



CHAUFFERIE BIOMASSE AIRBUS ATLANTIC

**Évaluation de la qualité de l'air
après mise en service de la chaufferie**

Campagne hiver 2026



Sommaire

Synthèse	2
Introduction	4
Dispositif de mesure.....	5
Taux de disponibilité des mesures	6
Conditions météorologiques	6
Étude de l'influence de la chaufferie biomasse .	7
Résultats pour les particules PM10	7
Résultats pour les particules fines PM2.5	11
Résultats pour le dioxyde d'azote NO ₂	14
Part estimée de combustion biomasse.....	17
Résultats pour les particules ultrafines PUF	18
Conclusions et perspectives.....	24
Annexes	26

Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Eneour Le Guiban,

Mise en page : Bérangère Poussin

Exploitation du matériel de mesure : François Fauchoux et l'équipe métrologie d'Air Pays de la Loire

Validation : François Ducroz

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 2025 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

À 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.

Synthèse

Contexte et objectif

Dans son objectif de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre sur son site de Bouguenais, Airbus Atlantic a construit une nouvelle chaufferie biomasse en remplacement de chaudières gaz. Cette chaufferie biomasse, mise en service début 2026, est composée de deux chaudières de 2 et 6 MW, permettant de répondre aux besoins de chaleur du site (process industriels, chauffage des locaux et eau chaude sanitaire).

Afin de répondre aux éventuelles questions des salariés du site et des riverains, Airbus Atlantic a sollicité Air Pays de la Loire afin **de réaliser une étude de la qualité de l'air**, dont les objectifs sont :

1. évaluer la qualité de l'air respiré par les salariés du site.
2. évaluer l'influence des émissions de la chaufferie sur la qualité de l'air.

Moyens

Une première **campagne de mesure**¹ a été déployée du 20 février au 1^{er} avril 2025 au niveau de la zone de retombées maximales identifiée par une étude de **modélisation préliminaire**, pour y mesurer les concentrations de particules PM10 et PM2.5, de dioxyde d'azote NO₂, de particules ultrafines PUF et la part estimée de carbone suie issu de combustion biomasse. Cette première campagne a permis de réaliser un **état des lieux de la qualité de l'air**, avant mise en route de la chaufferie biomasse.

Une seconde **campagne de mesure** a été menée du 4 mars au 5 mai 2026 selon le même dispositif, une fois la chaufferie en fonctionnement, dans l'objectif d'évaluer son influence sur la qualité de l'air respiré par les salariés du site de Bouguenais. Ce rapport présente les résultats de cette seconde campagne de mesure.

Résultats

Les résultats de cette seconde campagne montrent :

- Des niveaux en PM10 et PM2.5 respectivement 7 % et 12 % plus élevés qu'en milieu urbain au cimetière de la Bouteillerie de Nantes, et notamment par vents de nord-est (~30°N) en lien avec la présence de l'agglomération de Nantes.
- Des niveaux de NO₂ plus élevés qu'en milieu urbain au cimetière de la Bouteillerie de Nantes (+25 %) mais proches de la station urbaine des Couëts, en lien avec une exposition au trafic routier issu de l'agglomération de Nantes par vents de nord-est (~40°N).
- Des concentrations en carbone suie issu de la combustion d'hydrocarbures fossiles plus élevées par vents de nord-est (~40°N), confirmant l'influence du trafic routier dans ces directions.
- Des concentrations en particules ultrafines de diamètres inférieurs à 30 nm influencées par le trafic aérien par vents de sud-ouest, qui placent le site de mesure sous les vents de la piste, ainsi que par l'agglomération de Nantes, par vents de nord-est, pour des diamètres entre 50 et 430 nm.
- Aucune influence significative des émissions de la chaufferie biomasse sur les concentrations en PM10, PM2.5, NO₂, carbone suie et particules ultrafines.

Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté lors de la campagne. Toutefois :

- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS des PM10** (45 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) **n'est pas à exclure** compte tenu du dépassement de cette valeur sur certaines stations urbaines de Nantes les années passées.
- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS pour les PM2.5** de 15 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an **a été constaté** durant la campagne. **Le dépassement de la valeur guide de l'OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle est très probable** étant donné que celle-ci est dépassée sur l'ensemble des stations dans les Pays de la Loire.
- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS pour le NO₂** de 25 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an, **n'est pas à exclure**, compte tenu des niveaux enregistrés lors de la campagne, et du dépassement de cette valeur guide sur certaines stations urbaines nantaises les années passées. **Un dépassement de la valeur guide annuelle de l'OMS** (10 µg/m³ en moyenne annuelle) n'est également **pas à exclure** pour les mêmes raisons.

¹ [État des lieux de la qualité de l'air dans l'environnement de la future chaufferie biomasse d'Airbus-Atlantic - Bouguenais](#)

Les concentrations enregistrées à Airbus sont représentatives d'un milieu urbain, influencé par les émissions de l'agglomération nantaise par vents de nord-est, et du trafic aérien pour les particules ultrafines par vents de sud-ouest.

Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Comparaison aux valeurs réglementaires						
Valeur de référence	NO ₂		PM10		PM2.5	
Exposition aiguë						
Seuil d'information	200 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	50 µg/m ³ en moyenne journalière	✓	-	
Seuil d'alerte	400 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	80 µg/m ³ en moyenne journalière	✓	-	
Valeur limite	200 µg/m ³ en moyenne horaire <i>à ne pas dépasser plus de 18h par an</i>	✓	50 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 35 jours par an</i>	✓	-	
Valeur guide OMS	200 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	45 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✓	15 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✗ *
	25 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✓				
Exposition chronique						
Valeur limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	25 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Valeur cible	-		-		20 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Objectif qualité	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Valeur guide OMS	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	15 µg/m ³ en moyenne annuelle	✗	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	✗

*Le dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2.5 (8 jours de dépassement des 15 µg/m³ en moyenne journalière) s'inscrit dans deux épisodes nationaux de hausses des particules fines en lien avec une remontée de sable du Sahara conjuguée aux émissions locales de PM2.5, suivie d'une seconde période anticyclonique favorable à la stagnation des polluants.

Introduction

Dans son objectif de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre sur son site de Bouguenais, Airbus Atlantic a construit une nouvelle chaufferie biomasse en remplacement de chaudières gaz. Cette chaufferie biomasse, mise en service début 2026, est composée de deux chaudières de 2 et 6 MW, permettant de répondre aux besoins de chaleur du site (process industriels, chauffage des locaux et eau chaude sanitaire).

Les chaufferies fonctionnant à la biomasse permettent d'augmenter la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique. Ces installations soulèvent toutefois des interrogations de la part des riverains et des salariés sur l'impact des émissions de ces installations sur la qualité de l'air.

Airbus Atlantic a sollicité Air Pays de la Loire afin **de réaliser une étude de la qualité de l'air**, dont les objectifs sont :

1. évaluer la qualité de l'air respiré par les salariés du site.
2. évaluer l'influence des émissions de la chaufferie sur la qualité de l'air.

Dans un premier temps, une **étude de modélisation** de la dispersion des émissions de la future chaufferie a été menée afin de localiser un site de mesure susceptible d'être le plus impacté par la chaufferie.

Par la suite, une **première campagne de mesure** des particules PM10, PM2.5, du carbone suie, du dioxyde d'azote (NO₂) et des particules ultrafines (PUF) a été déployée du 20 février au 1^{er} avril 2025 au niveau de la zone identifiée par l'étude de modélisation. **Cette première campagne a permis d'établir un état des lieux de la qualité de l'air**, avant mise en route de la chaufferie.

Une **seconde campagne de mesure** a été menée du 4 mars au 5 mai 2026 selon le même dispositif, une fois la chaufferie en fonctionnement, afin **d'évaluer son éventuelle influence sur la qualité de l'air**.

Ce rapport présente les résultats de la seconde campagne de mesure.

Dispositif de mesure

Afin d'évaluer l'influence de la chaufferie sur la qualité de l'air, un laboratoire mobile a été installé sur le site d'Airbus, de la même manière que lors de la première campagne, dans la zone de retombées maximales identifiée par l'étude de modélisation de la dispersion des émissions de la future chaufferie.

Ce site est situé à 250 mètres de l'emplacement de la chaufferie biomasse, et est sous son influence par vents de nord-est (40-50°N). Ces secteurs de vents font partie des vents les plus fréquents de la région (cf. rose des vents en figure 5), et sont associés à des conditions météorologiques moins dispersives que les vents de sud-ouest. En effet, ces vents sont généralement associés à des conditions anticycloniques propices à l'accumulation des polluants.

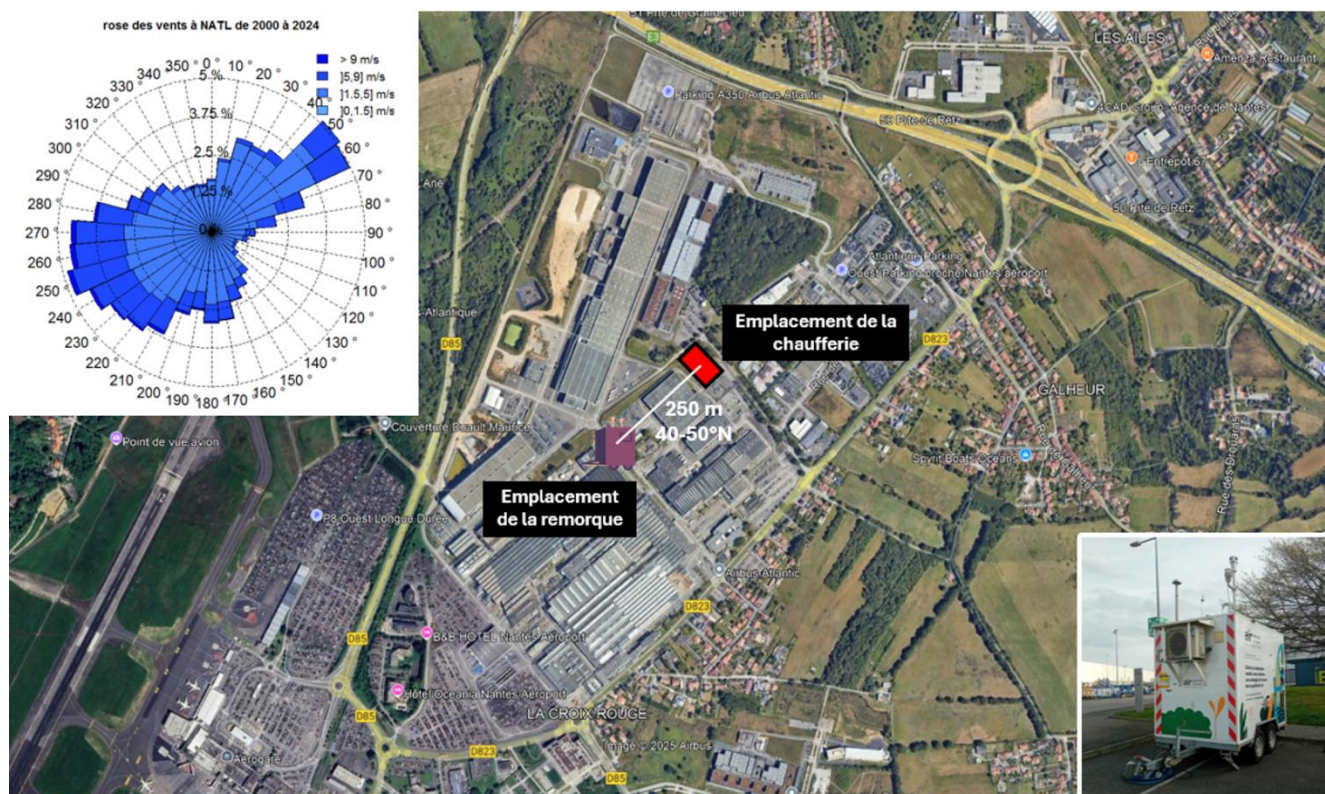


Figure 1 : emplacement du site d'implantation des instruments de mesure automatique (pictogramme violet) et de la chaufferie biomasse (encadré rouge)

En haut à gauche : rose des vents calculée sur 20 ans ; en bas à droite : photo de la station de mesure lors de la campagne

Le laboratoire mobile est équipé d'analyseurs automatiques permettant la mesure en continu du dioxyde d'azote (NO_2) et particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$, au pas de temps horaire. En effet, ces polluants sont réglementés dans l'air ambiant, ont un impact sanitaire (présence de valeurs guides de l'OMS qui peuvent être dépassées en milieu urbain) et sont émis par les procédés de combustion, notamment la combustion de biomasse.

