YARA MONTOIR-DE-BRETAGNE

Surveillance des particules fines et des retombées en nitrate et ammonium

Campagne 2025 – rapport annuel

Air Pays de la Loire • juin 26

Sommaire

Synthèse 3
Introduction 4
Dispositif 5
Méthode de mesure 5
Sites de mesure 6
Période de mesure 7
Conditions météorologiques 7
Bilan de la qualité de l'air 2025 8
Résultats pour les PM10 8
Résultats pour les PM2.5 10
Résultats pour les PM1 12
Résultats pour les retombées en nitrate et en ammonium 13
Influence de la zone Yara sur les particules 14
Historique sur l'influence passée de la tour prilling 16
Bilan de l'année 2025 18
Conclusions et perspectives 21
Annexes 22

Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Krisan Cuny-Guirriec,

Mise en page : Bérangère Poussin,

Exploitation du matériel de mesure : équipe métrologie d'Air Pays de la Loire,

Validation : François Ducroz, David Bréhon.

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 2025 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

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

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

Remerciements

Air Pays de la Loire remercie les entreprises EQIOM et Millénis pour avoir accepté l'installation sur leur site du matériel de mesure.

Synthèse

Contexte et objectifs

Suite à l'arrêt des unités de production de Yara France à Montoir-de-Bretagne et à la réorientation de ses activités vers le stockage d'engrais, l'arrêté préfectoral n° 2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019 reste en vigueur. Dans ce contexte, et en attendant la révision de l'arrêté préfectoral en cours, Yara France a demandé à Air Pays de la Loire de maintenir la surveillance pour l'année 2025. Cette surveillance vise à :

- Évaluer l'exposition de la population aux particules PM10, PM2.5 et PM1, et aux retombées de nitrate et d'ammonium.
- Apprécier l'influence des émissions de Yara sur les concentrations et les retombées de ces polluants dans son environnement.

Moyens

Les zones de retombées maximales issues des émissions de Yara (lorsque la tour prilling était en fonctionnement) ont été identifiées par une étude de modélisation. À la suite de cette étude, des appareils de mesures automatiques de PM10, PM2.5 et PM1 ont été installés sur le site de La Camé (zone d'habitation la plus proche de l'industrie Yara, 1.5 km) et sur le site de Plessis, à Donges, zones d'habitation plus éloignée de Yara (4,1 km) mais plus régulièrement sous son influence du fait de sa localisation sous les vents dominants de sud-ouest.
Les mesures des retombées atmosphériques de nitrate et d'ammonium ont été effectuées par jauges sur plusieurs sites situés entre 210 m et 4 100 m de l'établissement Yara.
Du fait de l'arrêt des ateliers de production et à la demande de Yara, la spéciation du nitrate et de l'ammonium par prélèvement sur filtre n'a pas été reconduite depuis 2024.

Résultats

Pour les particules PM10 :

- Les valeurs limites et l'objectif de qualité sont respectés en moyenne annuelle, tant sur le site de La Camé que sur le site de Plessis. La valeur guide annuelle de l'OMS est également respectée.
- Le seuil d'information, et a fortiori le seuil d'alerte journalier sont respectés tout au long de la campagne. La valeur limite journalière de même que la valeur guide journalière de l'OMS, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an, sont respectés sur les sites de La Camé et Plessis.

Pour les particules PM2.5 :

- La valeur limite et l'objectif de qualité sont respectés en moyenne annuelle sur les sites de La Camé et Plessis.
- En revanche, la valeur guide annuelle de l'OMS (5 µg/m^3), et la valeur guide journalière (15 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 ou 4 jours par an) ont été dépassés en 2025, tant sur le site de La Camé que de Plessis.

Les mesures mises en œuvre ont permis d'évaluer **l'impact de l'arrêt des ateliers de production de Yara sur les polluants étudiés.**

- Lorsque le site de La Camé est sous les vents de la zone industrielle incluant Yara, une influence en PM10 est toujours constatée par rapport au site de Plessis, mais aucune influence n'est détectée sur les PM2.5 et les PM1. Cela contraste avec les observations effectuées lorsque la tour prilling était en fonctionnement.
- Sur le site Millénis identifié comme le plus exposé aux retombées de nitrate et d'ammonium par l'étude de modélisation, les retombées en nitrate ont été divisées par 48, et celles en ammonium ont été divisées par 7 en moyenne depuis l'arrêt de la tour prilling.
- Ces éléments tendent à montrer l'influence passée probable de la tour prilling sur les concentrations en PM2.5 et PM1 mesurées à La Camé, ainsi que sur les retombées en nitrate et en ammonium mesurées à Millénis. Depuis l'arrêt de la tour prilling, cette influence n'est plus détectée.

Perspectives

Les mesures seront poursuivies selon le même dispositif au moins durant le premier semestre 2026. Air Pays de la Loire préconise :

- L'arrêt des mesures de retombées de nitrate et d'ammonium sur l'ensemble des sites, compte tenu de l'absence d'influence détectée depuis l'arrêt de la tour prilling, et que ces retombées ne font pas l'objet de valeurs réglementaires.
- Le maintien des mesures en particules fines PM10 et PM2.5 sur le site de La Camé et de Plessis, compte tenu de l'impact toujours visible des émissions de la zone industrielle dans son ensemble sur les concentrations en PM10, et compte tenu du dépassement des valeurs guides OMS pour les concentrations en PM2.5.

Introduction

Yara France est une industrie de production et stockage d'engrais à destination de l'agriculture. Son site implanté à Montoir-de-Bretagne depuis 1972 se situe dans une zone portuaire, à l'embouchure de la Loire près de Saint-Nazaire, et caractérisée par un tissu industriel important. L'établissement est entouré des industries Sea Invest, du parc à charbon, de zones d'appontements où sont chargés et déchargés des produits pétroliers, et des activités vrac et brouettage par benne le long des rues de la Goelette et de la Tartane, entre EQIOM et Millénis. La dénomination *zone industrielle incluant Yara* (ou *zone Yara*) dans ce rapport fait référence à l'ensemble de ces activités.

