



## QUARTIER GÉRAUDIÈRE, NANTES

État initial de la qualité de l'air avant mise  
en service de la chaufferie biomasse  
(réseau de chaleur Nord-Chézine)

Campagne mars-avril 2025



# Sommaire

<b>Synthèse .....</b>	<b>2</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>Dispositif de mesure.....</b>	<b>4</b>
<b>Taux de disponibilité des mesures .....</b>	<b>5</b>
<b>Conditions météorologiques .....</b>	<b>5</b>
<b>Situation vis-à-vis de la réglementation .....</b>	<b>6</b>
<b>Résultats pour les particules PM10 .....</b>	<b>6</b>
<b>Résultats pour les particules PM2.5 .....</b>	<b>8</b>
<b>Influence du chauffage individuel au bois .....</b>	<b>9</b>
<b>Précisions sur la part estimée de combustion biomasse. ....</b>	<b>10</b>
<b>Résultats pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>.....</b>	<b>11</b>
<b>Conclusions et perspectives.....</b>	<b>14</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>15</b>

## Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Arnaud Rebours,

Mise en page : Bérangère Poussin,

Exploitation du matériel de mesure : Kristal Bontemps, Thibaud Tregouët, Edouan Fachat,

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 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](http://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 Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire pour avoir permis l'installation de la remorque-laboratoire, et Nantes Métropole pour les informations sur la future chaufferie.

# Synthèse

## Contexte et objectif

Avec son objectif d'atteindre 100 % d'énergie renouvelable d'ici 2050, Nantes Métropole souhaite élargir le nombre d'équipements connectés au réseau de chaleur urbain. C'est dans cette dynamique qu'une nouvelle chaufferie biomasse urbaine, reliée au réseau de chaleur Nord-Chézine, doit entrer en service en septembre 2027 (date prévisionnelle), dans le quartier Géraudière à Nantes.

Afin de disposer d'un **état de référence en matière de qualité de l'air avant la mise en service de cette chaufferie**, Nantes Métropole a sollicité Air Pays de la Loire pour réaliser une campagne de mesure dans le quartier Géraudière.

## Moyens

Cette campagne s'est déroulée du 12 mars au 11 avril 2025 (31 jours de mesure) au niveau de la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, localisée à 190 mètres du futur site de la chaufferie biomasse, sous les vents dominants de sud-ouest et dans les zones de retombées maximales potentielles. Les mesures ont porté sur les concentrations de particules PM10 et PM2.5, de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, et la part estimée de carbone suie issue de combustion biomasse.

## Résultats

Les résultats montrent que :

- Une moindre influence du chauffage individuel au bois sur les concentrations en particules par rapport à d'autres quartiers de la métropole (centre-ville de Nantes ou Bouguenais), en raison de l'éloignement par rapport aux quartiers résidentiels.
- Une influence avérée de la circulation routière au niveau du périphérique sur les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site Géraudière (avec un écart moyen de + 55 % par rapport à la station Bouteillerie).
- Ces tendances seront à prendre en compte lors de l'analyse de la qualité de l'air réalisée après la mise en service de la chaufferie tout en intégrant le fait que les vents enregistrés durant la campagne, très majoritairement de nord-est ont accentué l'influence du périphérique tout en diminuant celle des quartiers résidentiels.
- Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur et des seuils recommandés par l'OMS (valeurs de référence) sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Valeurs de référence	PM10	PM2,5	NO2
Objectif de qualité (an)	✓	✓	✓
Valeur limite (an)	✓	✓	✓
Seuil d'information (jour)	✓	-	✓
Valeur guide OMS (an)	X	X	X
Valeur guide OMS (jour)	X	X (6 jours*)	X
Valeur guide OMS (heure)	-	-	✓

✓ : respect de la valeur de référence ; X : dépassement possible de la valeur de référence ; X : dépassement constaté de la valeur de référence

\*Le dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2.5 (15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) s'inscrit dans des épisodes régionaux de hausse des particules fines, en lien des périodes froides et au cours desquelles le recours au chauffage au bois individuel est accru. Les sites de mesure permanents sont également concernés par ces dépassements.

En conclusion, les concentrations mesurées respectent les seuils imposés par la réglementation française mais la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2,5 a été dépassée. Par ailleurs, des dépassements des autres valeurs guides de l'OMS sont possibles. Ce constat (vis-à-vis des recommandations de l'OMS) n'est pas spécifique au quartier de Géraudière mais est observé sur l'ensemble du territoire national.

Les informations obtenues lors de cette campagne définissent la typologie du site de mesures : caractéristique d'un milieu urbain de fond influencé par les émissions de polluants en provenance du périphérique. Les données de cet état initial combinées avec les données issues de la campagne mesures après mise en service, d'une part, et avec les résultats obtenus au niveau des stations permanentes de l'agglomération nantaise, d'autre part, permettront de caractériser l'influence éventuelle de la chaufferie.

# Introduction

Avec son objectif d'atteindre 100 % d'énergie renouvelable d'ici 2050, Nantes Métropole souhaite élargir le nombre d'équipements connectés au réseau de chaleur urbain. C'est dans cette dynamique qu'une nouvelle chaufferie biomasse urbaine, reliée au réseau de chaleur Nord-Chézine, doit entrer en service en septembre 2027 (date prévisionnelle), dans le quartier Géraudière à Nantes.

Les chaufferies collectives alimentées par la biomasse contribuent à accroître la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique. Toutefois, leur implantation suscite des interrogations, voire des préoccupations chez les riverains, notamment quant à leur impact potentiel sur la qualité de l'air.

Afin de disposer d'un **état de référence en matière de qualité de l'air avant la mise en service de la chaufferie biomasse**, Nantes Métropole a sollicité Air Pays de la Loire pour réaliser une campagne de mesure dans le quartier.

Cette campagne s'est déroulée du 12 mars au 11 avril 2025 sur le site de la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, localisée à 190 mètres du futur site de la chaufferie biomasse, sous les vents dominants de sud-ouest. Les mesures ont porté sur les concentrations de particules fines PM10 et PM2.5, ainsi que sur le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), permettant de comparer les niveaux observés à la réglementation en vigueur et aux données des stations permanentes de la métropole. Des mesures de carbone suie, indicateur de la combustion de biomasse, ont également été réalisées afin de mieux identifier l'origine des particules relevées (combustion de biomasse ou de combustibles fossiles).

# Dispositif de mesure

Afin de répondre aux objectifs, un laboratoire mobile a été installé dans le quartier Géraudière sur le parking de la Maison de l'Agriculture.

Ce site, appelé « Géraudière », est localisé à 190 mètres de l'emplacement de la future chaufferie biomasse collective, et sous les vents dominants de sud-ouest et dans les zones de retombées maximales potentielles.