En complément, la part de particules de carbone suie issu de combustion biomasse a été estimée par un aéthalomètre AE-33. Ce type de mesure permet d'estimer la part de carbone suie émis par la combustion de biomasse et de la distinguer de la part émise par combustion de combustibles fossiles. Enfin, compte tenu de leurs enjeux en termes d'impacts sanitaires, les particules ultrafines (PUF) ont également été suivies. Les mesures ont été effectuées du 4 mars au 5 mai 2026.

À des fins de comparaison, les mesures effectuées sur site d'Airbus sont comparées aux 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.
- **Les Couëts** : cette station est située sur la commune de Bouguenais, mesure le niveau de fond urbain.
- **Saint-Étienne-de-Montluc** : cette station, située en milieu industriel peu influencé, est représentative d'un niveau de fond périurbain pour le dioxyde d'azote et les particules.

	Airbus	Bouteillerie	Les Couëts	Saint-Étienne-de-Montluc
PM10 et PM2.5	✓	✓	✓	✓
NO₂	✓	✓	✓	✓
Carbone suie	✓	✓		
PUF	✓			

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 ₂	Carbone suie	PUF
Taux de validité des mesures sur le mois de campagne	97 %	97 %	64 %	58 %	95 %

Des problèmes météorologiques sont survenus sur les analyseurs de NO₂ et de carbone suie, qui ont réduit le taux de validité des mesures.

Conditions météorologiques

Au cours de la campagne de mesure, les vents ont été conformes aux normales, avec des flux de nord-est et d'ouest à sud-ouest. Les flux de nord-est, en provenance de la chaufferie, sont plutôt représentatifs de conditions anticycloniques.

Le site de mesure a été exposé aux vents en provenance de la chaufferie pour les directions de vents de 40°N et 50°N. Ces vents ont représenté 128 heures au cours de la campagne, soit près de 8,5 % du temps de mesure (cf. rose des vents ci-dessous). Le cumul des précipitations s'est établi à 47 mm, soit près de 57 % de précipitations en moins par rapport aux normales.

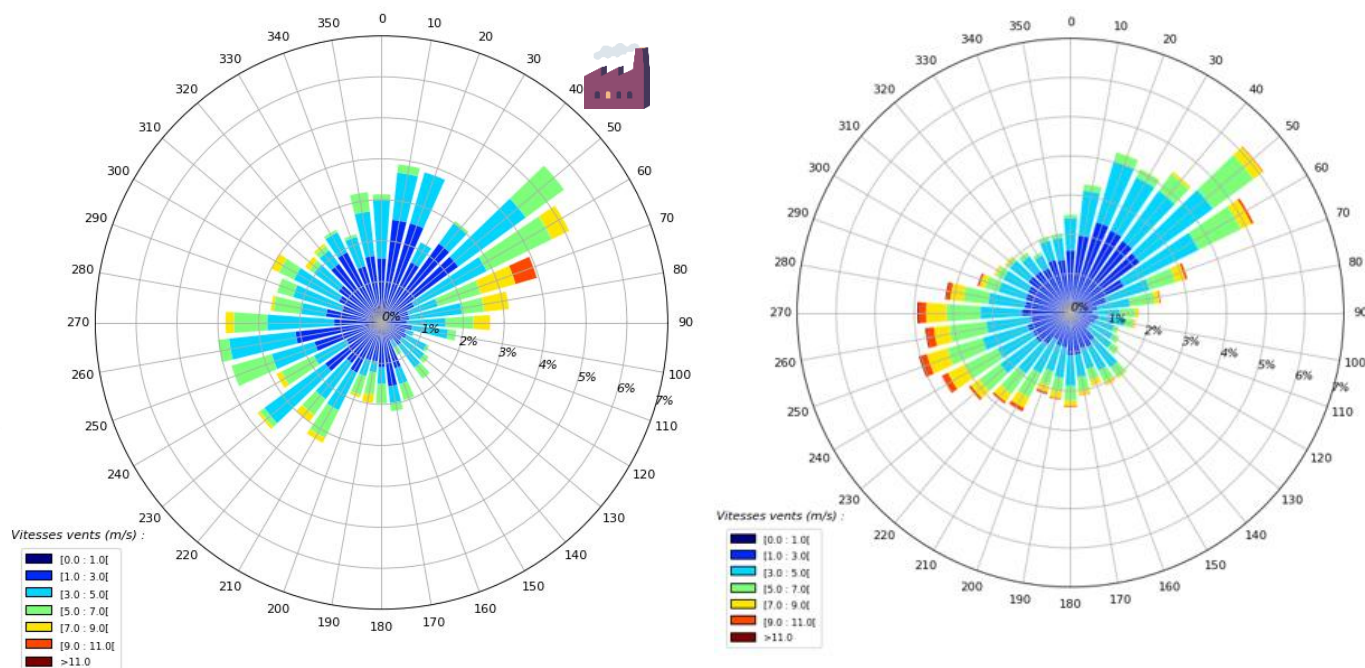


Figure 2 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 4 mars au 5 mai 2026 (à gauche) et rose des vents normale sur la même période entre 2000 et 2025 (à droite). Source : Météo-France

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 par rapport au nord 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.

Étude de l'influence de la chaufferie biomasse

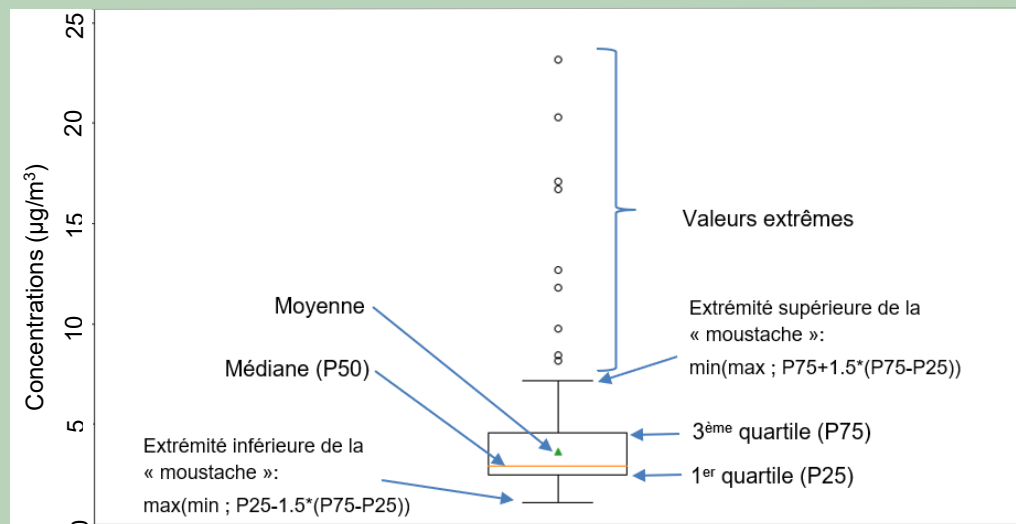
Résultats pour les particules PM10



La figure ci-dessous représente sous forme de boxplot (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 série de données, ici l'ensemble des mesures horaires :



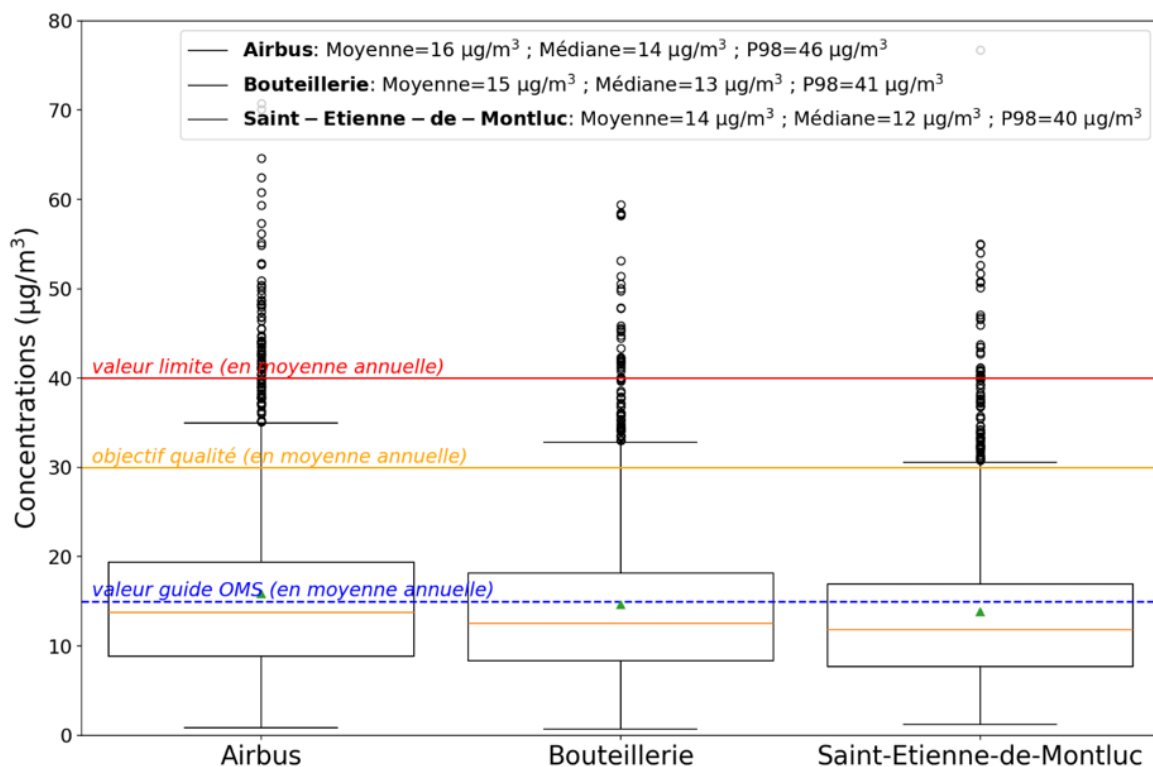


Figure 3 : boxplot des concentrations horaires en PM10, du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats montrent que :

- La concentration moyenne en PM10 sur le site d'Airbus (16 µg/m³) est supérieure (respectivement +7 % et +14 %) à celle relevée en milieu urbain de Nantes (15 µg/m³ au cimetière de la Bouteillerie), et à celle relevée en milieu périurbain de Saint-Étienne-de-Montluc (14,0 µg/m³).