L'arrêté préfectoral n°2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019 impose des prescriptions complémentaires à la surveillance de la qualité de l'air à la société Yara France sur son site de Montoir-de-Bretagne. Cette dernière s'est rapprochée, depuis 2020, d'Air Pays de la Loire afin de déployer un dispositif de mesure permanent de particules PM10 et PM2.5, ainsi que de nitrate d'ammonium dans l'environnement de l'industrie, permettant de répondre aux objets de l'arrêté préfectoral. Ce dispositif est mis en place depuis octobre 2020. En parallèle, une modélisation a été effectuée en 2020 afin d'évaluer les zones de retombées maximales des émissions de l'industrie dans son environnement[1].

Cette modélisation a montré que les retombées maximales en moyenne annuelle se situaient au niveau de l'industrie Millénis, voisine à Yara sur son flanc est, lorsque la tour prilling était en fonctionnement.

Figure 1 : concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 modélisées à partir des données d'émissions de Yara, lorsque la tour prilling était en fonctionnement (source : rapport Air Pays de la Loire, 2020)

En 2023, le dispositif de surveillance de qualité de l'air se renforce avec l'ajout des mesures de particules fines PM1 sur les sites de La Camé (Montoir-de-Bretagne) et de Plessis (Donges).

Depuis le 26 septembre 2023, le site Yara de Montoir-de-Bretagne a cessé ses ateliers de production (tour prilling) afin de réorganiser ses activités vers le stockage d'engrais uniquement. Dans ce contexte, à partir de 2024, et à la demande de Yara, les mesures des concentrations atmosphériques en nitrate et en ammonium n'ont pas été reconduites. Le reste du dispositif est resté inchangé avec :

- La mesure permanente des concentrations atmosphériques particules PM10, PM2.5 et PM1 sur les deux sites de mesure les plus proches de l'établissement (La Camé et Plessis).
- La mesure des retombées atmosphériques en nitrate et en ammonium, sur 4 sites aux alentours de l'établissement.

L'objectif de cette surveillance repose sur deux axes :

- Évaluer l'exposition de la population aux particules PM10, PM2.5, PM1 et aux nitrate et ammonium.
- Apprécier l'influence des émissions de Yara sur les concentrations relevées dans son environnement.

[1] Air Pays de la Loire, *Evaluation des retombées de particules dans l'environnement de YARA France à Montoir-de-Bretagne, octobre à décembre 2020*. 2021.

Dispositif

Méthode de mesure

Mesure en continu des particules PM10, PM2.5 et PM1

Figure 2 : analyseur FIDAS

Les particules ont été mesurées en continu au pas de temps horaire par granulomètre optique FIDAS. Le granulomètre optique FIDAS est basé sur la détection de la lumière diffusée par les aérosols pour déterminer leur taille et leur nombre par classe de taille, suivie d'une conversion en masse selon un algorithme spécifique. La mesure répond à la norme NF EN 16450.

Les mesures de particules ont été réalisées sur les sites de La Camé et de Plessis. Ces mesures sont comparées à d'autres stations de mesures permanentes d'Air Pays de la Loire, hors influence des émissions de Yara, notamment à Nantes et à Saint-Nazaire.

Quantification des ions de nitrate et d'ammonium dans les retombées totales

Figure 3 : jauges de récupération des eaux de pluie, dite « jauge Owen »

La mesure de nitrate et d'ammonium dans les retombées totales s'effectue par la collecte des précipitations atmosphériques (norme NF X43-014) dans des jauges Owen.

Les eaux de pluie recueillies sont analysées en laboratoire.

Les prélèvements sont effectués sur une période d'un mois, chaque mois de l'année. Les résultats obtenus correspondent donc à une moyenne mensuelle, exprimée en masse de retombées atmosphériques par unité de surface, par jour (mg/m^2/jour).

La mesure sur 4 sites (2 sites habités à La Camé et Plessis, et 2 sites industriels à proximité immédiate de Yara : EQIOM et Millénis, cette dernière ayant été modélisée comme étant située dans les zones de retombées maximales) permet une comparaison des quantités de retombées sur la zone, sans pouvoir identifier l'origine de ces polluants néanmoins. 48 prélèvements ont ainsi été réalisés et analysés.

Sites de mesure

Sites dans l'environnement de Yara

Suite aux résultats de modélisation [2] et afin de répondre à l'objectif de l'étude, 4 sites de mesure ont été identifiés.

- **La Camé :** bien que ce site ne soit pas directement sous les vents dominants de sud-ouest, il s'agit de la zone habitée la plus proche de l'installation de Yara et revêt donc un intérêt de proximité, en conformité avec l'arrêté préfectoral n°2019/ICPE/359.
- **Plessis :** station de mesure permanente d'Air Pays de la Loire, rue Parscau du Plessis à Donges. Ce site est sous les vents de Yara par vent de sud-ouest, et sous les vents de la raffinerie par vent de sud-est. Lorsque le site de La Camé est sous les vents de Yara, le site de Plessis n'est pas influencé par les activités de Yara, mais peut être influencé par les activités de la raffinerie TotalEnergies.
- **EQIOM :** situé dans l'enceinte de la cimenterie EQIOM, à 730 mètres du centre de Yara et sous les vents dominants de sud-ouest.
- **Millenis :** situé dans l'enceinte de l'entreprise Millenis, voisine de Yara à l'est (à 210 mètres de la tour Prilling), cette zone est située dans les zones de retombées maximales des émissions modélisées (Fig 1).

Figure 4 : dispositif de mesure mis en œuvre dans l'environnement de Yara en 2024

Site	Distance au centre de l'installation Yara	Composés mesurés	
		Concentrations PM10, PM2.5, PM1	Retombées NH_4 et NO_3 dissous
La Camée	1 500 m	✓	✓
Plessis	4 100 m	✓	✓
EQIOM	730 m		✓
Millenis	210 m		✓

Sites de comparaison

Les mesures des concentrations effectuées dans l'environnement de Yara (La Camé et Plessis) sont comparées avec 2 autres stations de mesures permanentes d'Air Pays de la Loire, situées hors influence de Yara :

- **Nantes Bouteillerie :** cette station est représentative du fond urbain, et mesure les PM10, PM2.5 et PM1 par analyseur automatique.
- **Saint-Nazaire :** cette station, située Route des Frêchets, est représentative du fond urbain, et mesure les PM10, PM2.5 et PM1 par analyseur automatique.