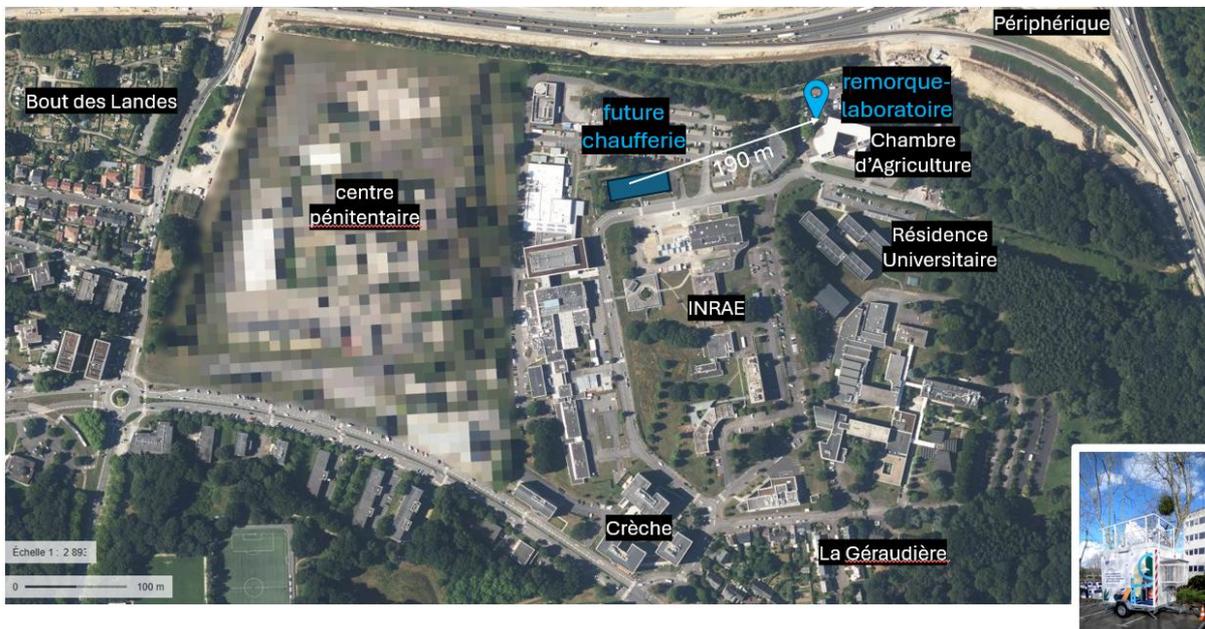


Figure 1 : emplacements du site d'implantation du laboratoire mobile et de la future chaufferie biomasse ainsi que de points d'intérêt environnant

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.

Les mesures ont été effectuées du 12 mars au 11 avril 2025, en période majoritairement hivernale, période propice à l'utilisation du chauffage résidentiel (notamment au bois).

À des fins de comparaison, les mesures effectuées sur le site Géraudière sont mis en regard avec les mesures permanentes effectuées sur le réseau de stations 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,
- **La Chabossière** : cette station, située à Bouguenais, mesure le niveau de fond périurbain dans un contexte de quartier résidentiel avec la présence d'une chaufferie biomasse collective.

	Géraudière	Bouteillerie	La Chabossière
PM10 et PM2.5	✓	✓	✓
NO <sub>2</sub>	✓	✓	✓
Carbone suie	✓	✓	

# 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	NO <sub>2</sub>	AE33 (part biomasse)
Taux de validité des mesures sur le mois de campagne	98 %	98 %	99 %	96 %

## Conditions météorologiques

Au cours de la campagne de mesure, les vents de secteurs nord-est ont été largement majoritaires. Les vents de sud-ouest, bien que fréquents habituellement, ont été sous-représentés par rapport aux normales climatiques sur les mois de mars et avril de 2000 à 2024. Les vitesses de vent ont été majoritairement faibles en raison de situations anticycloniques fréquentes.

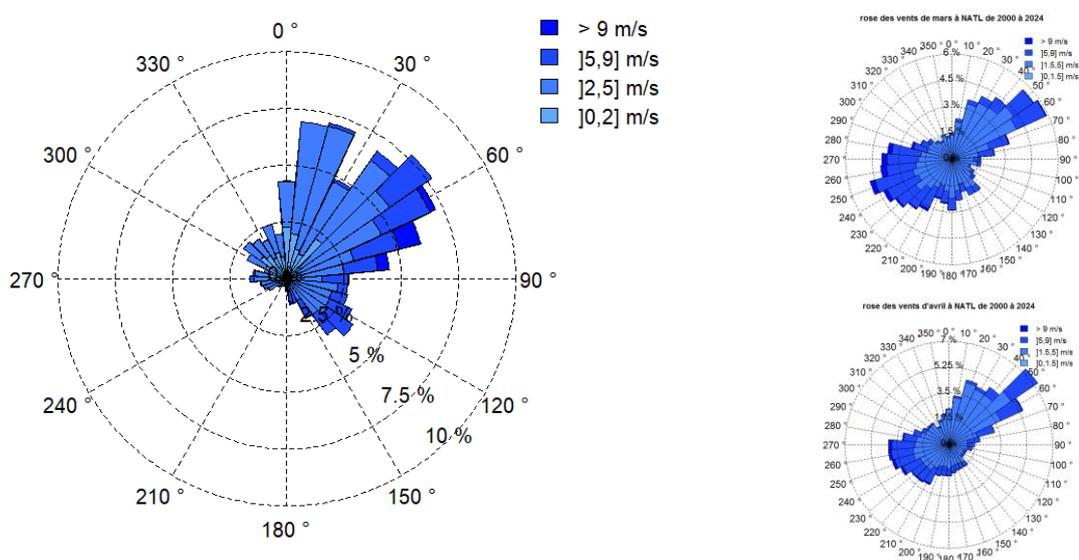


Figure 2 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 12 mars au 11 avril 2025 (à gauche) et normales de la rose des vents de 2000 à 2024 des mois de mars et avril (à droite) (graphiques Air Pays de la Loire ; données : Météo France)

### 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.

# Situation vis-à-vis de la réglementation

## Résultats pour les particules PM10



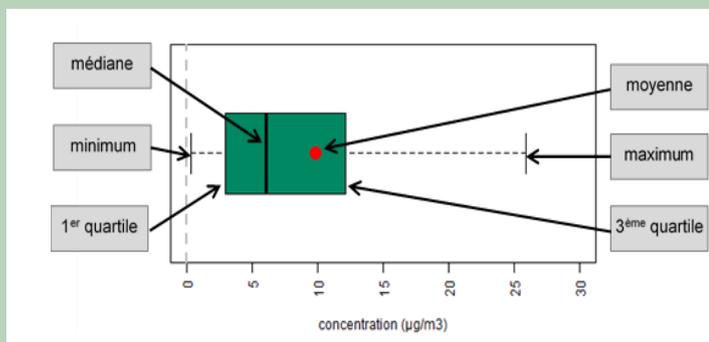
Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- Un **seuil d'information** et de recommandation fixé à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière et d'un **seuil d'alerte** fixé à 80 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière.
- Cette valeur journalière de 50 µg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>,
- Un **objectif de qualité** fixé à 30 µg/m<sup>3</sup>.
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 45 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an, et de 15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

La figure de la page suivante 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 :