Afin de caractériser la provenance des particules PM10, des roses de pollution sont tracées dans la suite :

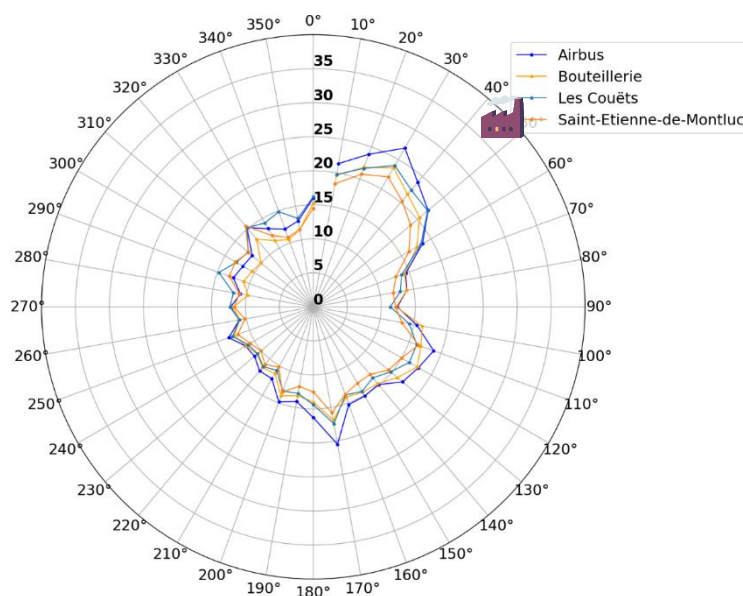


Figure 4 : rose de pollution moyenne en particules PM10, du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats montrent :

- Des niveaux plus élevés à Airbus par vents de nord-est. Ces directions privilégiées sont présentes sur l'ensemble des roses de pollution, suggérant une influence régionale.
- Des niveaux légèrement plus élevés sur le site d'Airbus par comparaison aux autres sites urbains de Nantes par vents de nord-est (10 à 40°N). Ces niveaux plus élevés peuvent s'expliquer par l'influence des émissions de l'agglomération sur les concentrations mesurées sur le site d'Airbus par vents de nord-est qui s'ajoutent à l'influence régionale.
- Aucune surconcentration spécifique par vents de 40 et 50°N, en provenance de la chaufferie par rapport aux directions 10 à 30°N qui ne placent pas le site de mesure sous les vents de la chaufferie.

Les concentrations en PM10 ont par ailleurs été étudiées selon les puissances produites par la chaufferie biomasse. Les niveaux mesurés à Airbus par vents de 40 à 50°N ont été comparés à ceux de Bouteillerie, selon trois classes de puissances :

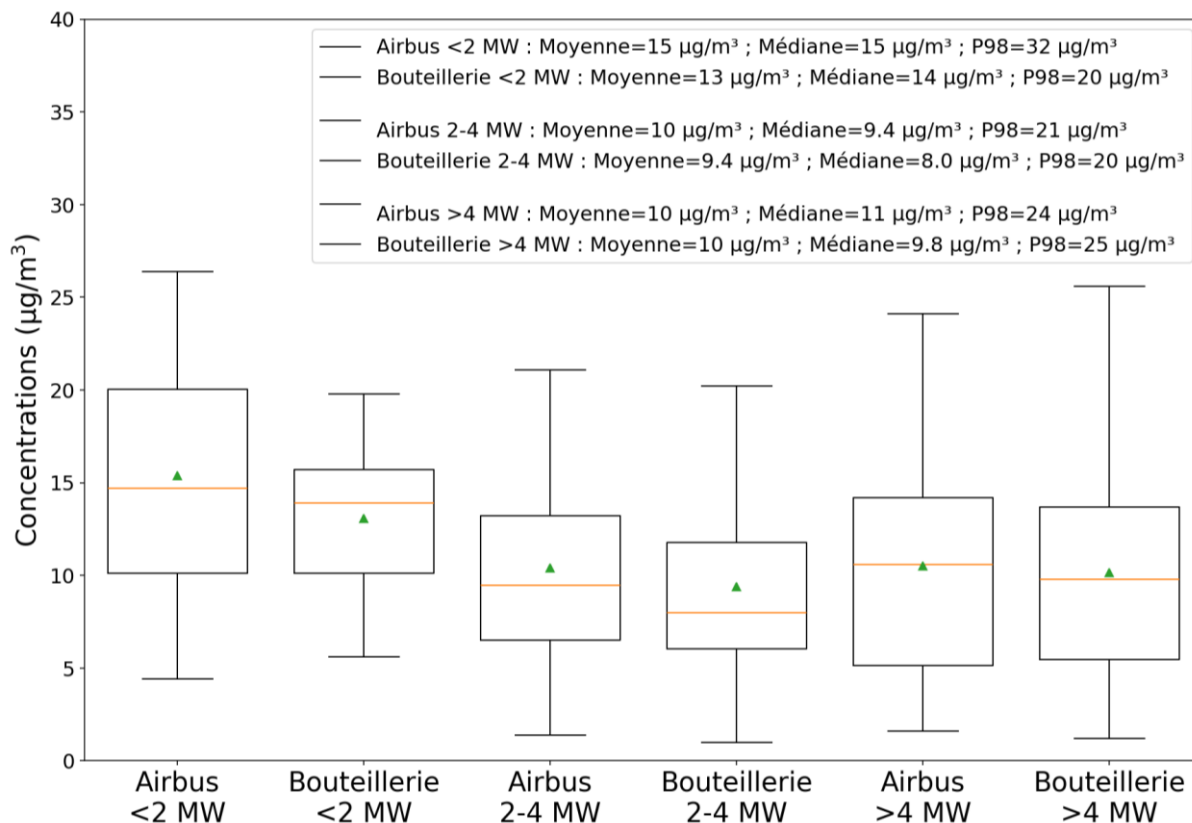


Figure 5 : boxplots des concentrations en PM10 par classe de puissance de la biomasse, par vents de 40 à 50°N

Ces résultats montrent que le régime de fonctionnement de la chaufferie n'influe pas significativement sur les différences de concentrations en PM10 mesurées à Airbus et au centre de Nantes.

Finalement, aucune influence significative de la chaufferie n'a été relevée sur le site d'Airbus.

Respect des seuils réglementaires et des valeurs guides de l'OMS

Le tableau suivant présente la situation par rapport à la réglementation et aux valeurs guides de l'OMS. Les concentrations présentées sont arrondies à la même précision que les valeurs de référence, conformément aux recommandations nationales².

Particules PM10					
Valeur de référence			Concentrations mesurées sur le site d'Airbus	Situation par rapport aux valeurs de la réglementation française et de l'OMS	Commentaire
Exposition chronique			Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur limite française	Moyenne annuelle	40 µg/m ³	Moyenne 16 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30 µg/m ³	Moyenne 16 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Valeur guide OMS (2021)	Moyenne annuelle	15 µg/m ³	Moyenne 16 µg/m ³	✗	Moyenne mesurée sur la période supérieure au seuil
Exposition aiguë			Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur limite française	Moyenne journalière	50 µg/m ³ 35 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 42 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Seuil d'information	Moyenne journalière	50 µg/m ³	Moyenne journalière maximale 42 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Seuil d'alerte	Moyenne journalière	80 µg/m ³	Moyenne journalière maximale 42 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Valeur guide OMS (2021)	Moyenne journalière	45 µg/m ³ 3-4 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 42 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période

Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté lors de la campagne. Toutefois, un dépassement de la valeur guide de l'OMS (45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) n'est pas à exclure compte tenu du dépassement de cette valeur sur certaines stations urbaines de Nantes les années passées.

² Guide méthodologique pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air – LCSQA

Résultats pour les particules fines PM2.5

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

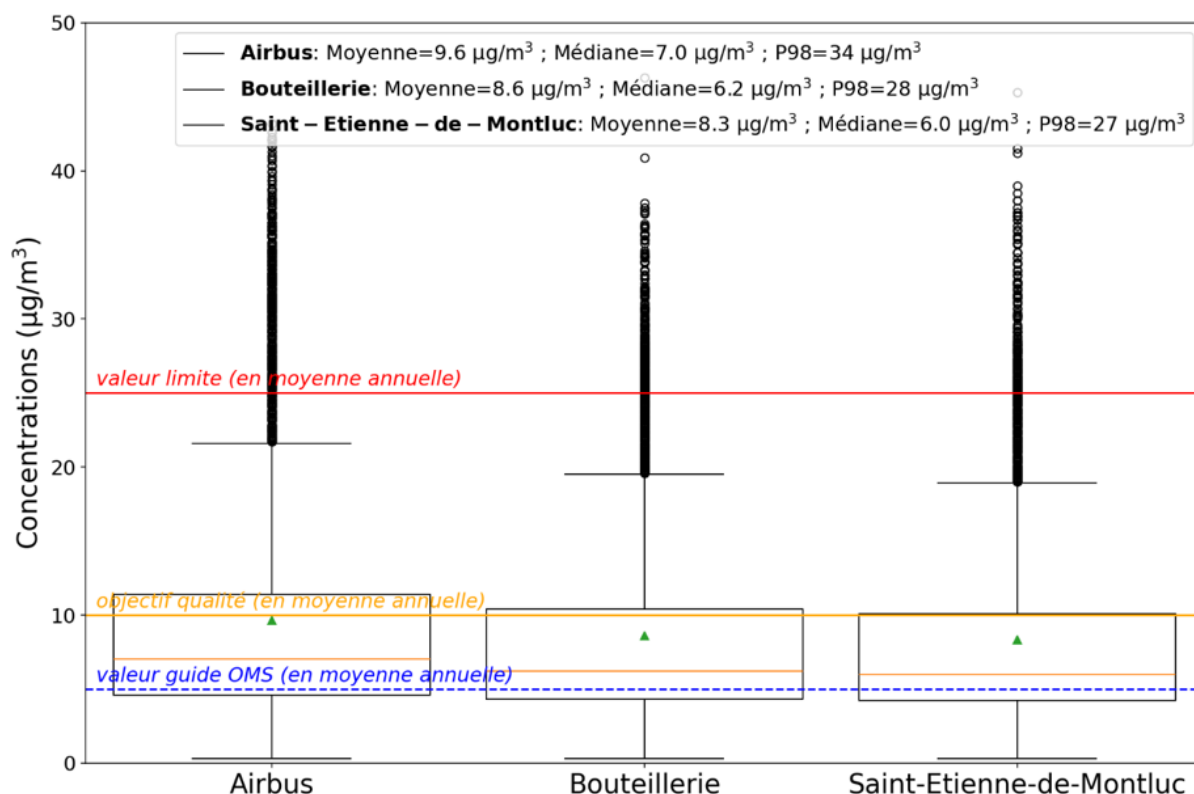


Figure 6 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5, du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en PM2.5 sont près de 12 % plus élevées sur le site d'Airbus qu'en milieu urbain de Nantes.

Afin de caractériser la provenance des particules fines PM2.5, des roses de pollution sont tracées dans la suite :

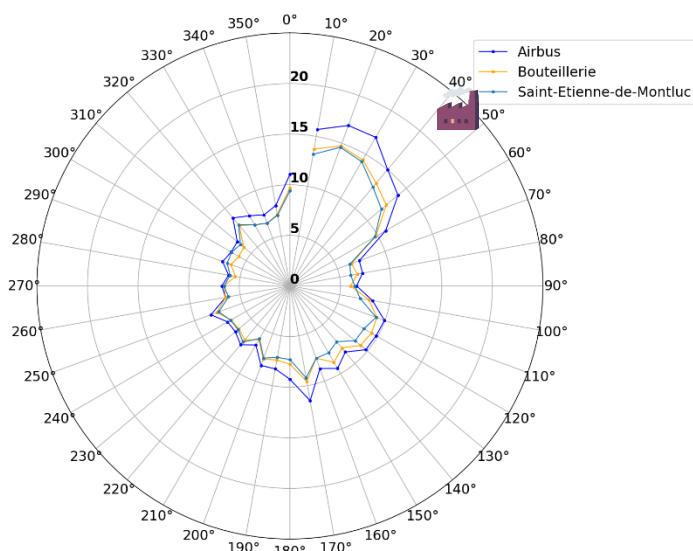


Figure 7 : rose de pollution moyenne en particules fines PM2.5, du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats montrent :

- Des niveaux plus élevés par vents de nord-est. Ces directions privilégiées sont présentes sur les trois roses de pollution, confirmant une influence régionale, à l'image des PM10.
- Des niveaux plus élevés sur le site d'Airbus par comparaison aux autres sites par vents de nord-est (10 à 50°N). Ces niveaux plus élevés s'expliquent par l'influence des émissions de l'agglomération sur les concentrations mesurées sur le site d'Airbus par vents de nord-est qui s'ajoutent à l'influence régionale.
- Aucune surconcentration spécifique par vents de 40 et 50°N, en provenance de la chaufferie par rapport aux directions 10 à 30°N qui ne placent pas le site de mesure sous les vents de la chaufferie.