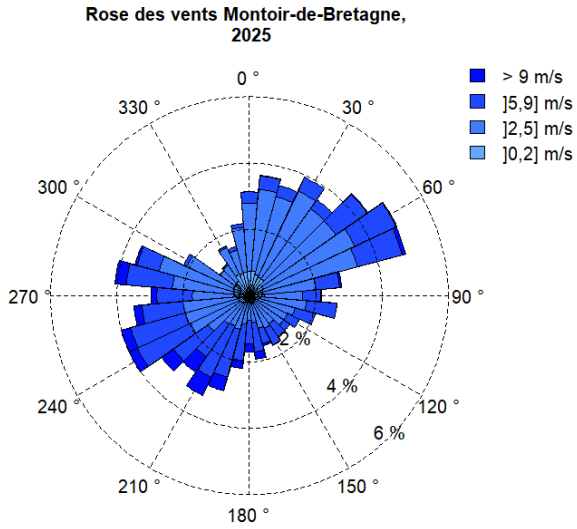
[2] Rapport 2021 : https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-retombees-de-particules-dans-l-environnement-de-yara-france-a-montoir-de-bretagne-octobre-a-decembre-2020

Période de mesure

Type de mesure	Période de mesure	Pas d'échantillonnage	Taux de validité des mesures
Mesures automatiques PM10, PM2.5, PM1	Toute l'année 2025	Horaire	100 %
Retombées atmosphériques de nitrate et d'ammonium	Toute l'année 2025	Mensuelle	100 %

Sur l'ensemble de l'année 2025, les ateliers de production de l'usine sont à l'arrêt. Les chaudières et le stockage d'engrais demeurent en fonctionnement.

Conditions météorologiques



Les vents relevés à la station Météo-France de Montoir-de-Bretagne sur l'ensemble de l'année 2025 ont été marqués par deux composantes principales :

- L'une d'origine nord-est (comprise entre 0°N et 70°N) est caractérisée par des vents faibles à modérés.
- L'autre d'origine sud-ouest à ouest (comprise entre 200°N et 300°N) caractérisée par des vents modérés à forts. Ces situations sont associées à des flux océaniques perturbés favorables à la dispersion des polluants.

La rose des vents sur l'année 2025 est comparable à celle calculée sur vingt ans, et est représentative d'une année classique.

Figure 5 : rose des vents à Montoir-de-Bretagne pour l'année 2025 (source : Météo-France)

Les capteurs situés à La Camé sont sous l'influence des émissions de Yara par vents de 140°N à 160°N, ce qui a représenté 4 % du temps de mesure de la campagne 2025.
Les capteurs situés à Plessis sont sous l'influence des émissions de Yara pour des vents compris entre 250°N et 260°N, soit 6 % du temps de mesure de l'année 2024.

Les roses de vents mensuels sont présentées en annexe.

Bilan de la qualité de l'air 2025

Résultats pour les PM10

Les particules fines PM10 et PM2,5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10µm et 2,5µm, elles sont de nature variée, naturelles ou d'origine humaine. Les PM10 proviennent principalement de l'agriculture, du chauffage au bois, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP. Les PM2,5 sont essentiellement liées au chauffage au bois, à l'industrie, à l'agriculture et aux transports routiers.

Les épisodes de pollution par les particules fines se produisent principalement l'hiver ou au printemps.

Les phénomènes sont généralement de grande envergure (échelle régionale ou nationale). La pollution produite localement s'ajoute alors à une pollution importée d'autres régions.

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes. Certaines particules fines, appelées « carbone suie », contribueraient au réchauffement climatique.

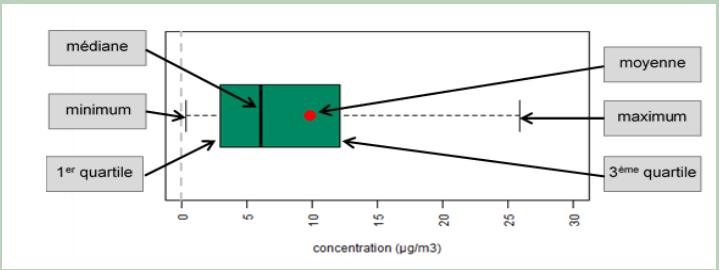
Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

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

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot (cf. encadré « Méthodologie » ci-dessous), les statistiques de mesure de PM10 sur l'ensemble de l'année 2025.

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 :



[3] Les valeurs guides de l'OMS ne figurent pas à l'article R. 221-1 du Code de l'environnement et n'ont pas de caractère réglementaire en France. Les lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air visent à offrir des conseils sur la façon de réduire les effets sanitaires de la pollution de l'air. Elles sont donc mentionnées à titre informatif tout au long de ce rapport.

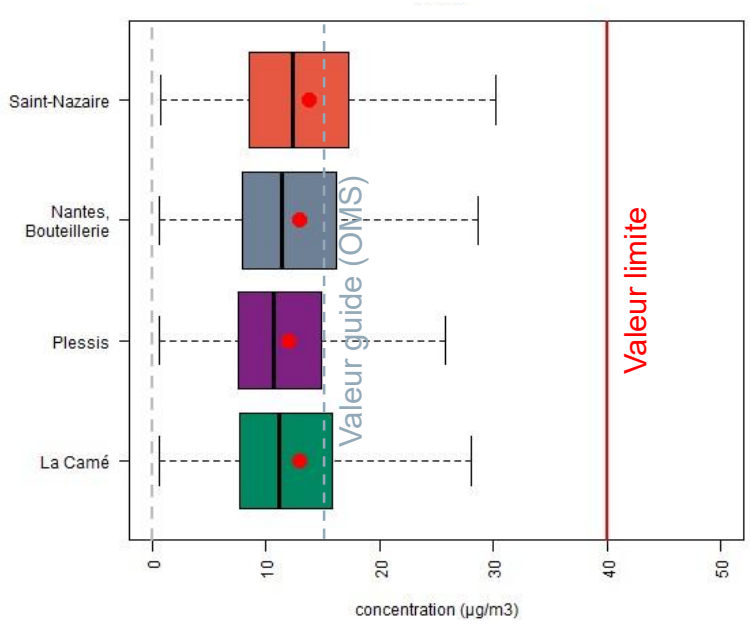


Figure 6 : boxplot des concentrations horaires en PM10 en 2025. La valeur limite annuelle est matérialisée par le trait rouge plein, la valeur guide annuelle de l'OMS par le trait bleu tireté