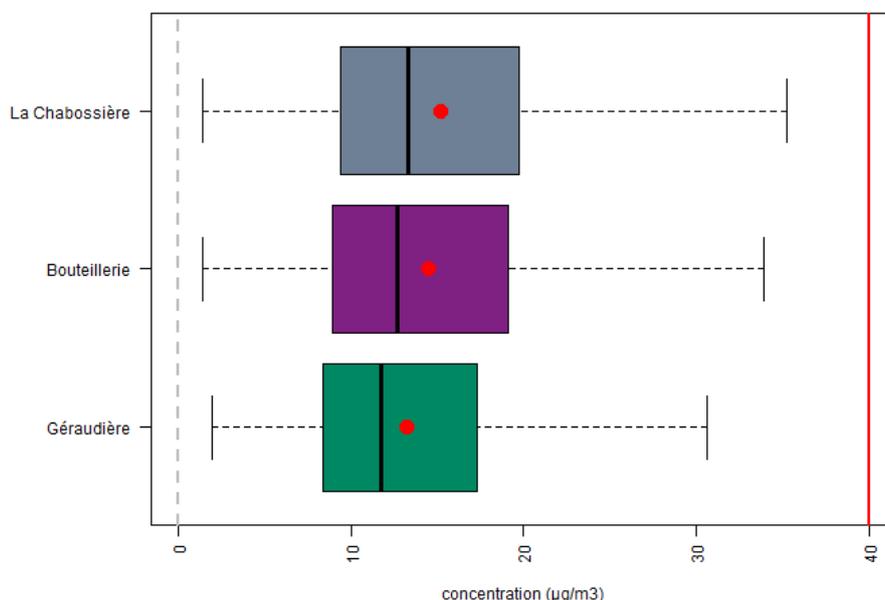


Figure 3 : boxplot des concentrations horaires en particules PM10, du 12 mars au 11 avril 2025. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- La concentration moyenne en PM10 à Géraudière ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est proche mais reste inférieure à celles relevées en milieu urbain à Nantes ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à la Chabossière et  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à Bouteillerie).
- 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 pas franchi ces valeurs en 2024 et les années précédentes.
- Sur le site Géraudière, il existe une probabilité de dépassement de la valeur guide de l'OMS fixée à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle : ce seuil a été respecté en 2024 au niveau des stations permanentes de Bouteillerie et de la Chabossière (année avec des concentrations en particules en forte baisse en raison de la pluviométrie excédentaire) mais pas les années antérieures.

La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations journalières en PM10 sur les 4 mois de mesure.

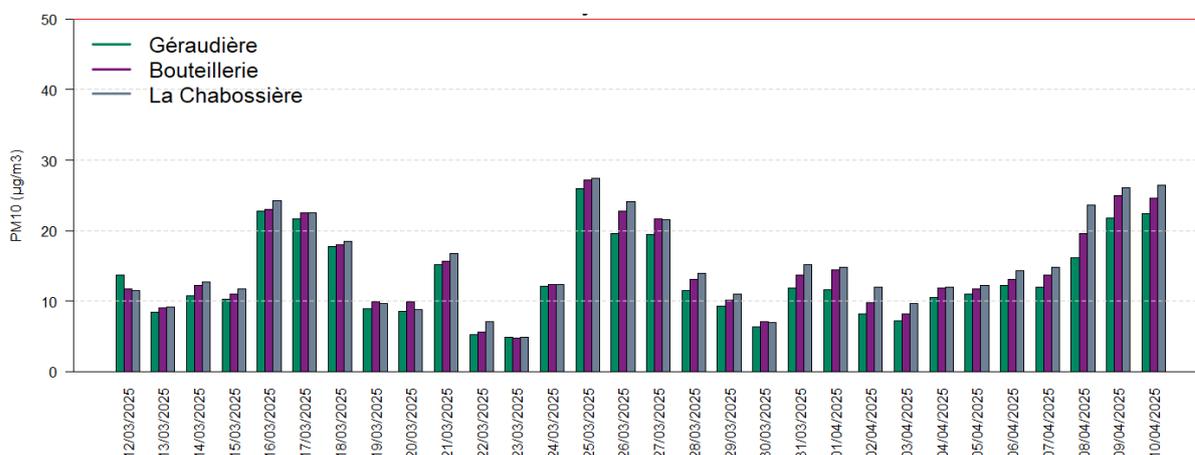


Figure 4 : évolution des concentrations journalières en PM10 au cours de la campagne. Le seuil d'information est indiqué par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations journalières en PM10 sont presque systématiquement inférieures sur le site de Géraudière. L'évolution de ces concentrations journalières est synchrone et proche de celles relevées sur les sites urbains de Bouteillerie et de La Chabossière, traduisant une influence urbaine sinon régionale sur ce polluant.
- Le seuil d'information et de recommandation de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est jamais dépassé au cours de la campagne de mesure.
- La valeur guide journalière de l'OMS de  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) n'est jamais franchie au cours de la campagne. Ce risque n'est pas à exclure, cette valeur ayant été dépassé plus de 4 fois en 2023 les sites urbains de Bouteillerie et de La Chabossière.

# 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 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an, et de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

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

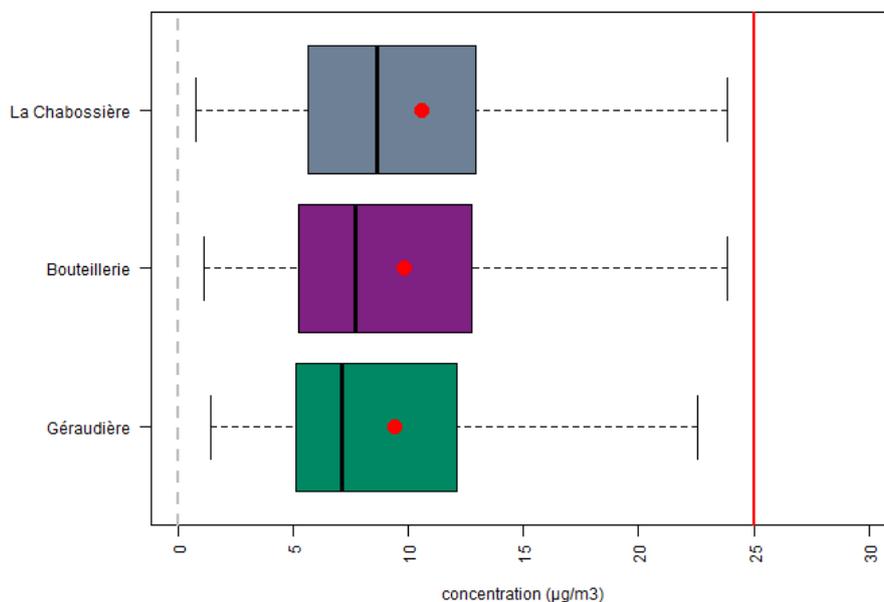


Figure 5 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5, du 12 mars au 11 avril 2025. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en PM2.5 relevées sur le site Géraudière sont inférieures respectivement de 4 % et de 8 % par rapport aux stations Bouteillerie et la Chabossière.
- Vis-à-vis de la réglementation, par comparaison avec les stations de mesure permanentes à la Bouteillerie et à La Chabossière en 2023 et 2024, 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 Géraudière.
- La valeur guide annuelle préconisée par l'OMS (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a toutefois de fortes chances d'être dépassée, ce seuil étant franchi sur l'ensemble des stations de mesure permanentes de la région en 2024 et les années précédentes.