Les concentrations en PM2.5 ont également été étudiées en fonction des puissances produites par la chaufferie. Les niveaux mesurés à Airbus par vents de 40 à 50°N ont été comparés à ceux de Bouteillerie, selon trois classes de puissance :

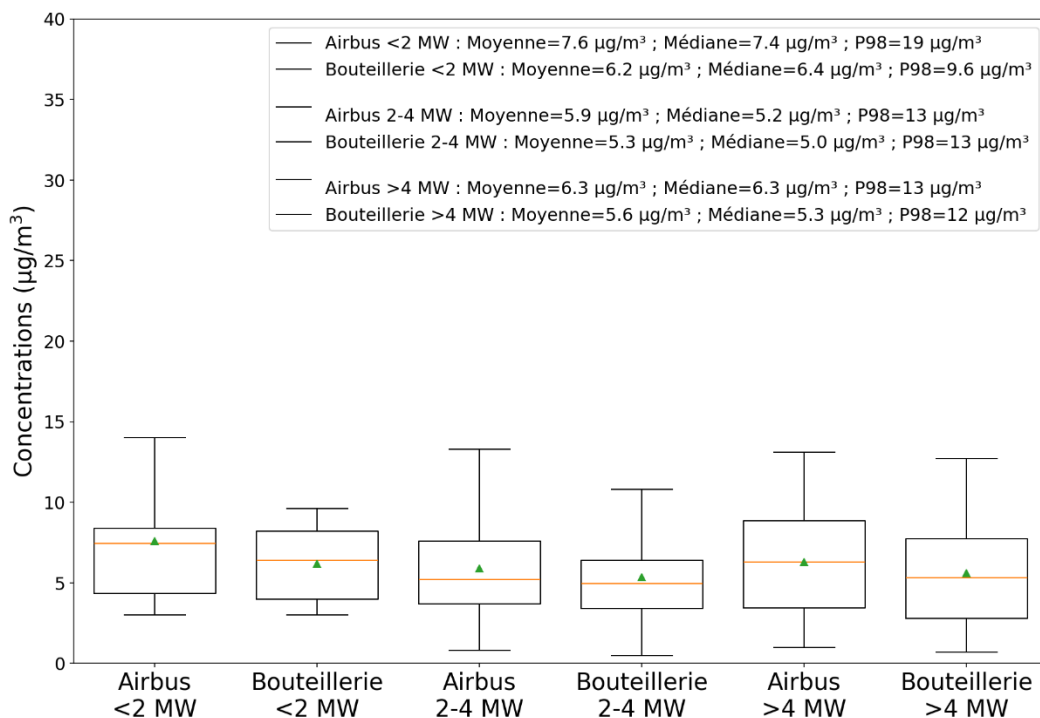


Figure 8 : boxplots des concentrations en PM2.5 par classe de puissance de la biomasse, par vents de 40 à 50°N

Ces résultats montrent que le régime de fonctionnement de la chaufferie n'influe pas significativement sur les différences de concentrations de PM2.5 mesurées à Airbus et au centre de Nantes.

Finalement, aucune influence significative de la chaufferie n'a été relevée sur le site d'Airbus sur les concentrations en particules fines PM2.5.

Respect des seuils réglementaires et des valeurs guides de l'OMS

Le tableau suivant présente la situation par rapport à la réglementation et aux valeurs guides de l'OMS :

Particules fines PM2.5					
Valeur de référence			Concentrations mesurées sur le site d'Airbus	Situation par rapport aux valeurs de la réglementation française et de l'OMS	Commentaire
Exposition chronique			Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur limite française	Moyenne annuelle	25 µg/m ³	Moyenne 10 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Valeur cible	Moyenne annuelle	20 µg/m ³	Moyenne 10 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	10 µg/m ³	Moyenne 10 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Valeur guide OMS (2021)	Moyenne annuelle	5 µg/m ³	Moyenne 10 µg/m ³	✗	Moyenne mesurée sur la période supérieure au seuil
Exposition aiguë			Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur guide OMS (2021)	Moyenne journalière	15 µg/m ³ 3-4 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 27 µg/m ³	✗	8 dépassements du seuil journalier

Par comparaison aux niveaux enregistrés à la Bouteillerie, il est probable que les valeurs réglementaires soient respectées.

Néanmoins un dépassement de la valeur guide de l'OMS de 15 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an a été constaté durant 8 jours (les 5, 6 et 7 mars puis du 20 au 24 mars) sur les trois sites, témoignant de phénomènes d'ampleur régionale. La première hausse s'explique par l'import d'une masse d'air chargée en sable du Sahara, conjuguée aux émissions locales de PM2.5 tandis que la seconde hausse s'explique par des conditions anticycloniques peu favorables à la dispersion des polluants, entraînant une accumulation de particules sur une large partie nord de la France.

Par ailleurs, un dépassement de la valeur guide de l'OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle est très probable étant donné que celle-ci est dépassée sur l'ensemble des stations dans les Pays de la Loire.

Résultats pour le dioxyde d'azote NO₂

? 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).	🕒 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.	📍 Les taux de NO_x sont généralement plus élevés près des voies de circulation et sous les vents des établissements industriels à rejets importants.	👤 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.	🌳 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.
---	---	---	---	---

Les oxydes d'azote (NO_x) correspondent à la somme des concentrations de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO₂). Les procédés de combustion, incluant la combustion du bois, conduisent à l'émission principalement de monoxyde d'azote (NO), qui s'oxyde rapidement pour former le dioxyde d'azote (NO₂). En termes d'impact sanitaire, seul le dioxyde d'azote (NO₂) est réglementé dans l'air ambiant.

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.

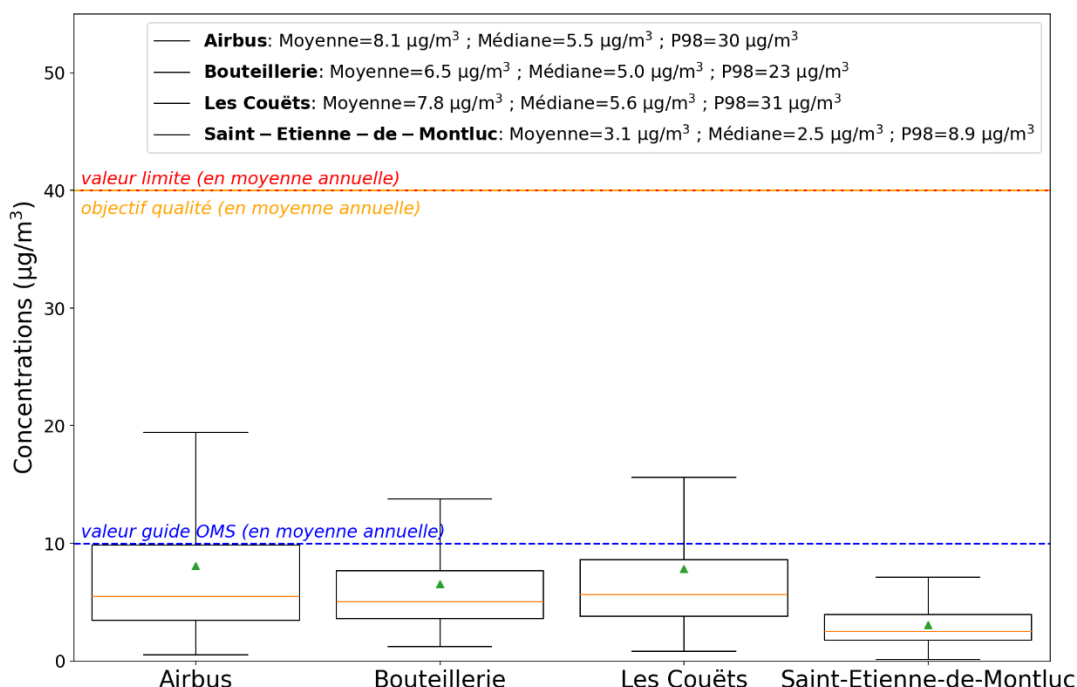


Figure 9 : boxplot des concentrations horaires en NO₂, du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats indiquent que :

- Les concentrations en NO₂ sur le site d'Airbus (8,1 µg/m³ en moyenne) sont 25 % supérieures à celles relevées à la Bouteillerie (6,5 µg/m³) mais sont proches de celles relevées en milieu urbain des Couëts (7,8 µg/m³).

Des roses de pollution moyennes ont été tracées dans la suite afin d'étudier l'influence de la direction des vents sur les concentrations mesurées :

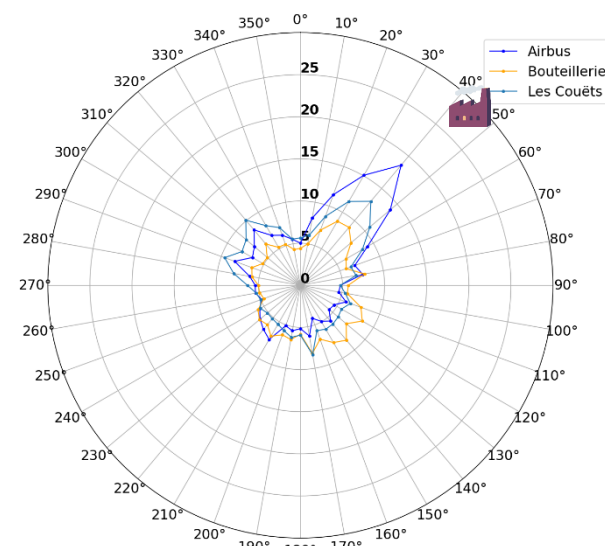


Figure 10 : rose de pollution moyenne en particules NO_2 , du 4 mars au 5 mai 2026

Ces résultats montrent :

- Une influence provenant du nord-est sur le site d'Airbus, également détectée sur l'ensemble des autres sites, suggérant une influence régionale (météorologie propice à l'accumulation des polluants).
- Des niveaux plus élevés sur le site d'Airbus par comparaison aux autres sites. Ces niveaux plus élevés proviennent principalement de la direction 40°N , où se trouve la chaufferie.

De la même manière que pour les particules, les concentrations en NO_2 ont été étudiées en fonction des puissances produites par la chaufferie. Les niveaux mesurés à Airbus par vents de 40 à 50°N ont été comparés à ceux de Bouteillerie, selon trois classes de puissances :

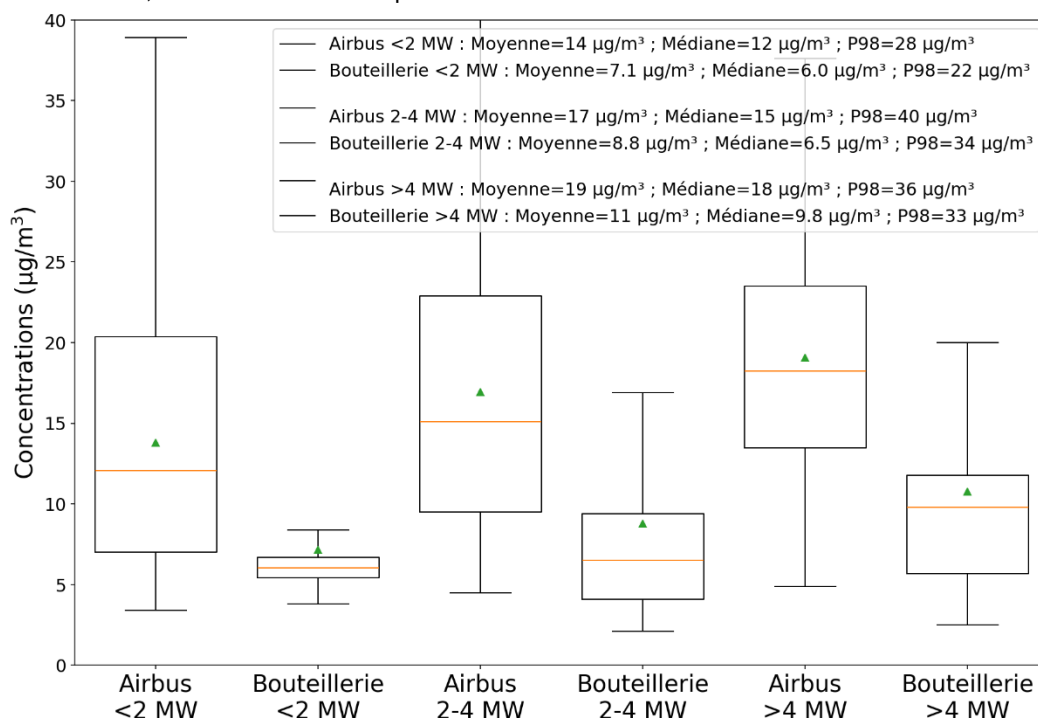


Figure 11 : boxplots des concentrations en NO_2 par classe de puissance de la biomasse, par vents de 40 à 50°N

Ces résultats montrent des différences marquées entre les mesures réalisées à Airbus et celles de la Bouteillerie. La comparaison des différentes classes de puissances de la chaufferie, indique que des différences similaires ont été relevées entre les concentrations mesurées sur le site d'Airbus, et au cimetière de la Bouteillerie. Cela suggère que le régime de fonctionnement n'influe pas sur les surconcentrations mesurées sur le site d'Airbus par rapport au cimetière de la Bouteillerie. Néanmoins, l'absence de période d'arrêt de la chaufferie ne permet pas de conclure directement à l'absence d'influence de la chaufferie sur le NO_2 , compte tenu des niveaux plus élevés par vents de 40°N .

