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.

Annexe 4 : polluants

Les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (53 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

Les particules

Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverse et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2.5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardiovasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

Annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2024

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Décret 2010-1250 du 21/10/2010 – arrêté ministériel du 07/04/2016

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 ⁽¹⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽²⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽³⁾ 3 ^{ème} seuil : 360 ou à partir du 2 ^e jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	400 ⁽²⁾ 200 ⁽³⁾	-	500 ⁽²⁾
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 ^e jour de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	-

(1) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire.
(2) dépassé pendant 3h consécutives.
(3) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

Seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

Seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	OXYDES D'AZOTE (NO _x)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	5	-	20 ⁽¹⁾	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽²⁾	-	-	-	125 ⁽³⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁶⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 ⁽⁷⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation
(2) à ne pas dépasser plus de 35 j par an (percentile 99,4 annuel)
(3) à ne pas dépasser plus de 3 j par an (percentile 99,2 annuel)
(4) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,79 annuel)
(5) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,73 annuel)
(6) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(7) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
(8) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(9) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile.

Valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

Valeur cible : niveau de pollution 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.

	PARTICULES FINES PM2,5		PARTICULES PM10		OZONE O ₃		DIOXYDE D'AZOTE NO ₂		DIOXYDE DE SOUFRE SO ₂		MONOXYDE DE CARBONE CO
	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme
Valeurs OMS	15 µg/m ³ a	5 µg/m ³	45 µg/m ³ a	15 µg/m ³	100 µg/m ³ a (moy. sur 8h) 60 µg/m ³ b (saison de pointe)	-	200 µg/m ³ (moy. horaire) 25 µg/m ³ a (moy. sur 24h)	10 µg/m ³	500 µg/m ³ (moy. sur 10 min) 40 µg/m ³ a (moy. sur 24h)	-	100 mg/m ³ (moy. sur 15 min) 35 mg/m ³ (moy. horaire) 10 mg/m ³ (moy. sur 8h) 4 mg/m ³ a (moy. sur 24h)



AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de
la loire
www.airpl.org