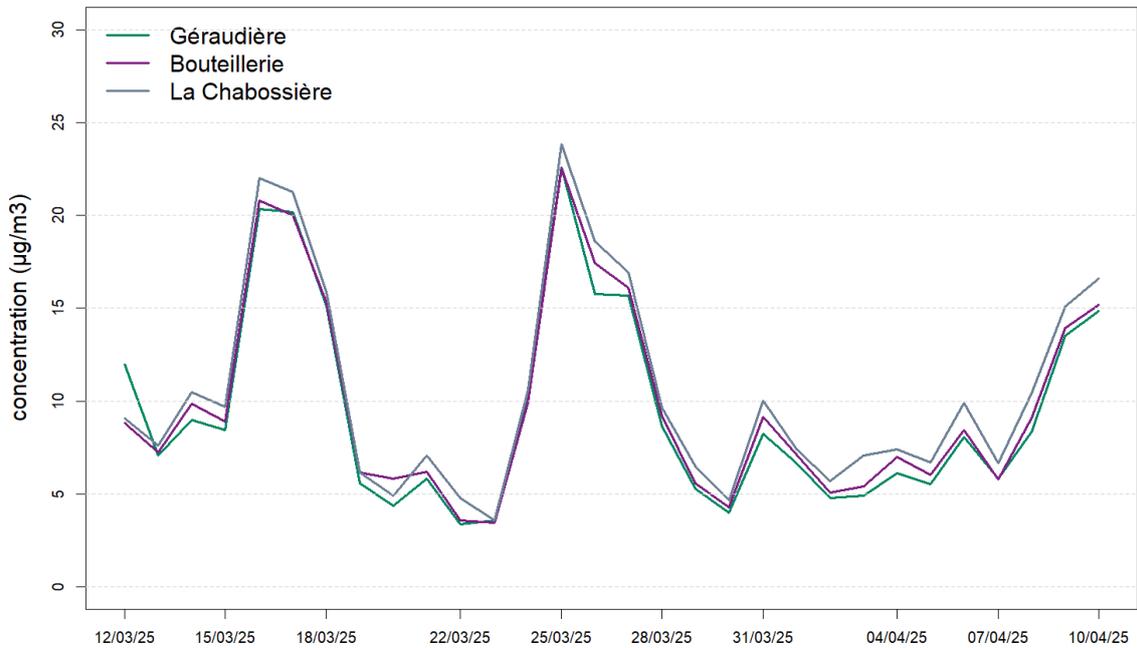


Figure 6 : évolution des concentrations journalières en PM2.5 au cours de la campagne

À plus fine échelle, l'évolution des concentrations journalières confirme le comportement général des particules fines avec une évolution synchrone en PM2.5 entre les 4 sites de mesure.

Au cours de la campagne de mesure, la valeur guide journalière de l'OMS ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été dépassée à 6 reprises sur le site Géraudière, un dépassement de cette valeur est également constaté sur les autres sites de mesure, témoignant d'un phénomène général. Ces élévations des concentrations en particules PM2.5 sont principalement liées à l'utilisation du chauffage au bois résidentiel combinée avec une atmosphère peu propice à la dispersion des polluants.

## Influence du chauffage individuel au bois

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des concentrations horaires en particules PM2.5 lors d'une journée moyenne, sur le site de Géraudière et sur les sites de comparaisons :

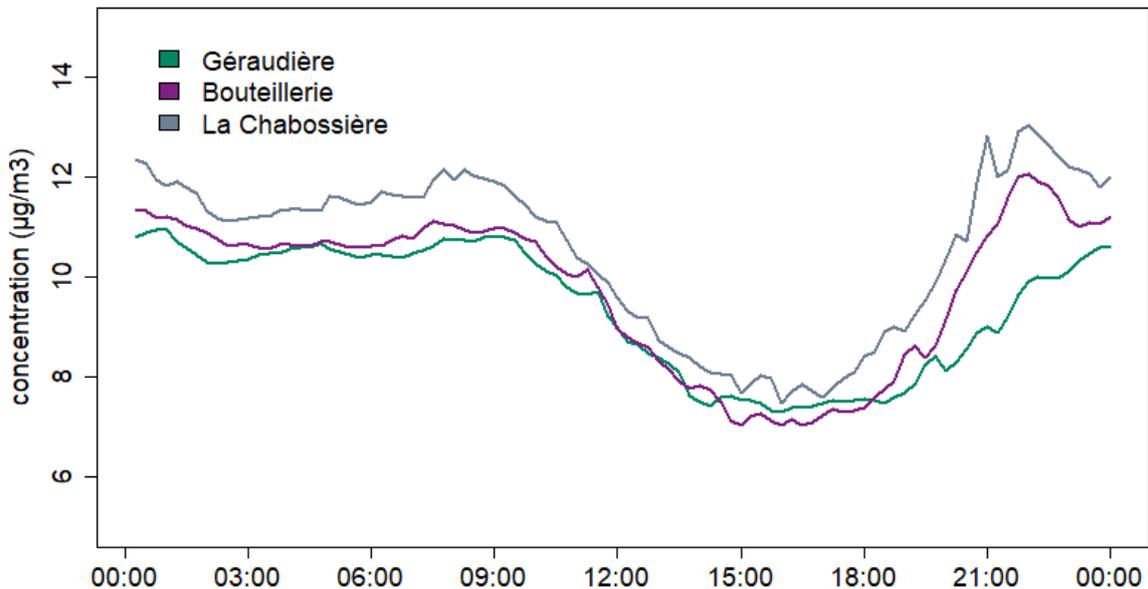


Figure 7 : profil journalier moyen d'évolution des concentrations en PM2,5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ce graphique montre que sur les sites de mesure pris pour comparaison (Bouteillerie et la Chabossière), les concentrations en PM2.5 sont les plus élevées en soirée, à partir de 18h, puis baissent dans la nuit jusqu'à atteindre leur minimum en journée. Ce signal est caractéristique du chauffage au bois individuel en période de chauffe. Ces sites de mesure sont insérés au sein de quartiers résidentiels et cela explique les élévations en PM2.5 en soirée. En revanche, cette augmentation est moins significative sur le site Géraudière témoignant d'un moindre impact du chauffage individuel au bois. Cette situation trouve son origine dans le relatif éloignement du laboratoire mobile avec les premières zones habitées : les premières maisons individuelles sont localisées à 500 mètres au sud du site de mesure, celui-ci étant principalement environné de bâtiments du secteur tertiaire (INRAE, Eurofins,...).

# Précisions sur la part estimée de combustion biomasse

Parmi les particules mesurées, la part de particules attribuable au carbone suie issue de la combustion du bois peut être estimée.

Ces mesures se font par aethalomètre AE33 sur la fraction PM<sub>2,5</sub> des particules. Le site de Géraudière est comparé au site de la Bouteillerie à Nantes, site urbain sur lequel un AE33 est installé en permanence.

En moyenne, la part de particules attribuable au carbone suie issue de combustion biomasse est estimée à 23 % sur le site Géraudière, une valeur inférieure de 13 points de celle relevée à Bouteillerie (36 %).