L'interprétation des mesures de carbone suie du chapitre suivant permettra de conclure quant à l'influence ou non de la chaufferie sur les concentrations de NO_2 .

Respect des seuils réglementaires et des valeurs guides de l'OMS

Le tableau suivant présente la situation par rapport à la réglementation et aux valeurs guides de l'OMS.

Dioxyde d'azote (NO ₂)						
Valeur de référence				Concentrations mesurées sur le site d'Airbus	Situation par rapport aux valeurs de la réglementation française et de l'OMS	Commentaire
Exposition chronique				Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur française	limite	Moyenne annuelle	40 µg/m ³	Moyenne 8 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Valeur guide OMS (2021)		Moyenne annuelle	10 µg/m ³	Moyenne 8 µg/m ³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Exposition aiguë				Période considérée - 04/03/26 – 05/05/26		
Valeur limite française		Moyenne horaire	200 µg/m ³ 18 heures maximum par an	Moyenne horaire maximale 62 µg/m ³	✓	Aucune heure de dépassement sur la période
Seuil d'information		Moyenne horaire	200 µg/m ³	Moyenne horaire maximale 62 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Seuil d'alerte		Moyenne horaire	400 µg/m ³	Moyenne horaire maximale 62 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Valeur guide OMS (2005)		Moyenne horaire	200 µg/m ³	Moyenne horaire maximale 62 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période
Valeur guide OMS (2021)		Moyenne journalière	25 µg/m ³ 3-4 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 18 µg/m ³	✓	Seuil respecté sur la période

L'ensemble des valeurs réglementaires ont été respectées durant la campagne. Cependant, un dépassement de la valeur guide de l'OMS de 25 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an, n'est pas à exclure, compte tenu du dépassement de cette valeur sur certaines stations de l'agglomération de Nantes ces dernières années.

Un dépassement de la valeur guide annuelle de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) n'est également pas à exclure sachant que certaines stations de l'agglomération nantaise peuvent dépasser cette valeur guide de l'OMS selon les années.

Part estimée de combustion biomasse

De manière générale, les particules PM10 et PM2.5 peuvent être issues de différentes sources (combustion, remise en suspension de particules, formées par réaction chimique, embruns marins, ...). Le carbone suie est un type de particules faisant partie de la catégorie des PM2.5, et est formé par la combustion incomplète d'hydrocarbures fossiles ou de biomasse. Il s'agit d'un marqueur de la combustion de biomasse et d'hydrocarbures fossiles.

Afin de pouvoir distinguer la **contribution de la combustion de biomasse** de celle de la **combustion d'hydrocarbures fossiles**, au sein des particules de carbone suie, un aéthalomètre AE33 a été installé dans la remorque laboratoire.

La figure suivante présente les roses de pollution moyennes des concentrations en carbone suie issu de la combustion de biomasse et d'hydrocarbures fossiles :

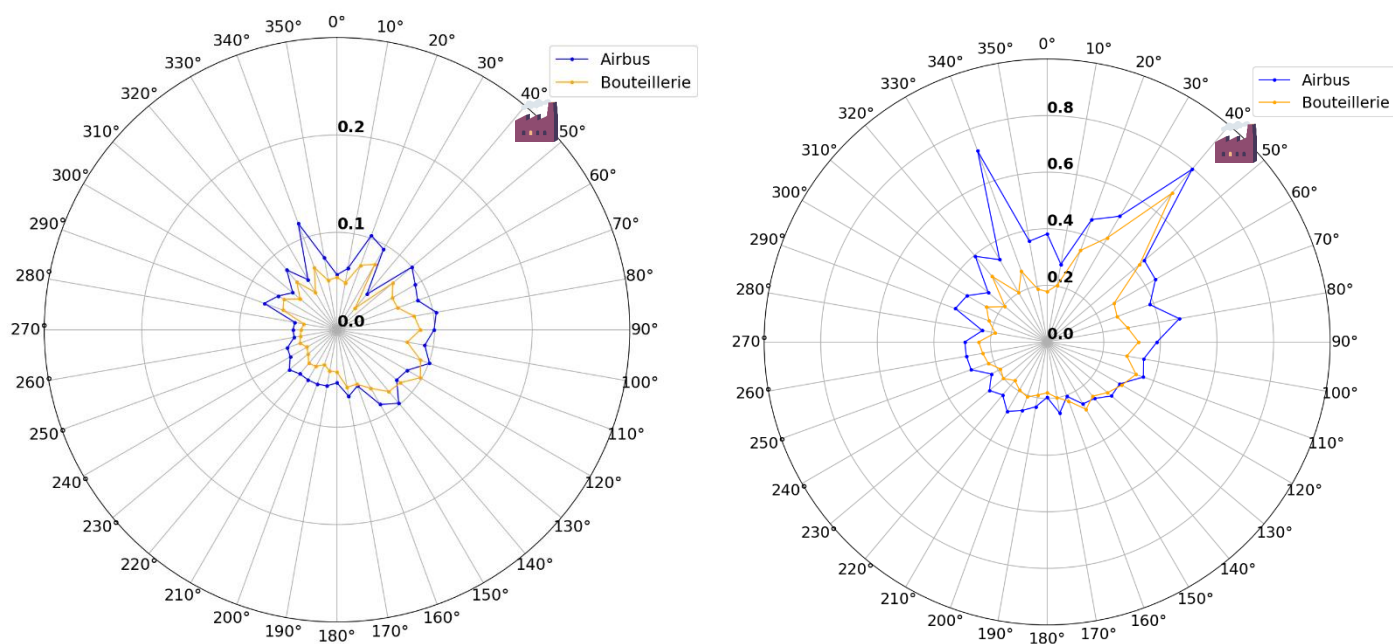


Figure 12 : roses de pollution moyennes des concentrations en particules carbone suie issu de la combustion de biomasse (à gauche), et liées à la combustion d'hydrocarbures fossiles (à droite)

Ces résultats montrent :

- Une absence d'influence de la combustion de biomasse sur les mesures de carbone suie par vents provenant de la chaufferie biomasse.
- Une influence de la combustion d'hydrocarbures fossiles par vents de 40°N.

Ces résultats suggèrent que l'influence détectée sur le NO₂ par vents de 40°N n'est pas liée à la combustion de biomasse mais est liée à la combustion d'hydrocarbures fossiles. Ainsi, aucune influence de la chaufferie biomasse n'a été détectée sur les concentrations en carbone suie, ni en NO₂.

Les niveaux plus élevés en carbone suie issu de la combustion d'hydrocarbures fossiles et en NO₂ par vents de 40°N sont plutôt attribués aux émissions routières de l'agglomération nantaise.

Résultats pour les particules ultrafines

PUF

Les particules ultrafines (PUF) sont des particules de diamètre inférieur à 100 nm. Elles constituent une pollution dite émergente puisque la surveillance de ces particules est récente et qu'il n'existe pas encore de réglementation dans l'air ambiant à leur sujet. Compte tenu de leurs enjeux en termes d'impacts sanitaires, l'ANSES a indiqué la nécessité de compléter et de pérenniser l'acquisition des données de mesure des particules ultrafines et d'assurer un suivi de ce polluant sur le long terme.

Ces particules ont la particularité de ne représenter que quelques pourcents de la masse totale des particules (~5 %) mais sont responsables de la majorité du nombre des particules (~90 %). De ce fait, la caractérisation de ce polluant est faite par comptage. Elles sont donc exprimées en nombre de particules par centimètre cube ($\#/cm^3$). Le matériel de mesure déployé lors de la campagne permet par ailleurs de distinguer la taille des particules lors du comptage, sur 124 canaux allant de 5 nm à 430 nm.

S'il n'y a pas, à ce jour, de réglementation à leur sujet, l'OMS considère néanmoins qu'une moyenne journalière de plus de 10 000 $\#/cm^3$, et qu'une moyenne horaire de plus de 20 000 $\#/cm^3$ sont des valeurs considérées comme étant élevées.

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot la répartition statistique des mesures sur le site d'Airbus au cours de la campagne.

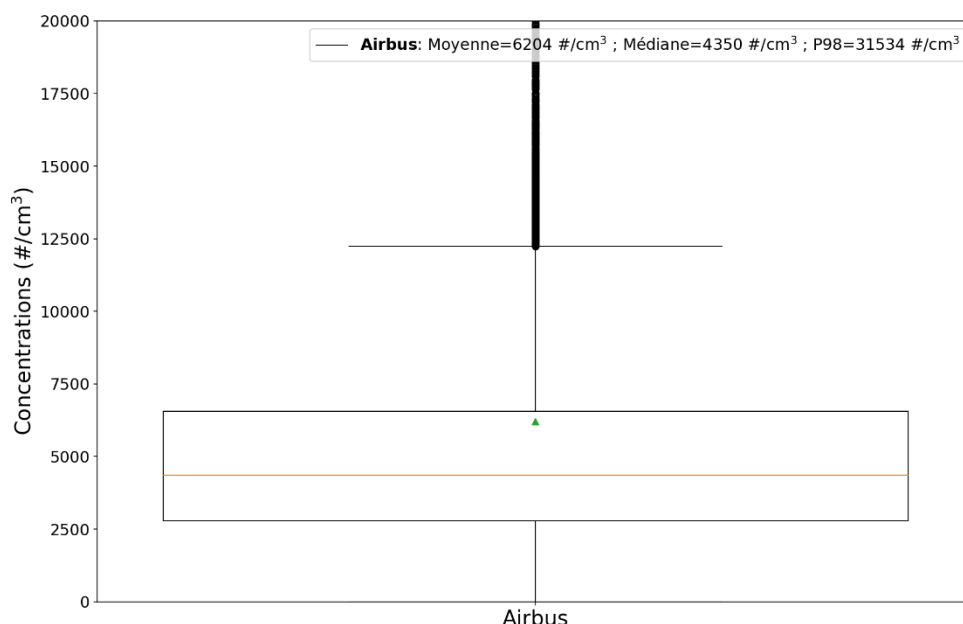


Figure 13 : boxplot des concentrations en particules ultrafines

Ces résultats montrent :

- Une moyenne générale des concentrations d'environ 6 200 $\#/cm^3$ contre 4 350 $\#/cm^3$ en médiane. Cela suggère que des pics de concentrations ont tiré la moyenne vers le haut.