Ces résultats montrent que, en moyenne annuelle :

- Les concentrations en PM10 à La Camé (13 µg/m^3) sont proches de celles relevées à Plessis (12 µg/m^3), Saint-Nazaire (14 µg/m^3) et à Bouteillerie (13 µg/m^3), avec une dispersion des mesures similaires sur ces sites.
- L'ensemble des sites respecte l'objectif de qualité de 30 µg/m^3 en moyenne annuelle, et *a fortiori* la valeur limite annuelle de 40 µg/m^3.
- La valeur guide de l'OMS (15 µg/m^3 en moyenne annuelle) est respectée sur les 4 sites.

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières en PM10 sur l'ensemble de l'année 2025.

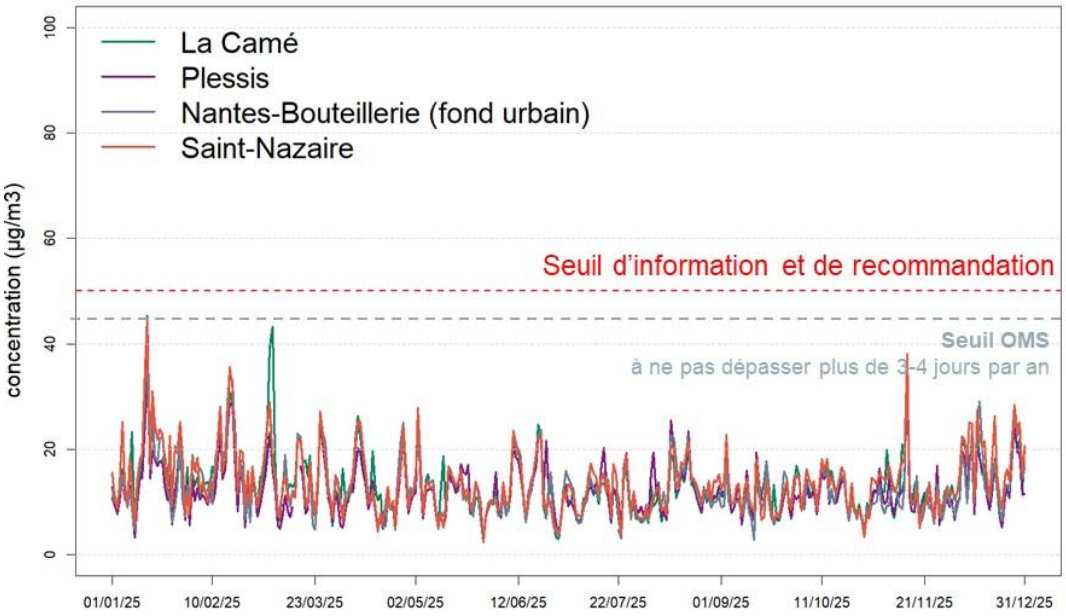


Figure 7 : évolution des concentrations journalières en PM10 en 2025

Ces résultats indiquent :

- Une évolution des concentrations en PM10 synchrone entre les sites, témoignant d'une influence globalement régionale sur ce polluant, sans exclure des influences locales plus ponctuelles sur les moyennes horaires notamment. À titre d'exemple, 9 journées montrent une concentration significativement plus élevée sur le site de La Camé que sur les autres sites, en lien avec des pics de concentrations horaires plus élevées sur ce site par rapport aux autres sites de mesure.
- Le seuil d'information et de recommandation (50 µg/m^3 en moyenne journalière) n'est jamais atteint au cours de l'année sur la totalité des sites de mesure.
- La valeur journalière de 45 µg/m^3 a été atteinte la journée du 15 janvier 2025. De ce fait la valeur guide journalière de l'OMS (45 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) a été respectée.

Résultats pour les 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 µg/m^3.
- Un objectif de qualité de 10 µg/m^3.
- *À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 15 µg/m^3 en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an, et 5 µg/m^3 en moyenne annuelle.*

La figure ci-dessous, sous la forme d'un boxplot, présente la distribution statistique des concentrations en PM2.5 relevées sur les 4 sites de mesure.

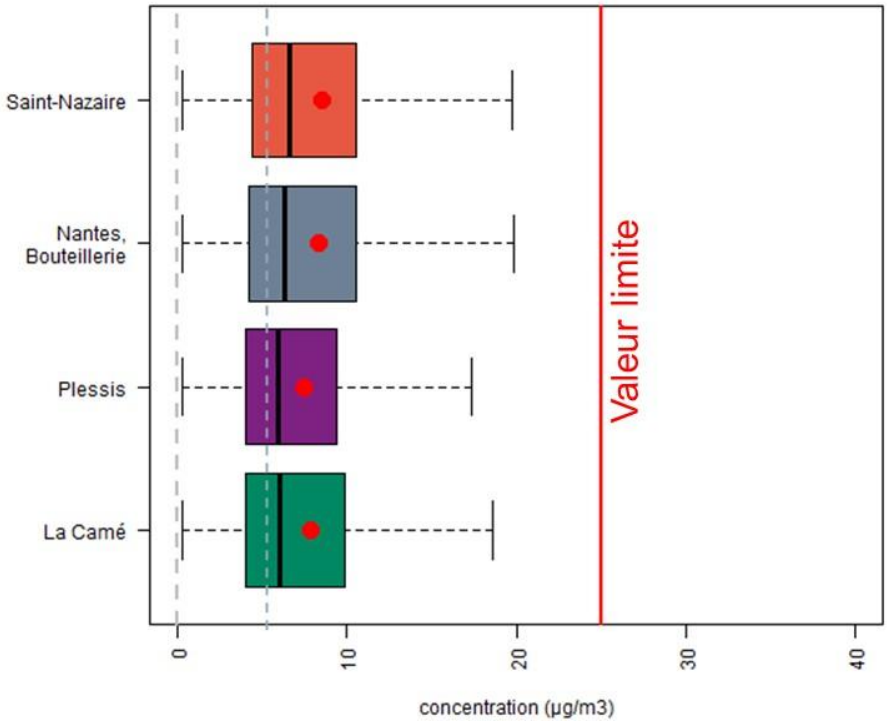


Figure 8 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5 en 2025. La valeur limite annuelle est matérialisée par le trait rouge plein, la valeur guide annuelle de l'OMS par le trait bleu tireté