Le graphique suivant représente le profil journalier moyen d'évolution de la part estimée de biomasse dans le carbone suie :

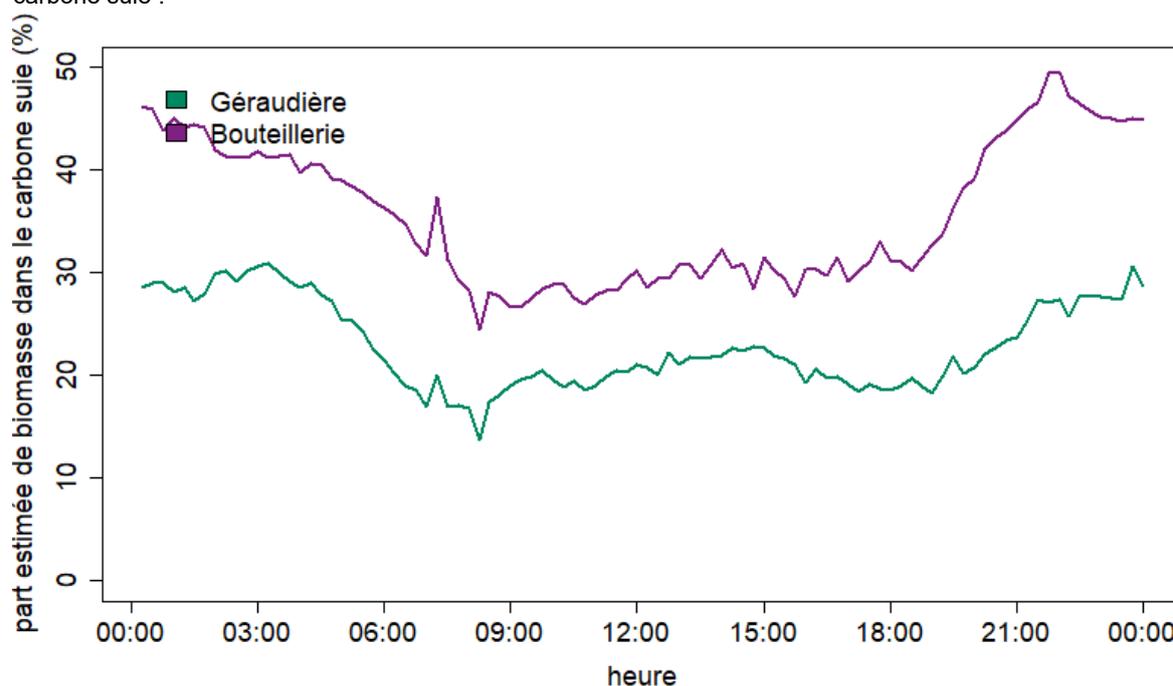


Figure 8 : profil journalier moyen d'évolution de la part estimée de biomasse dans le carbone suie (en %)

La part de biomasse dans le carbone suie suit une évolution horaire, tant sur le site de Géraudière qu'à la Bouteillerie, avec un minimum en journée (autour de 20 à 30 %), puis une hausse à partir de 18h jusqu'à un maximum sur la Bouteillerie qui atteint 50 % vers 21h et qui dépasse le niveau nocturne. En revanche, sur le site Géraudière, l'augmentation du pourcentage de biomasse est moindre en soirée.

Cette analyse confirme l'influence plus limitée du chauffage au bois individuel au niveau du laboratoire mobile. Cette interprétation est à modérer au regard de la direction majoritaire des vents durant la campagne (nord-est) plaçant peu fréquemment le site de mesure sous les vents des quartiers résidentiels.

# Résultats pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>



Le dioxyde d'azote est un marqueur du trafic routier, étant principalement émis par ce secteur en milieu urbain. Mais toute combustion incomplète, incluant la combustion de bois, est susceptible d'émettre ce polluant.

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/m<sup>3</sup>.
- Une **valeur limite en moyenne horaire** fixée à 200 µg/m<sup>3</sup>, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an ;
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise des valeurs guides de 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire, de 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) et de 10 µg/m<sup>3</sup> 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.

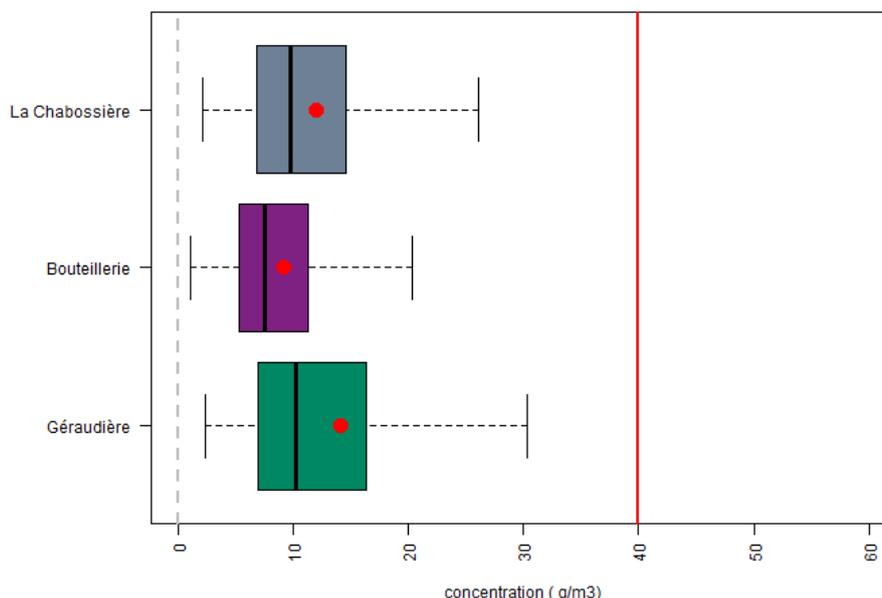


Figure 9 : boxplot des concentrations horaires en NO<sub>2</sub>, du 12 mars au 11 avril 2025. La valeur limite annuelle est indiquée par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Sur la campagne, la concentration moyenne en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> à Géraudière (14,1 µg/m<sup>3</sup>) est supérieure à celles relevées en milieu urbain (9,1 µg/m<sup>3</sup> à Bouteillerie et 12,0 µg/m<sup>3</sup> à La Chabossière). Cela s'explique par l'influence du périurbain, situé à moins de 100 mètres du laboratoire mobile.
- Du point de vue de la réglementation, par comparaison avec la station de la Bouteillerie et de La Chauvinière qui respectent l'objectif de qualité et la valeur limite en moyenne annuelle sur les années 2023 et 2024, il est très probable que ce seuil soit également respecté à Géraudière.
- La valeur guide annuelle de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) a été respectée en 2023 et 2024 sur les sites de mesure permanents de La Chabossière et Bouteillerie. Compte tenu des niveaux supérieurs enregistrés à Géraudière liés à l'influence du périurbain, il n'est pas certain que la valeur guide soit respectée sur ce site.