L'évolution des concentrations moyennes horaires de particules ultrafines est présentée dans la suite :

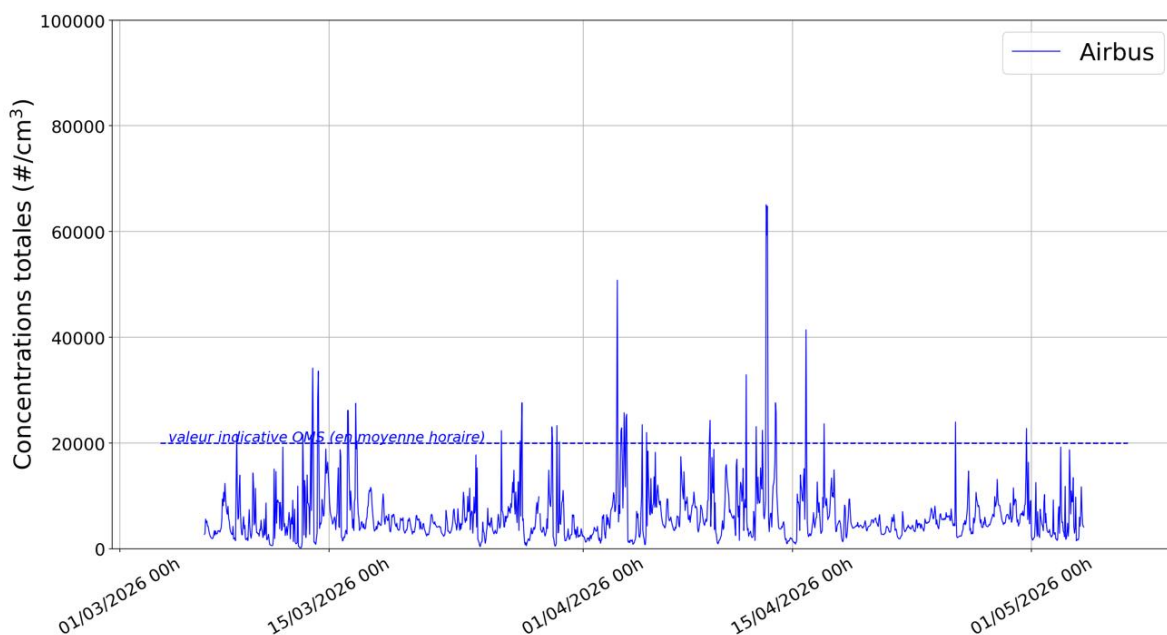


Figure 14 : évolution des concentrations horaires en particules ultrafines

Ces résultats montrent :

- 43 dépassements des 20 000 #/cm³ sur l'ensemble de la campagne de mesure, d'une moyenne de 28 000 #/cm³, avec un maximum horaire mesuré à 65 000 #/cm³ le 13/04/2026 à 6h. Ces 43 dépassements ont représenté environ 3 % du temps de la campagne de mesure.

La seconde valeur indicative de l'OMS (10 000 #/cm³ en moyenne journalière) est présentée dans la figure suivante :

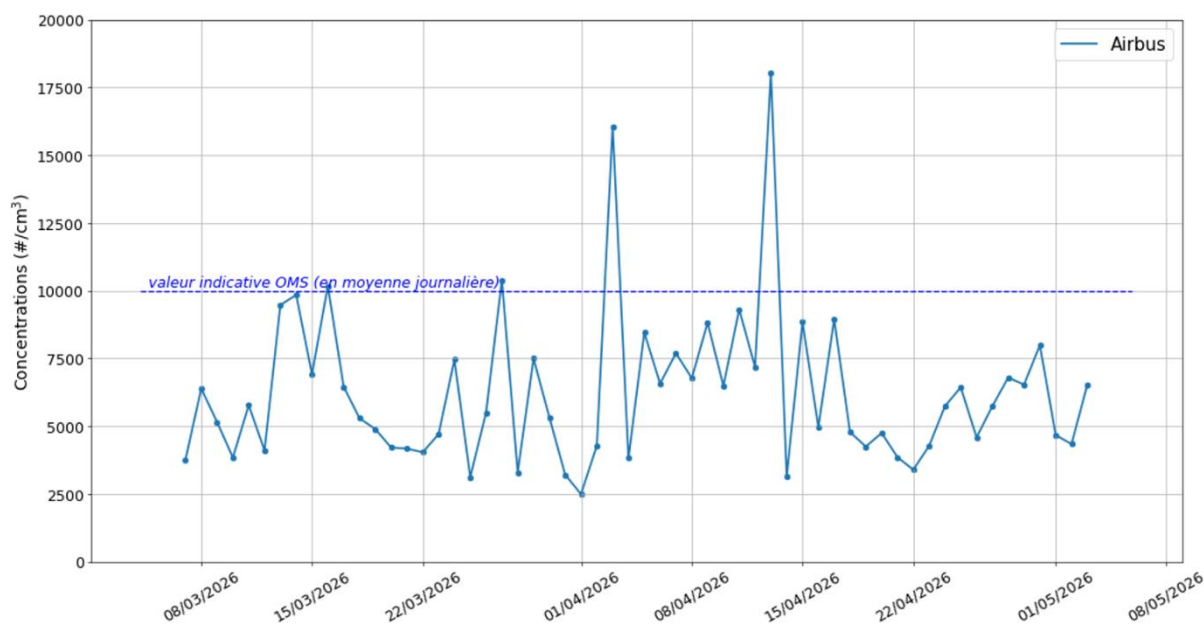


Figure 15 : évolution des concentrations journalières en particules ultrafines

Ces résultats montrent :

- 3 dépassements des 10 000 #/cm³ ont été enregistrés durant la campagne, soit près de 7 % du temps.

Afin de caractériser la provenance des élévations de particules ultrafines, les roses du nombre d'élévations de plus de 20 000 $\text{\#}/\text{cm}^3$ par mesure (5 minutes), ainsi que la rose de pollution moyenne sont présentées dans la suite :

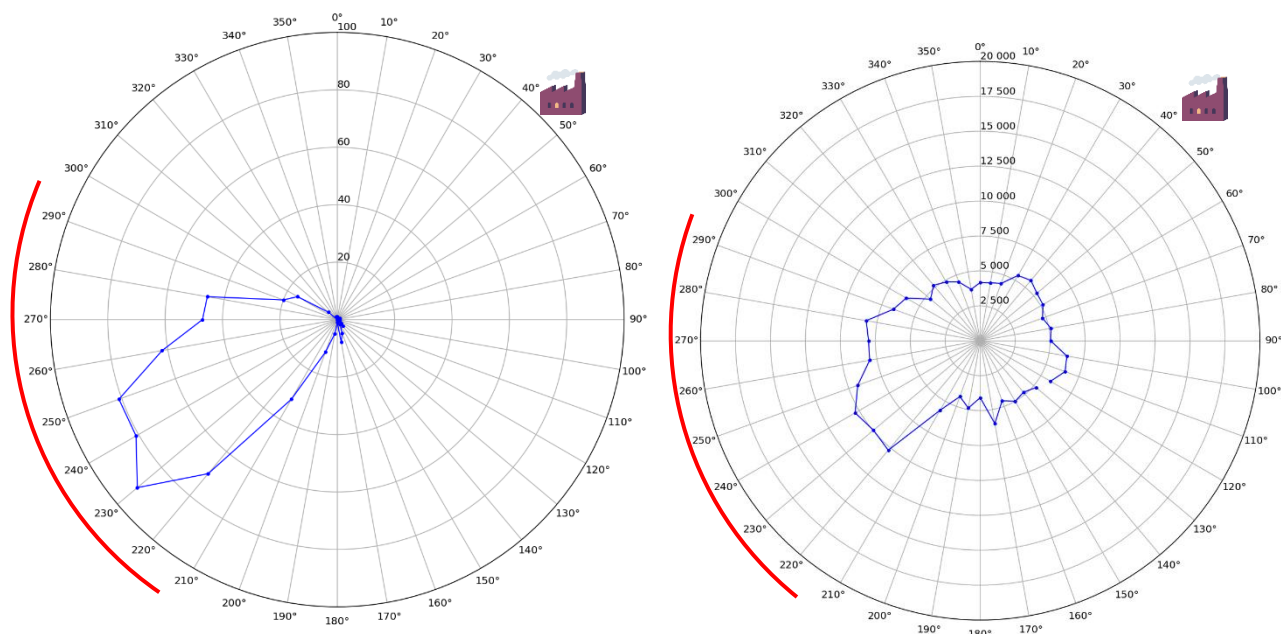


Figure 16 : rose du nombre de mesure de concentrations de plus de 20 000 $\text{\#}/\text{cm}^3$ (à gauche) et rose de pollution moyenne (à droite)

Ces résultats indiquent :

- Un nombre d'élévations des concentrations de plus de 20 000 $\text{\#}/\text{cm}^3$ visible exclusivement par vents de sud-ouest. Ces élévations ont résulté des moyennes des concentrations par vents de sud-ouest plus élevées, atteignant les 10 000 $\text{\#}/\text{cm}^3$ contre environ 5 000 $\text{\#}/\text{cm}^3$ dans les autres directions non-influencées.

Afin de caractériser les mesures réalisées dans les secteurs 210 à 300°N, la distribution granulométrique moyenne de ces directions est tracée dans la suite. À titre de comparaison, celle de l'ensemble des autres directions non-influencées (vents <210°N et vents >300°N) est également tracée :

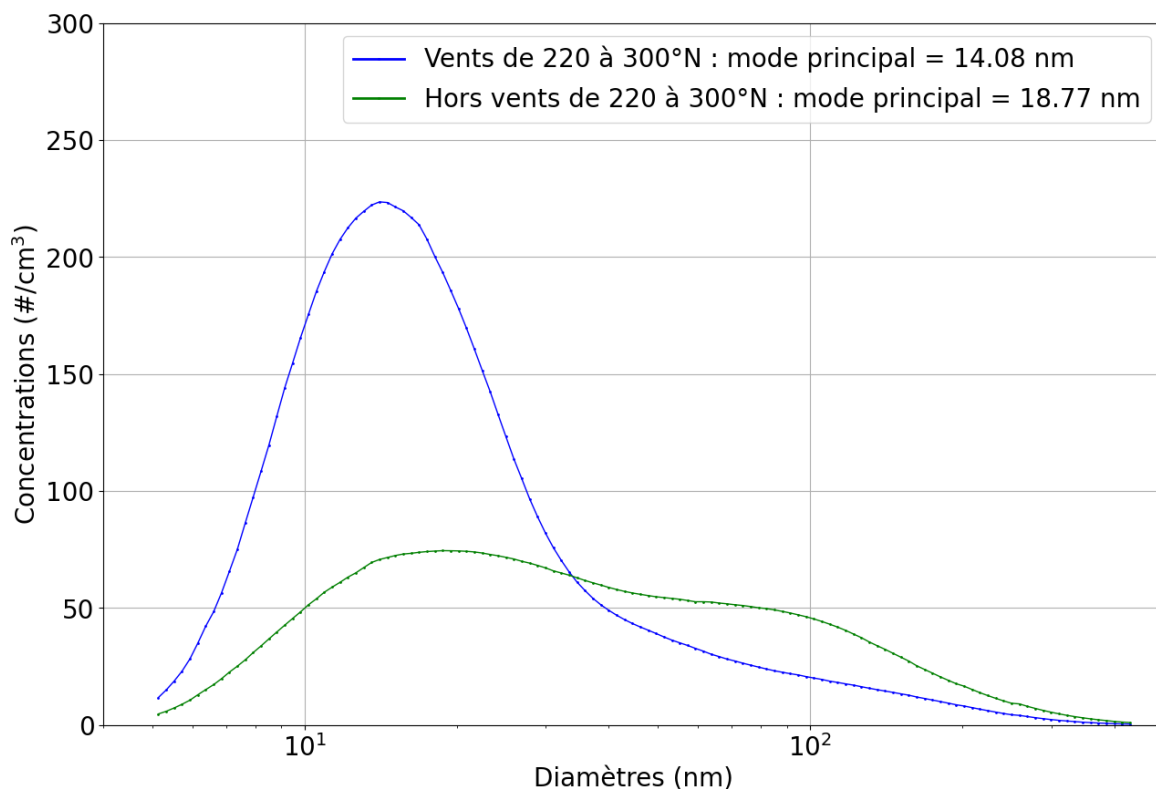


Figure 17 : distributions granulométriques moyennes des mesures réalisées par vents de 220°N à 300°N (en bleu) et hors influence de sud-ouest (vents <220°N et >300°N ; en vert)

La distribution granulométrique des vents de sud-ouest indique une distribution unimodale à 14 nm. Celle tracée à partir des mesures hors influence de sud-ouest (en vert) fait apparaître une distribution bimodale, avec un mode principal autour des 19 nm, et un mode secondaire autour des 80 nm, suggérant une influence du trafic routier couplée à celle du chauffage au bois.