Ces résultats indiquent que :

- Les concentrations moyennes annuelles en PM2.5 sont proches entre les sites, comprises entre 7,5 µg/m^3 (Plessis) et 8,6 µg/m^3 (Saint-Nazaire). Tout comme en 2024, la dispersion des mesures est similaire entre les sites, excepté sur le site de Plessis où elle est moindre, indiquant des pics horaires moins importants sur ce site.
- L'ensemble des sites de mesure respecte l'objectif de qualité fixé à 10 µg/m^3 en moyenne annuelle, et *a fortiori* la valeur limite annuelle fixée à 25 µg/m^3 est également respectée.
- La valeur guide annuelle de l'OMS, fixée à 5 µg/m^3 est toutefois dépassée sur l'ensemble des sites. Ce dépassement est par ailleurs constaté sur une majorité du territoire national.

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle des concentrations journalières sur ces mêmes sites au cours de l'année 2025.

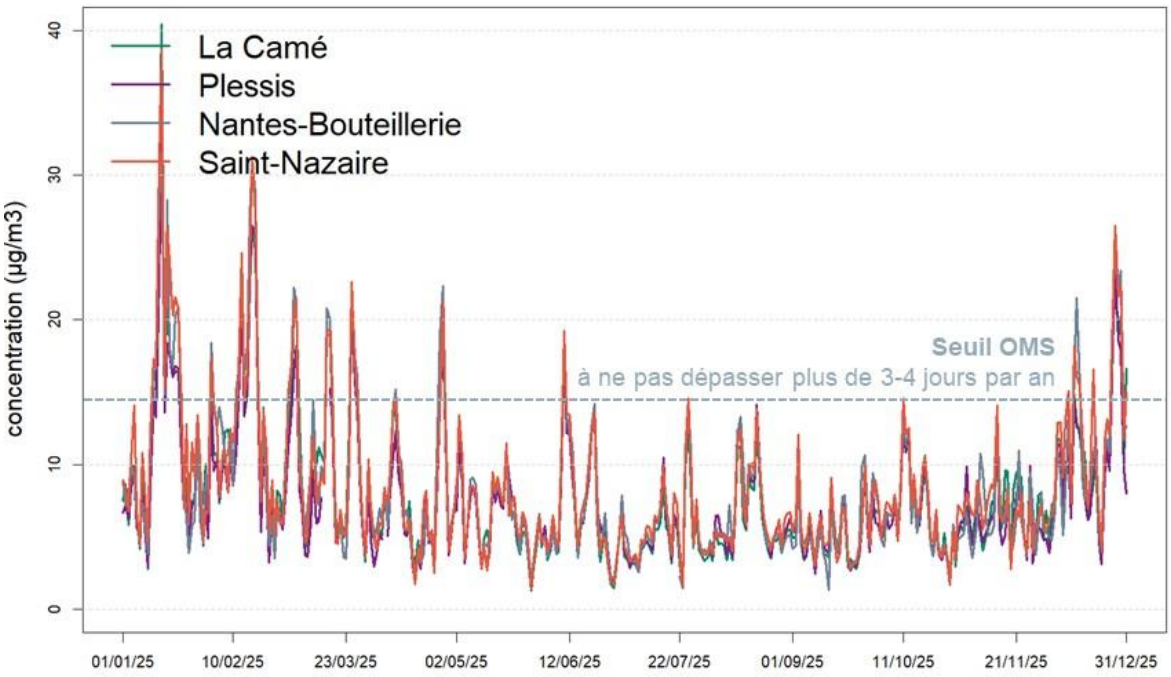


Figure 9 : évolution des concentrations journalières en PM2.5 en 2025

Ces résultats montrent que :

- À l'image des PM10, l'évolution journalière des PM2.5 est synchrone entre les sites, témoignant d'une influence globalement régionale sur ce polluant.
- La valeur guide journalière de l'OMS, fixée à 15 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an, n'a pas été respectée. Cette valeur est dépassée à 27 reprises au cours de l'année sur le site de La Camé. À titre de comparaison, elle est dépassée à 35 reprises sur le site de la Bouteillerie, 21 journées sur le site de Plessis, et à 33 reprises sur le site de Saint-Nazaire. Ces dépassements ont majoritairement lieu en période hivernale, à la faveur d'une hausse des émissions (notamment par le chauffage au bois individuel) et de conditions atmosphériques plus propices à l'accumulation des polluants.

Résultats pour les PM1

Ce chapitre présente les concentrations en particules PM1 (de diamètre inférieur à 1 µm) mesurées à La Camé et Plessis, et comparées aux mesures effectuées à Nantes-Bouteillerie et à Saint-Nazaire.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de réglementation sur les PM1 ni des valeurs guides fixées par l'OMS.

La figure ci-dessous présente sous la forme d'un boxplot la distribution statistique des concentrations en PM1 relevée sur les sites de La Camé, Plessis et Nantes au cours de l'année 2025.