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

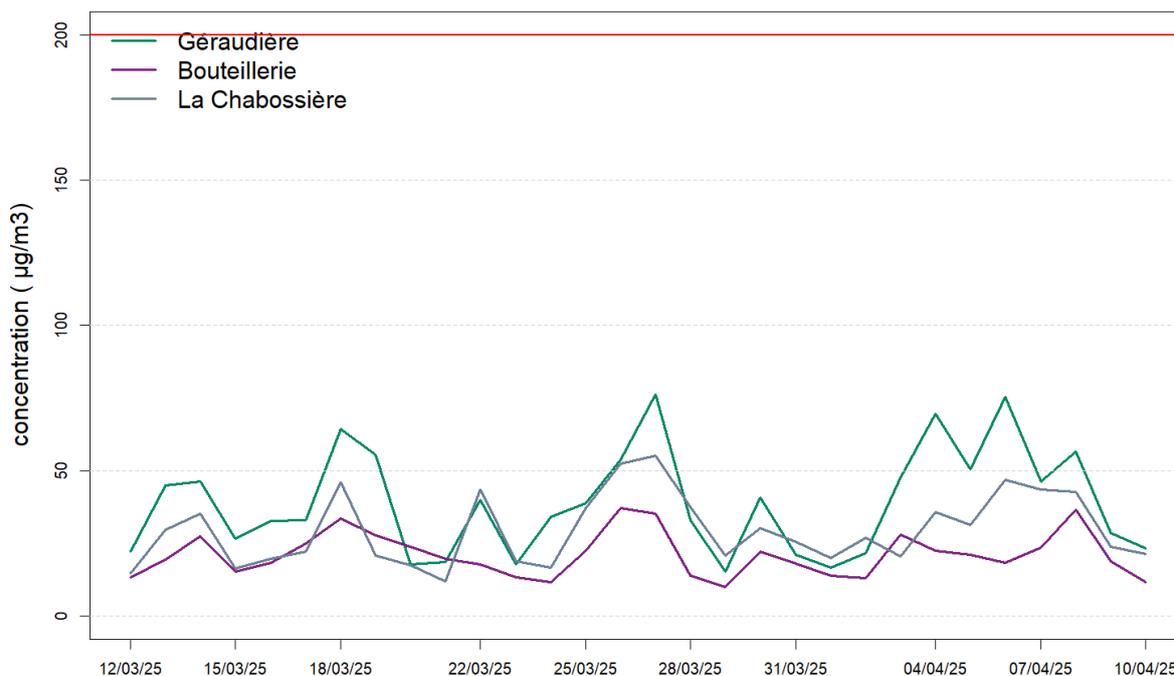


Figure 10 : évolution des concentrations horaires maximales de NO<sub>2</sub> par jour au cours de la campagne. Le seuil d'information-recommandation est indiqué par le trait rouge

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations maximales journalières relevées à Géraudière sont presque systématiquement à un niveau supérieur à celles relevées à Bouteillerie et La Chabossière, confirmant la tendance observée sur les valeurs moyennes. Sur l'ensemble des journées considérées, le seuil d'information et de recommandation (200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire) n'est jamais atteint, la valeur maximale étant 2,5 fois plus faible que ce seuil.
- La valeur guide journalière recommandée par l'OMS (25 µg/m<sup>3</sup> sur une journée à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) n'est dépassée sur aucun des sites. Elle est approchée sur Géraudière le 26 mars 2025 avec 24 µg/m<sup>3</sup> (20 µg/m<sup>3</sup> à la Chabossière et 13 µg/m<sup>3</sup> à Bouteillerie). Le risque de dépassement de cette valeur guide n'est néanmoins pas à exclure. Cette valeur a en effet été franchie en 2023 sur l'ensemble des sites de mesure de Nantes.

La rose de concentrations présentée ci-dessous permet de déterminer l'origine de la pollution au dioxyde d'azote sur le site Géraudière.

## Méthodologie

Une rose de concentrations indique les niveaux de polluant en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo-France à Nantes-Atlantique. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vent les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émissions prépondérantes.

La manière de lire une rose de pollution est la suivante : dans une direction donnée, la longueur de la pale correspond aux concentrations de pointe (P98) relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

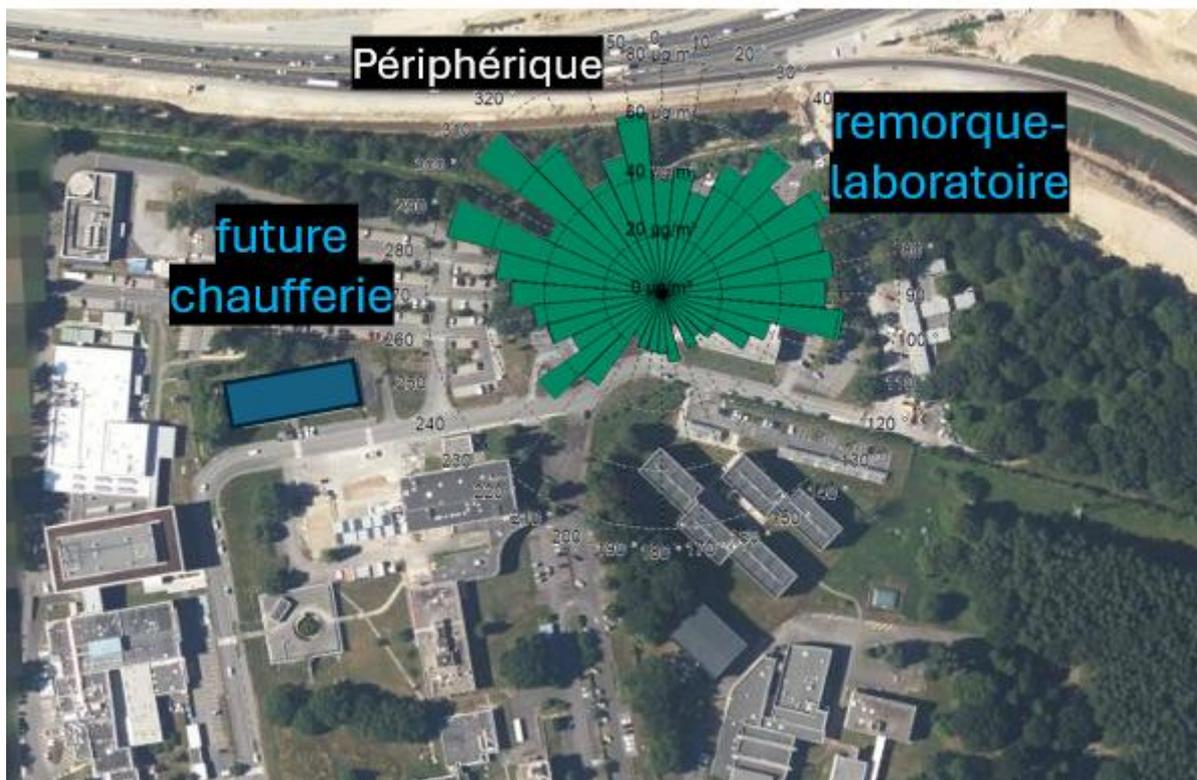


Figure 11 : rose de concentrations de pointe (percentile-98) en  $\text{NO}_2$  sur le site de Géraudière

Ces résultats mettent en évidence des directions préférentielles d'apport en dioxyde d'azote. Elles concernent des origines de masses d'air en provenance du périphérique (à la fois dans ses parties nord et est) combinées avec une situation générale de l'atmosphère pendant la campagne plutôt défavorable à la dispersion des polluants.