Afin d'approfondir ces premiers résultats, les profils journaliers des concentrations en particules ultrafines sont tracés dans la suite. Les diamètres des particules sont présentés en ordonnées tandis que l'heure de la journée correspond aux abscisses. Le dégradé de couleurs présente les concentrations en particules ultrafines :

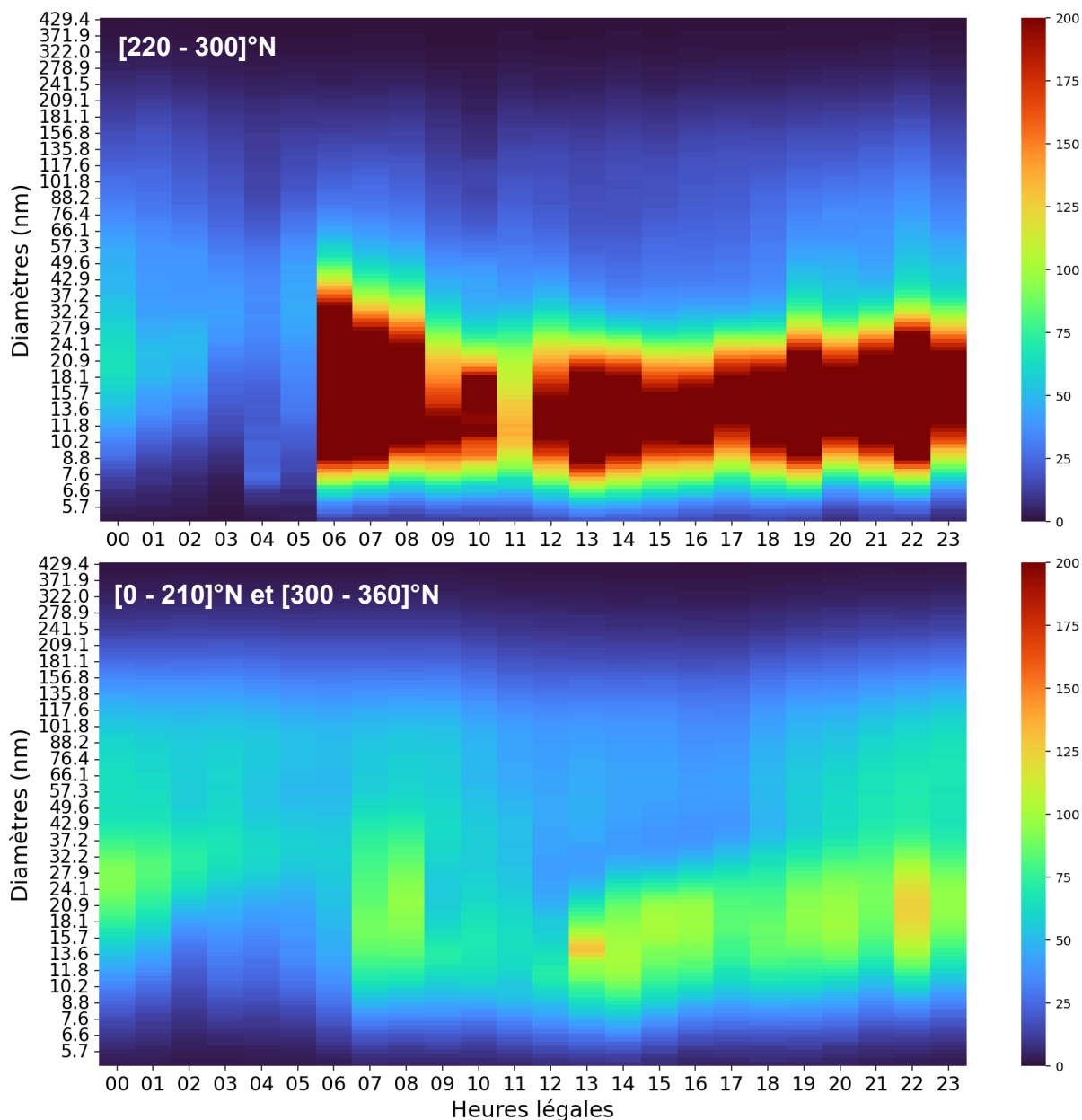


Figure 18 : comparaison des profils journaliers 3D de concentrations en particules ultrafines, par vents de sud-ouest (en haut) et hors vents de sud-ouest (en bas)

Ces résultats montrent :

- Par vents de sud-ouest :
 - des concentrations en particules ultrafines qui augmentent brutalement à partir de 6h du matin, et qui diminuent brutalement à partir de minuit,
 - des diamètres de particules essentiellement inférieures à 30 nm, autour des 14 nm en moyenne,
 - cette influence est également visible le week-end.
- Hors vents de sud-ouest :
 - une influence du trafic routier le matin, l'après-midi et le soir en fin de journée (inférieure à 50 nm), ainsi qu'une influence peu marquée du chauffage individuel au bois qui s'étend dans la nuit (entre 50 et 150 nm).

Le suivi des particules ultrafines dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique lors de précédentes campagnes³ a montré :

1. Des émissions de PUF dont la distribution granulométrique indique un mode centré entre 10 et 15 nm.
2. Une influence détectée entre 6h et minuit, en lien avec le couvre-feu instauré entre minuit et 6h.
3. Une influence détectée par vents provenant de la piste de l'aéroport.

Ces observations ont été retrouvées durant cette campagne, confirmant ainsi une influence du trafic aérien de Nantes Atlantique sur les concentrations en particules ultrafines mesurées sur le site d'Airbus.

Afin de caractériser les concentrations en particules ultrafines en provenance de la chaufferie, des roses de pollution par classes de diamètres ont été tracées. Quatre classes ont été considérées, afin de représenter schématiquement notamment les émissions du trafic aérien, du trafic routier et du chauffage :

1. Classe 5 à 30 nm : représentative des émissions du trafic aérien
2. Classe 30 à 50 nm : représentative des émissions du trafic routier
3. Classe 50 à 200 nm : représentative des émissions du chauffage individuel au bois
4. Classe 200 à 430 nm : les autres émissions de particules

À noter que les émissions du trafic routier sont également présentes dans la première classe et peuvent s'étendre jusqu'au début de la troisième classe, contrairement aux émissions du trafic aérien qui restent en très grande majorité inférieures à 30 nm.

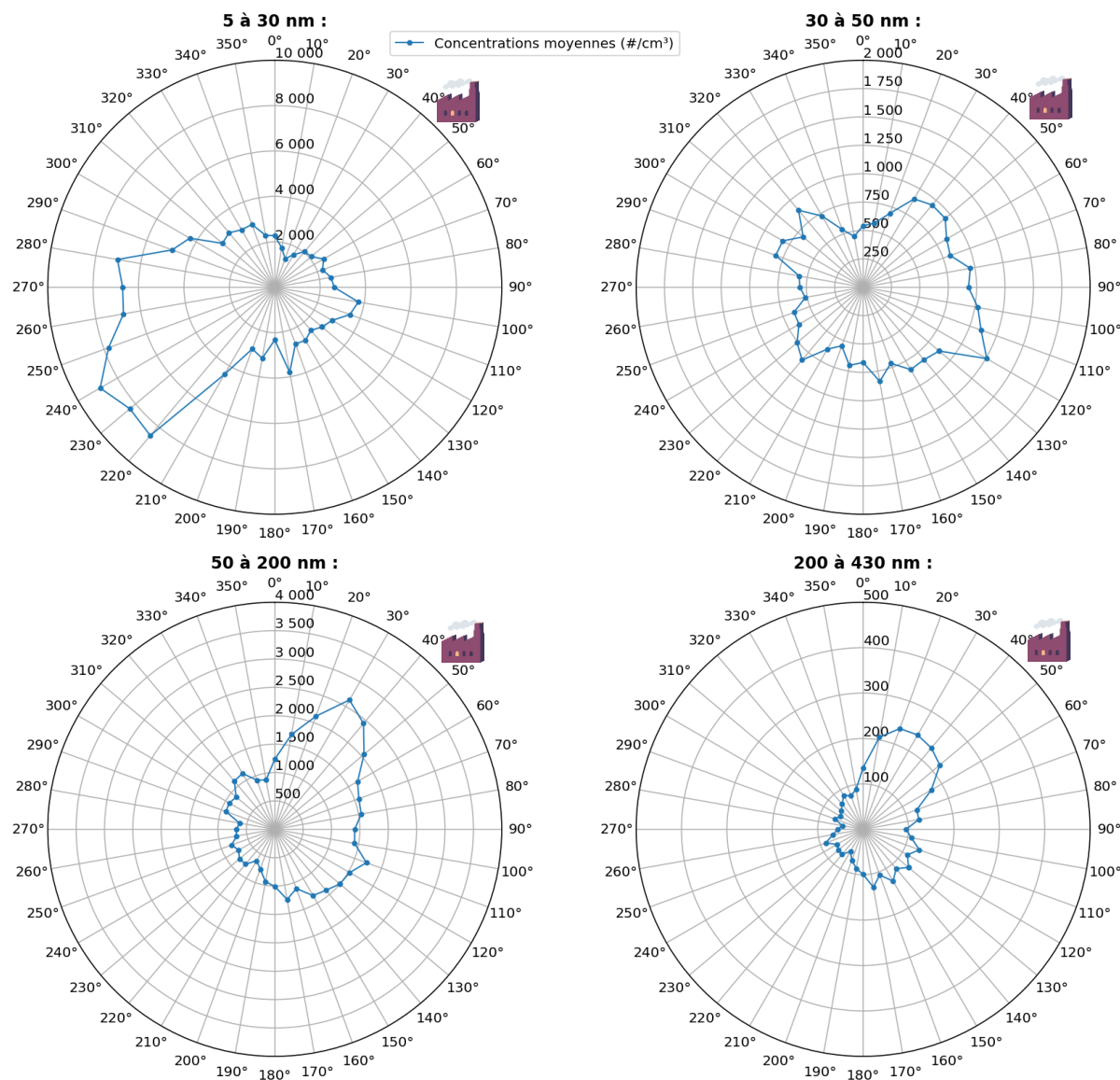


Figure 19 : roses de pollution moyennes par classes granulométriques

³ [Évaluation des concentrations en particules ultrafines dans les environs de l'aéroport de Nantes-Atlantique - Rapport final - juin 2024](#)

Ces résultats montrent :

- **Classe 5 à 30 nm** : des concentrations en particules ultrafines sensiblement plus élevées par vents provenant de la piste de l'aéroport.
- **Classe 30 à 50 nm** : aucune direction préférentielle ne ressort de manière significative.
- **Classe 50 à 200 nm** : une influence par vents de nord-est est détectée, en provenance de l'agglomération nantaise.
- **Classe 200 à 430 nm** : une influence par vents de nord-est est détectée, en provenance de l'agglomération nantaise.

Les niveaux de particules ultrafines (classes 50 à 200 nm et 200 à 430 nm) mesurés par vents de 40 et 50°N (site sous les vents de la chaufferie) sont identiques à ceux mesurés entre 10 et 30°N (directions de vents qui ne placent pas le site sous les vents de la chaufferie). Ceci indique une absence d'influence significative de la chaufferie sur les concentrations en particules ultrafines.

Finalement, le site d'Airbus est influencé par le trafic aérien sur les particules ultrafines de diamètres compris entre 5 et 30 nm, et par l'agglomération nantaise (chauffage individuel au bois, et autres sources de particules ultrafines) pour des diamètres compris entre 50 et 430 nm.

Aucune influence de la chaufferie n'a été détectée sur les particules ultrafines.