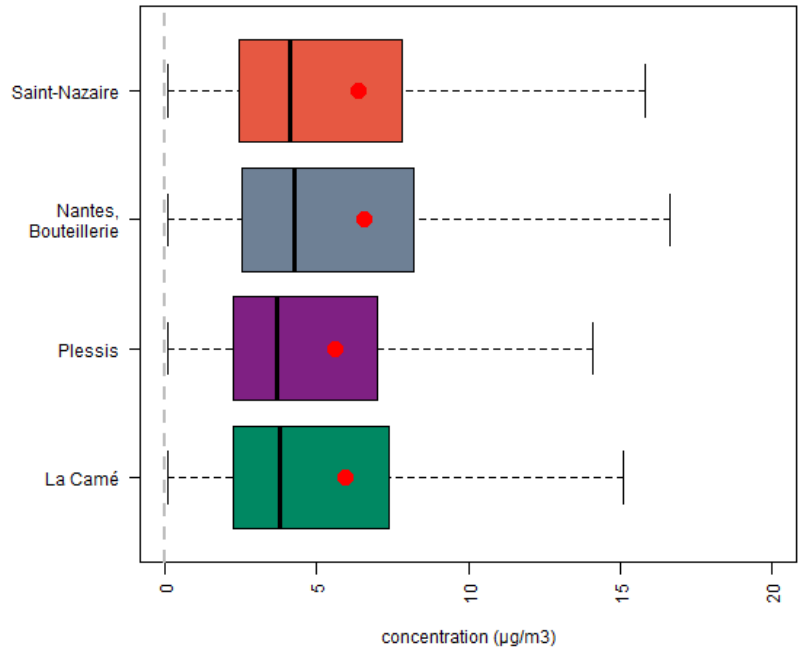


Figure 10 : boxplot des concentrations horaires en PM1 au cours de l'année 2025

Ces résultats en moyenne annuelle montrent que les concentrations sont proches entre les 4 sites de mesure, comprises entre 5,6 µg/m^3 (Plessis) et 6,6 µg/m^3 (site de la Bouteillerie).

Par ailleurs, l'évolution des concentrations journalières en PM1 ne montre pas de particularité locale sur le site de La Camé ou de Plessis, témoignant d'une influence régionale sur ce polluant.

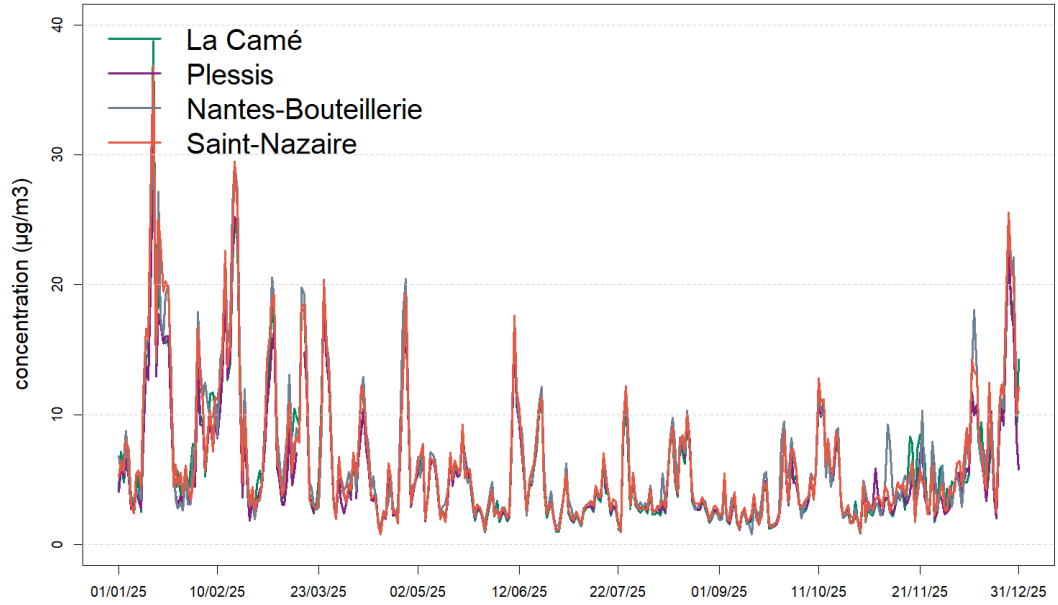


Figure 11 : évolution des concentrations journalières en PM1 en 2025

Résultats pour les retombées en nitrate et en ammonium

Les ions nitrates (NO3-) et ammonium (NH4+) ont été évalués par prélèvement des retombées atmosphériques sur 4 sites dans l'environnement de Yara : La Camé, Plessis, EQIOM et Millénis. Le site de Millénis était identifié comme le site le plus exposé à ces retombées par modélisation, lorsque la tour prilling était en activité.

Chaque prélèvement dure environ 1 mois, les résultats sont exprimés en mg/m²/jour.

La figure ci-dessous montre les retombées de nitrate et d'ammonium sur chacun des sites au cours de l'année 2025. Les résultats détaillés par mois sur l'année 2025 sont présentés en annexes.

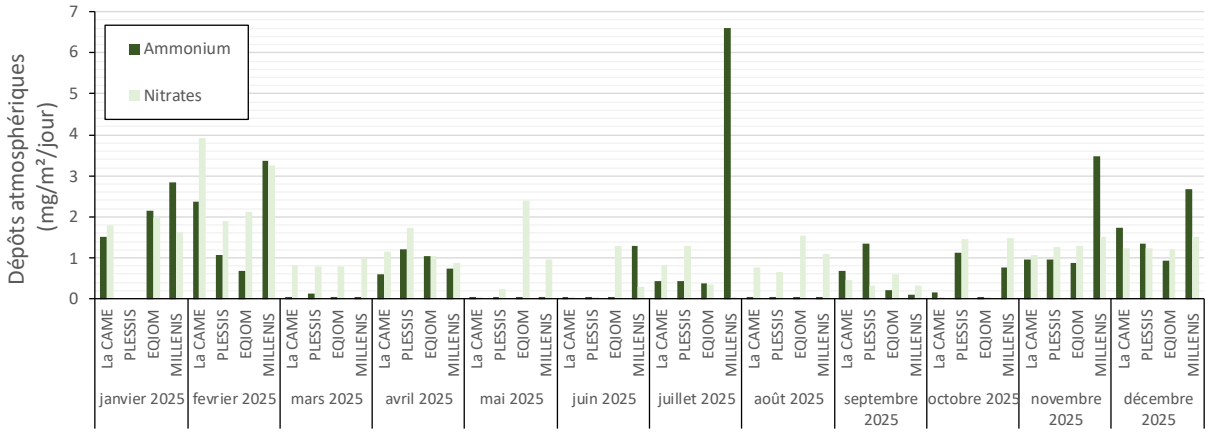


Figure 12 : retombées mensuelles en nitrate et en ammonium sur les 4 sites de mesure au cours de l'année 2025