Cette analyse permet de conclure à une influence spécifique du périphérique sur l'exposition au dioxyde d'azote mesurée sur le site de Géraudière conduisant à une augmentation de la concentration moyenne d'environ 55 % par rapport au site urbain de la Bouteillerie et à des surconcentrations à l'échelle horaire pouvant atteindre  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sans que les seuils réglementaires ne soient dépassés.

Durant la campagne, les vents ont soufflé majoritairement en provenance du nord-est plaçant le laboratoire mobile très majoritairement sous les vents du périphérique. À l'échelle d'une année, la proportion de vents de sud-ouest est prépondérante et il est probable que le niveau moyen annuel en dioxyde d'azote baisse par rapport à la concentration moyenne sur la durée de la campagne. Néanmoins, la spécificité de l'influence du périphérique sur le site Géraudière sera à prendre en compte lors de l'analyse de la qualité de l'air après la mise en service de la chaufferie.

# Conclusions et perspectives

Afin de disposer d'un **état de référence en matière de qualité de l'air avant la mise en service d'une chaufferie biomasse** qui sera raccordée au réseau de chaleur Nord-Chézine, Nantes Métropole a sollicité Air Pays de la Loire pour réaliser une campagne de mesure dans le quartier Géraudière à Nantes.

Cette campagne s'est déroulée du 12 mars au 11 avril 2025 (31 jours de mesure) sur le site (appelé « Géraudière ») de la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, localisée à 190 mètres du futur emplacement de la chaufferie biomasse, sous les vents dominants de sud-ouest et dans les zones de retombées maximales potentielles. Les mesures ont porté sur les concentrations de particules PM10 et PM2,5, de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, et la part estimée de carbone suie issue de combustion biomasse.

Les résultats montrent que :

- Une moindre influence du chauffage individuel au bois sur les concentrations en particules par rapport à d'autres quartiers de la métropole (centre-ville de Nantes ou Bouguenais), en raison de l'éloignement par rapport aux quartiers résidentiels.
- Une influence avérée de la circulation routière au niveau du périphérique sur les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site Géraudière (avec un écart moyen de + 55 % par rapport à la station Bouteillerie).
- Ces tendances seront à prendre en compte lors de l'analyse de la qualité de l'air réalisée après la mise en service de la chaufferie tout en intégrant le fait que les vents enregistrés durant la campagne, très majoritairement de nord-est ont accentué l'influence du périphérique tout en diminuant celle des quartiers résidentiels.
- Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur et des seuils recommandés par l'OMS (valeurs de référence) sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Valeurs de référence	PM10	PM2,5	NO <sub>2</sub>
Objectif de qualité (an)	✓	✓	✓
Valeur limite (an)	✓	✓	✓
Seuil d'information (jour)	✓	-	✓
Valeur guide OMS (an)	X	X	X
Valeur guide OMS (jour)	X	X (6 jours*)	X
Valeur guide OMS (heure)	-	-	✓

✓ : respect de la valeur de référence ; X : dépassement possible de la valeur de référence ; X : dépassement constaté de la valeur de référence

\*Le dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2,5 (15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) s'inscrit dans des épisodes régionaux de hausse des particules fines, en lien des périodes froides et au cours desquelles le recours au chauffage au bois individuel est accru. Les sites de mesure permanents sont également concernés par ces dépassements.

En conclusion, les concentrations mesurées respectent les seuils imposés par la réglementation française mais la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2,5 a été dépassée. Par ailleurs, des dépassements des autres valeurs guides de l'OMS sont possibles. Ce constat (vis-à-vis des recommandations de l'OMS) n'est pas spécifique au quartier de Géraudière mais est observé sur l'ensemble du territoire national.

Les informations obtenues lors de cette campagne définissent la typologie du site de mesures : caractéristique d'un milieu urbain de fond influencé par les émissions de polluants en provenance du périphérique. Les données de cet état initial combinées avec les données issues de la campagne mesures après mise en service, d'une part, et avec les résultats obtenus au niveau des stations permanentes de l'agglomération nantaise, d'autre part, permettront de caractériser l'influence éventuelle de la chaufferie.

# 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 2025
- Annexe 6 : effets des polluants atmosphériques sur la santé

# Annexe 1 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère chargé 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.

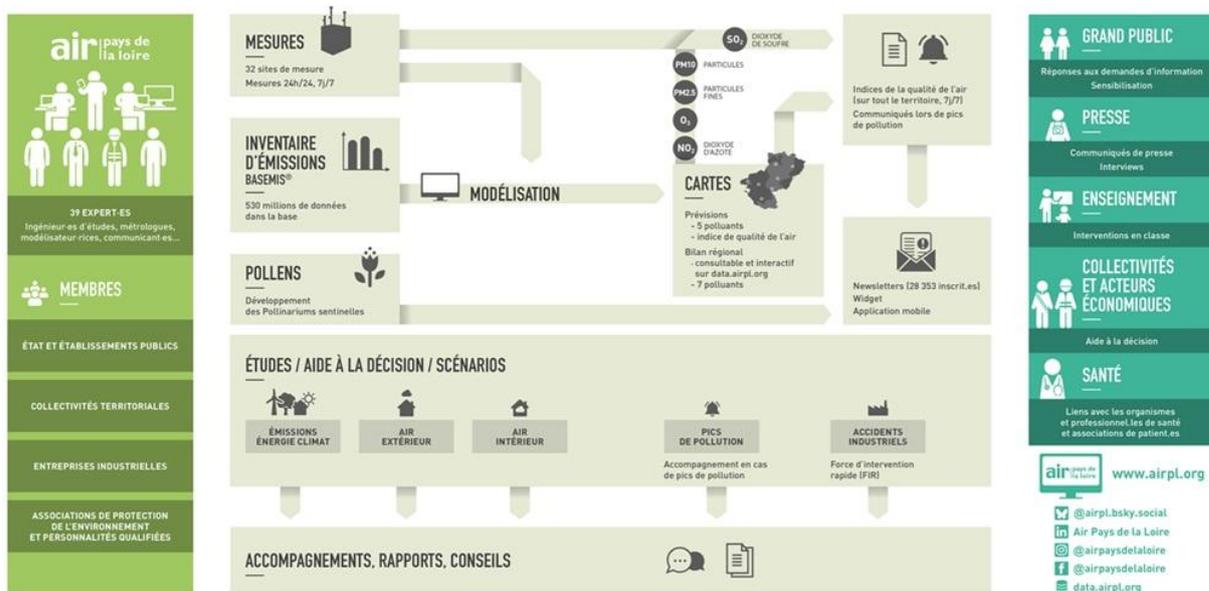
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur [www.airpl.org](http://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 Bluesky (@airpl.bsky.social) 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<sup>er</sup> 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 combustion fossile

#### Méthode – normes

La mesure de 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 830 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.