Conclusions et perspectives

Dans son objectif de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre sur son site de Bouguenais, Airbus Atlantic a construit une nouvelle chaufferie biomasse en remplacement de chaudières gaz. Cette chaufferie biomasse, mise en service début 2026, est composée de deux chaudières de 2 et 6 MW, permettant de répondre aux besoins de chaleur du site (process industriels, chauffage des locaux et eau chaude sanitaire).

Afin de répondre aux éventuelles questions des salariés du site et des riverains, Airbus Atlantic a sollicité Air Pays de la Loire afin **de réaliser une étude de la qualité de l'air**, dont les objectifs sont :

1. évaluer la qualité de l'air respiré par les salariés du site.
2. évaluer l'influence des émissions de la chaufferie sur la qualité de l'air.

Une première **campagne de mesure** a été déployée du 20 février au 1^{er} avril 2025 au niveau de la zone de retombées maximales identifiée par une étude de **modélisation préliminaire**, pour y mesurer les concentrations de particules PM10 et PM2.5, de dioxyde d'azote NO₂, de particules ultrafines PUF et la part estimée de carbone suie issu de combustion biomasse. Cette première campagne a permis de réaliser un **état des lieux de la qualité de l'air**, avant mise en route de la chaufferie biomasse.

Une seconde **campagne de mesure** a été menée du 4 mars au 5 mai 2026 selon le même dispositif, une fois la chaufferie en fonctionnement, dans l'objectif d'évaluer son influence sur la qualité de l'air respiré par les salariés du site de Bouguenais.

Les résultats de cette seconde campagne montrent :

- Des niveaux en PM10 et PM2.5 respectivement 7 % et 12 % plus élevés qu'en milieu urbain au cimetière de la Bouteillerie de Nantes, et notamment par vents de nord-est (~30°N) en lien avec la présence de l'agglomération de Nantes.
- Des niveaux de NO₂ plus élevés qu'en milieu urbain au cimetière de la Bouteillerie de Nantes (+25 %) mais proches de la station urbaine des Couëts, en lien avec une exposition au trafic routier issu de l'agglomération de Nantes par vents de nord-est (~40°N).
- Des concentrations en carbone suie issu de la combustion d'hydrocarbures fossiles plus élevées par vents de nord-est (~40°N), confirmant l'influence du trafic routier dans ces directions.
- Des concentrations en particules ultrafines de diamètres inférieurs à 30 nm influencées par le trafic aérien par vents de sud-ouest, qui placent le site de mesure sous les vents de la piste, ainsi que par l'agglomération de Nantes, par vents de nord-est, pour des diamètres entre 50 et 430 nm.
- Aucune influence significative des émissions de la chaufferie biomasse sur les concentrations en PM10, PM2.5, NO₂, carbone suie et particules ultrafines.

Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté lors de la campagne. Toutefois :

- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS des PM10** (45 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) **n'est pas à exclure** compte tenu du dépassement de cette valeur sur certaines stations urbaines de Nantes les années passées.
- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS pour les PM2.5** de 15 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an **a été constaté** durant la campagne. **Le dépassement de la valeur guide de l'OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle est très probable** étant donné que celle-ci est dépassée sur l'ensemble des stations dans les Pays de la Loire.
- Un dépassement de la **valeur guide de l'OMS pour le NO₂** de 25 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an, **n'est pas à exclure**, compte tenu des niveaux enregistrés lors de la campagne, et du dépassement de cette valeur guide sur certaines stations urbaines nantaises les années passées. **Un dépassement de la valeur guide annuelle de l'OMS** (10 µg/m³ en moyenne annuelle) n'est également **pas à exclure** pour les mêmes raisons.

Les concentrations enregistrées à Airbus sont représentatives d'un milieu urbain, influencé par les émissions de l'agglomération nantaise par vents de nord-est, et du trafic aérien pour les particules ultrafines par vents de sud-ouest.

Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Comparaison aux valeurs réglementaires						
Valeur de référence	NO ₂		PM10		PM2.5	
Exposition aiguë						
Seuil d'information	200 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	50 µg/m ³ en moyenne journalière	✓	-	
Seuil d'alerte	400 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	80 µg/m ³ en moyenne journalière	✓	-	
Valeur limite	200 µg/m ³ en moyenne horaire <i>à ne pas dépasser plus de 18h par an</i>	✓	50 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 35 jours par an</i>	✓	-	
Valeur guide OMS	200 µg/m ³ en moyenne horaire	✓	45 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✓	15 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✗ *
	25 µg/m ³ en moyenne journalière <i>à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an</i>	✓				
Exposition chronique						
Valeur limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	25 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Valeur cible	-		-		20 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Objectif qualité	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓
Valeur guide OMS	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	✓	15 µg/m ³ en moyenne annuelle	✗	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	✗

*Le dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2.5 (8 jours de dépassement des 15 µg/m³ en moyenne journalière) s'inscrit dans deux épisodes nationaux de hausses des particules fines en lien avec une remontée de sable du Sahara conjuguée aux émissions locales de PM2.5, suivie d'une seconde période anticyclonique favorable à la stagnation des polluants.

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 2026
- 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**.

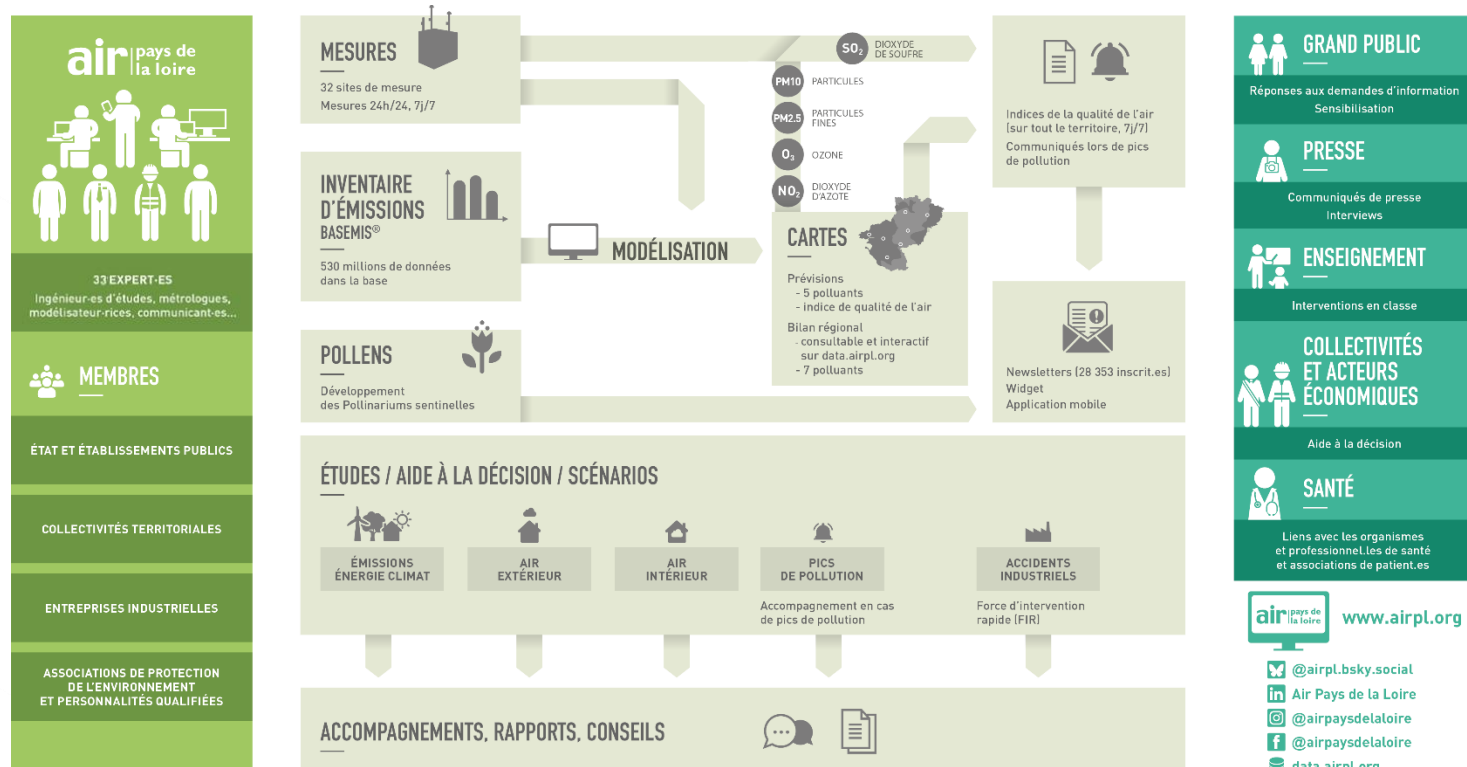
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : 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

Horaire

Étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airplab 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

Horaire

Mesures des concentrations atmosphériques en particules ultrafines

Méthode

La caractérisation des particules ultrafines se fait par comptage, à l'aide d'un SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) qui est composé d'un DEMC (Differential Electrical Mobility Classifier) qui sélectionne les particules suivant leurs tailles, via leurs mobilités électriques, et d'un CPC (Condensation Particle Counter) qui a pour but de les faire grossir afin de pouvoir les compter.

Le SMPS fournit une concentration en nombre de particules ultrafines par unité de volume ($\#/cm^3$). Il y a 140 canaux, pour des mesures comprises entre 5 nm et 430 nm. Il effectue un cycle de mesures toutes les 5 minutes.

Pas de temps

5 minutes

Mesures du carbone suie et de sa part liée à la combustion de biomasse et d'hydrocarbures fossiles

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 issu des combustions.

Pas de temps

Horaire

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 (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 différents procédés de 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 2026

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 ⁽²⁾ 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 par an (percentile 95,4 annuel)

(3) à ne pas dépasser plus de 3 par an (percentile 95,2 annuel)

(4) à ne pas dépasser plus de 18 par an (percentile 99,79 annuel)

(5) à ne pas dépasser plus de 24 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.

	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)	
Valeurs OMS	15 µg/m³ ^a	5 µg/m³	45 µg/m³ ^a	15 µg/m³	100 µg/m³ ^a (moy. sur 8h) 60 µg/m³ ^b (saison de pointe)	-	200 µg/m³ (moy. horaire) 25 µg/m³ ^a (moy. sur 24h)	10 µg/m³	500 µg/m³ (moy. sur 10 min) 40 µg/m³ ^a (moy. sur 24h)	-	100 mg/m³ (moy. sur 15 min) 35 mg/m³ (moy. horaire) 10 mg/m³ (moy. sur 8h) 4 mg/m³ ^a (moy. sur 24h)

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'a 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 (NO₂)** l'inhalation régulière de NO₂ peut aggraver les maladies respiratoires, telles que l'asthme, et rendre les individus plus vulnérables aux infections respiratoires.

D'autres polluants, dont certains ne sont pas réglementés dans l'air (pesticides...), ont des effets sur la santé. Les polluants atmosphériques sont susceptibles d'interagir entre eux, augmentant potentiellement leur toxicité. Par exemple, les particules fines peuvent transporter des métaux lourds ou des hydrocarbures.

Exposition aux polluants atmosphériques

Les polluants, bien que présentant une propriété intrinsèque de toxicité spécifique à la molécule considérée, doivent entrer en contact avec un organisme pour provoquer des dommages. Cette notion d'**exposition** est essentielle, elle désigne le contact direct ou indirect entre un individu et un polluant. L'exposition à la pollution peut être aiguë ou chronique :

1. **Exposition aiguë** : une exposition brève à des concentrations élevées de polluants peut entraîner des effets immédiats, tels que des irritations des voies respiratoires, des crises d'asthme ou des maux de tête.
2. **Exposition chronique** : une exposition prolongée à de faibles niveaux de pollution, cumulée sur plusieurs années, peut entraîner des maladies cardiovasculaires, des cancers, des troubles respiratoires chroniques (BPCO...) et d'autres pathologies graves.

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'impact 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
contact@airpl.org

air | pays de
la Loire
www.airpl.org