Ces résultats montrent que, sur l'année 2025 :

- **Les retombées mensuelles en ammonium** sont comprises entre 0,05 et 2,4 mg/m²/jour sur le site de La Camé, 0 et 1,4 mg/m²/jour sur le site de Plessis, 0,04 et 2,2 mg/m²/jour sur le site EQIOM, et entre 0,05 et 6,6 mg/m²/jour sur le site Millénis.
- **Les retombées en nitrate** sont comprises entre 0,03 et 3,9 mg/m²/jour sur le site de La Camé, 0 et 1,9 mg/m²/jour sur le site de Plessis, 0,04 et 2,4 mg/m²/jour sur le site EQIOM, et entre 0,05 et 3,3 mg/m²/jour sur le site Millénis.
- Ces résultats montrent que les retombées en nitrate et en ammonium sont proches entre les sites, y compris sur le site Millénis.

Évaluation de l'influence de Yara

Influence de la zone Yara sur les particules

Méthodologie

La localisation des zones d'émissions se base sur l'étude des roses de concentrations (roses de pollution) enregistrées sur le site de La Camée.

Ce type de graphique indique les niveaux de polluant en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo France à Gron (Montoir-de-Bretagne). 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 à la moyenne de concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

Les figures suivantes montrent les roses de concentrations sur les sites de La Camé et de Plessis pour les PM10, les PM2.5 et les PM1. Elles sont comparées à celles effectuées sur des sites non-influencés (Nantes-Bouteillerie et Saint-Nazaire).

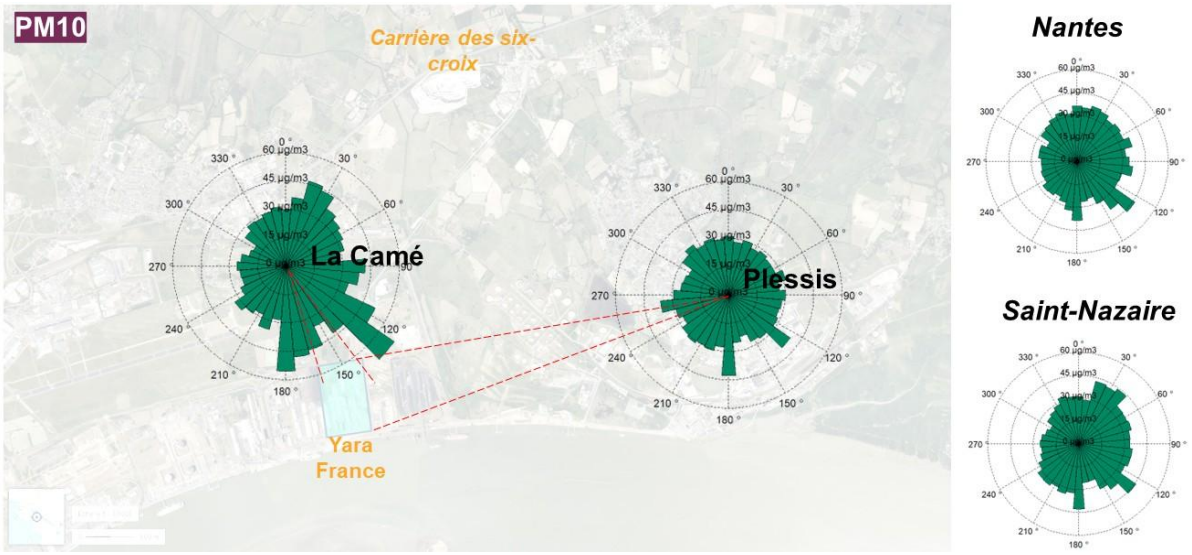


Figure 13 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM10 à La Camé et Plessis, et comparées à celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

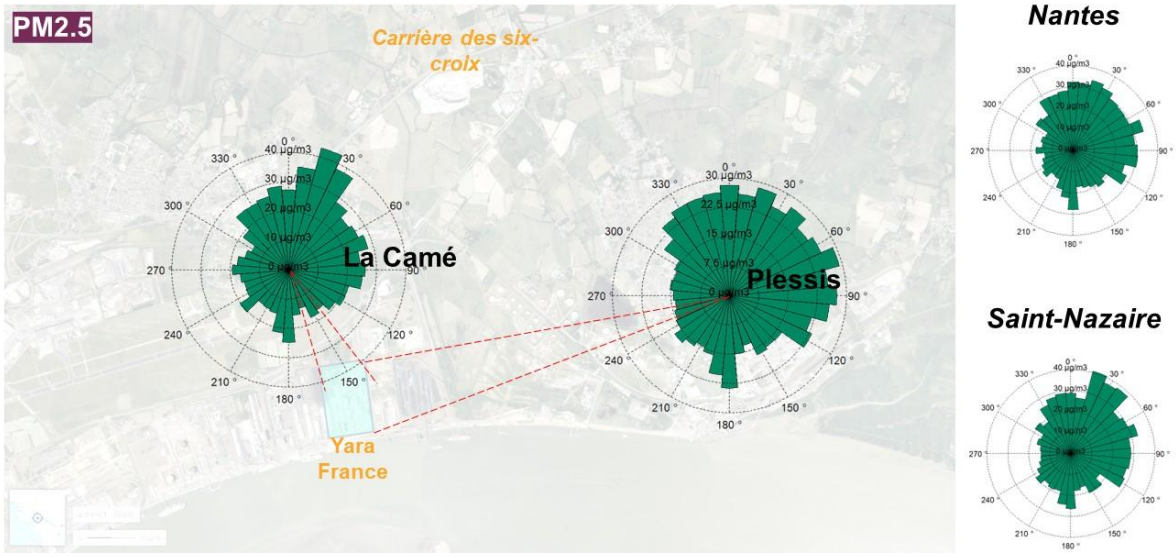


Figure 14 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM2.5 à La Camé et Plessis, et comparées à celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