# Annexe 4 : polluants

## Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Les NO<sub>x</sub> comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). 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 natures très diverses 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 2025

## 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 <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 <sup>(1)</sup> 1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(1)</sup> 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 <sup>(1)</sup> 3 <sup>ème</sup> seuil : 360 ou à partir du 2 <sup>e</sup> jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	400 <sup>(2)</sup> 200 <sup>(2)</sup>	-	500 <sup>(2)</sup>
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 <sup>e</sup> 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 <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	OXYDES D'AZOTE (NO <sub>x</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZ(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 <sup>(1)</sup>	40	25	5	-	20 <sup>(1)</sup>	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(2)</sup>	-	-	-	125 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-	-	350 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(7)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) pour la protection de la végétation  
 (2) à ne pas dépasser plus de 35 par an (percentile 90,4 annuel)  
 (3) à ne pas dépasser plus de 3 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 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.

## VALEURS GUIDES DE L'OMS

Septembre 2021

	PARTICULES FINES PM2.5		PARTICULES FINES PM10		OZONE O <sub>3</sub>		DIOXYDE D'AZOTE NO <sub>2</sub>		DIOXYDE DE SOUFRE SO <sub>2</sub>		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 <sup>3</sup> <sup>a</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	45 µg/m <sup>3</sup> <sup>a</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup> <sup>a</sup> (moy. sur 8h) 60 µg/m <sup>3</sup> <sup>b</sup> (saison de pointe)	-	200 µg/m <sup>3</sup> (moy. horaire) 25 µg/m <sup>3</sup> <sup>a</sup> (moy. sur 24h)	10 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> (moy. sur 10 min) 40 µg/m <sup>3</sup> <sup>a</sup> (moy. sur 24h)	-	100 mg/m <sup>3</sup> (moy. sur 15 min) 35 mg/m <sup>3</sup> (moy. horaire) 10 mg/m <sup>3</sup> (moy. sur 8h) 4 mg/m <sup>3</sup> <sup>a</sup> (moy. sur 24h)

<sup>a</sup>: 99<sup>e</sup> percentile (c'est à dire 3-4 jours de dépassement par an)

<sup>b</sup>: Moyenne de la concentration maximale journalière d'ozone en moyenne sur 8 heures pendant les six mois consécutifs où la concentration d'ozone en moyenne glissante sur six mois est la plus élevée.

# Annexe 6 : effets des polluants atmosphériques sur la santé

La qualité de l'air représente un enjeu sanitaire majeur. En effet, il s'agit du deuxième facteur de risque de maladies non transmissibles dans le monde selon l'OMS [1]. Selon **Santé publique France**, environ **40 000 décès sont attribuables** chaque année à une exposition chronique aux particules fines (PM2,5), et 7 000 décès sont liés à une exposition au dioxyde d'azote ; ce qui représente respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle française [2]. Une autre étude de **Santé publique France**, parue en janvier 2025, a montré qu'en Pays de la Loire, chaque année, il serait possible d'éviter jusqu'à 1400 nouveaux cas de maladies respiratoires chez l'enfant et jusqu'à 2 600 nouveaux cas de maladies cardiovasculaires, métaboliques et respiratoires chez l'adulte si les niveaux de pollution de l'air respectaient les valeurs guides de l'OMS [3].

## Qu'est-ce qu'un polluant ?

Les polluants sont des molécules présentes dans l'air qui peuvent représenter un danger pour la santé humaine et l'environnement. Ce « danger », c'est-à-dire la capacité qu'à la molécule à provoquer un dommage, dépend de ses propriétés physico-chimiques (charge, solubilité, taille...).

Parmi les polluants surveillés dans l'air, on retrouve :

- **Les particules fines (PM2.5 et PM10)** : elles sont capables de pénétrer profondément dans les poumons, voire d'atteindre la circulation sanguine (pour les particules ultrafines). Elles peuvent entraîner des inflammations chroniques, provoquant des maladies cardiovasculaires, des cancers et des troubles respiratoires.
- **Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)** l'inhalation régulière de NO<sub>2</sub> peut aggraver les maladies respiratoires, telles que l'asthme, et rendre les individus plus vulnérables aux infections respiratoires.

## Pourquoi certaines populations sont-elles plus vulnérables ?

Certaines personnes présentent une plus grande susceptibilité aux effets délétères de la pollution atmosphérique. Ces individus font partie des **populations vulnérables**, ce sont notamment les **enfants**, les **personnes âgées** et celles souffrant de **maladies chroniques**.

- **Les enfants** sont particulièrement sensibles en raison de systèmes de défense et de détoxification encore en développement. Leur respiration plus rapide les expose davantage aux polluants présents dans l'air. Selon l'Organisation mondiale de la santé, l'exposition à long terme aux polluants peut entraîner des retards dans le développement pulmonaire, un risque accru d'asthme et d'infections pulmonaires [4].
- **Les personnes âgées** ont des systèmes immunitaires affaiblis, et leurs organes respiratoires sont souvent déjà fragilisés par des pathologies chroniques (BPCO, insuffisance cardiaque, diabète). Cela les rend plus vulnérables aux effets de la pollution, qui peut aggraver leur condition et mener à des complications graves comme des infarctus ou des accidents vasculaires cérébraux.
- **Les individus atteints de maladies chroniques**, telles que l'asthme ou les maladies cardiovasculaires, sont également plus exposés. Les polluants exacerbent leurs symptômes, et l'inflammation systémique déjà présente dans leur organisme est amplifiée, augmentant les risques d'hospitalisation et de complications.

## Des améliorations, mais des efforts à poursuivre

La qualité de l'air est réglementée en Europe, des seuils de concentrations atmosphériques pour certains polluants existent depuis plus de 20 ans. De nombreuses politiques publiques de réduction des émissions et des évolutions technologiques ont été mises en place depuis lors. Ces efforts ont porté leur fruit car l'**Agence européenne pour l'environnement** estime qu'entre 2005 et 2022, l'amélioration de la qualité de l'air en France a permis d'éviter **53 % des décès** liés à cette pollution [5].

Cependant, malgré ces progrès, des efforts supplémentaires sont nécessaires. En effet, les seuils réglementaires européens restent supérieurs aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé. Ces dernières, révisées en 2021, fixent des objectifs plus stricts, alignés sur les dernières connaissances scientifiques concernant l'impacts de certains polluants sur la santé humaine. On considère aujourd'hui que plus de 95 % de la population des agglomérations françaises est exposée à des seuils de particules fines et d'ozone dépassant les nouvelles valeurs guides de l'OMS [6].

## Références

- [1] [Organisation Mondiale de la Santé, «Qualité de l'air ambiant et santé.» \[En ligne\]](#)
- [2] [Santé Publique France, «Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019.» \[En ligne\]](#)
- [3] [Santé Publique France, «Estimation des bénéfices potentiels pour la santé d'une amélioration de la qualité de l'air ambiant en Pays de la Loire.» 2025. \[En ligne\]](#)
- [4] [Organisation Mondiale de la Santé , «Les nouvelles lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air visent à éviter des millions de décès dus à la pollution atmosphérique.» WHO, \[En ligne\]](#)
- [5] [European Environment Agency, «Faits saillants sur la pollution de l'air par pays.» \[En ligne\]](#)
- [6] [Commissariat général au développement durable \(CGDD\), «Qualité de l'air : combien d'agglomérations ont dépassé les seuils en 2022 ?..» \[En ligne\]](#)
- [7] [Santé Publique France, «Pollution atmosphérique : quels sont les risques ?.» Santé Publique France. \[En ligne\]](#)



## **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](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)