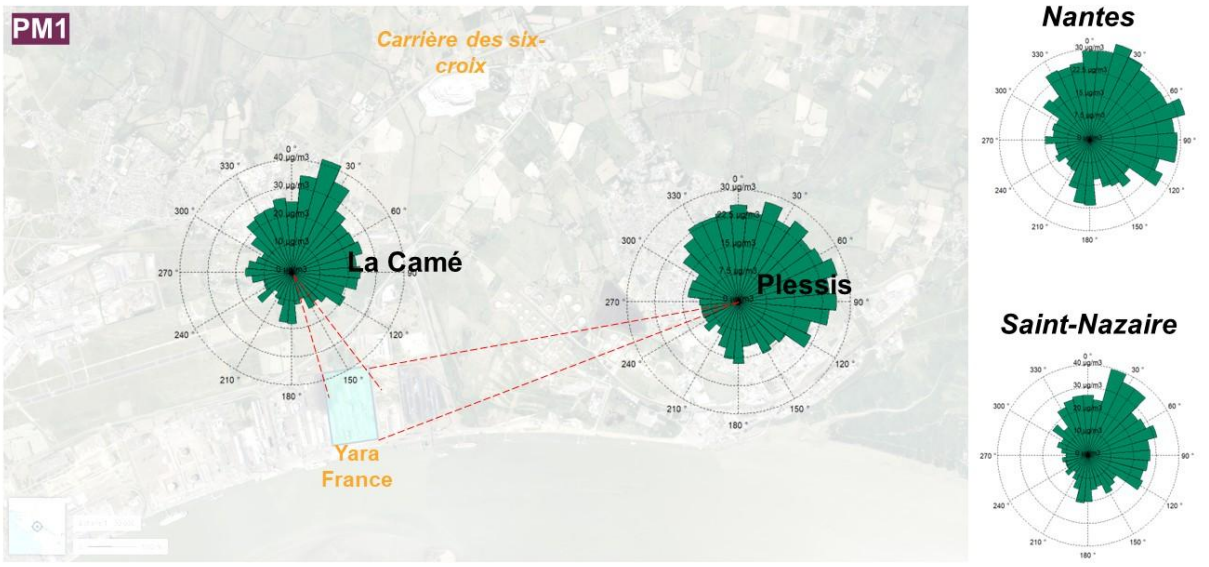


Figure 15 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM1 à La Camé et Plessis, et comparées à celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

Ces résultats montrent que, en moyenne sur l'ensemble de l'année 2025 :

- Une influence en PM10 est constatée sur le site de La Camé pour des directions de vents comprises entre 120°N et 130°N, ainsi qu'entre 160°N et 180°N. Ces apports sont également constatés pour les mêmes directions de vent sur les autres stations de mesure, y compris celles situées hors-zone Dongeoise (Nantes et Saint-Nazaire). L'influence est donc plutôt régionale.
- Une influence en PM2.5 et PM1 est observée sur le site de La Camé lorsque les vents proviennent des directions 10°N à 30°N. Cette influence est également observée à Saint-Nazaire.

Afin de mieux déceler l'influence des activités de la zone industrielle incluant Yara sur les concentrations en particules fines, le tableau ci-dessous montre la différence observée sur les concentrations mesurées en particules fines à La Camé par rapport au site de Plessis, selon 2 cas de figure :

1. Le site de La Camé est spécifiquement sous les vents dont la direction est située dans l'axe de la zone industrielle incluant Yara (140°N à 160°N).
2. Le site de La Camé est sous les vents provenant de toutes directions à l'exclusion de celles provenant de la zone industrielle incluant Yara.

		Différence entre La Camé et Plessis (µg/m³)
La Camé sous les vents de la zone Yara [140 ;160°N]	En PM10	**+2,8**
	En PM2.5	+0,2
	En PM1	-0,3
La Camé hors vent de la zone Yara (tous vents sauf [140 ; 160°N])	En PM10	+0,9
	En PM2.5	+0,4
	En PM1	+0,4

Tableau 1 : comparaison des différences de concentrations en PM10, PM2.5 et PM1 à La Camé par rapport au site de Plessis selon que le site de La Camé est soumis à l'influence de la zone Yara ou non

Ces résultats montrent que :

- Lorsque La Camé est spécifiquement sous les vents de la zone industrielle incluant Yara, une concentration supplémentaire de +2,8 µg/m³ pour les PM10 est constatée par rapport au site de Plessis. Cet apport en PM10 s'abaisse à +0,9 µg/m³ dans le cas où La Camé n'est pas sous les vents de la zone industrielle incluant Yara, suggérant une influence particulière en PM10 lorsque les vents proviennent de cette zone, et confirmant les observations effectuées en 2023 et 2024.
- Cette tendance n'est plus observée sur les particules PM2.5 et PM1. Lorsque La Camé est sous les vents de la zone industrielle incluant Yara, la concentration supplémentaire est de +0,2 µg/m³ pour les PM2.5 par rapport au site de Plessis (contre +0,4 µg/m³ hors vents), tandis qu'elle est de -0,3 µg/m³ pour les PM1 par rapport au site de Plessis (contre +0,4 µg/m³ hors vents).

Il est mis en évidence une influence de la zone industrielle dans son ensemble sur les concentrations en PM10, qui serait plutôt attribuable à une influence locale du terminal charbonnier ou des entreprises juxtaposées à Yara. Cette influence n'est plus visible sur les PM2.5 et les PM1 depuis l'arrêt de la tour prilling, confirmant les observations effectuées depuis octobre 2023.

Historique sur l'influence passée de la tour prilling

Historique sur les particules fines

Afin d'évaluer l'impact de l'arrêt de la production d'engrais sur les particules fines mesurées à La Camé, un travail historique a été effectué en construisant des roses de concentrations à La Camé sur 2 périodes :

- La 1re période, du 1er septembre 2020 au 26 septembre 2023, lorsque la tour prilling était en fonctionnement.
- La 2nde période, du 27 septembre 2023 au 31 décembre 2025, lorsque la tour prilling était à l'arrêt.

La figure ci-dessous compare les roses de pollution en PM10, PM2.5 et PM1 sur ces deux périodes.

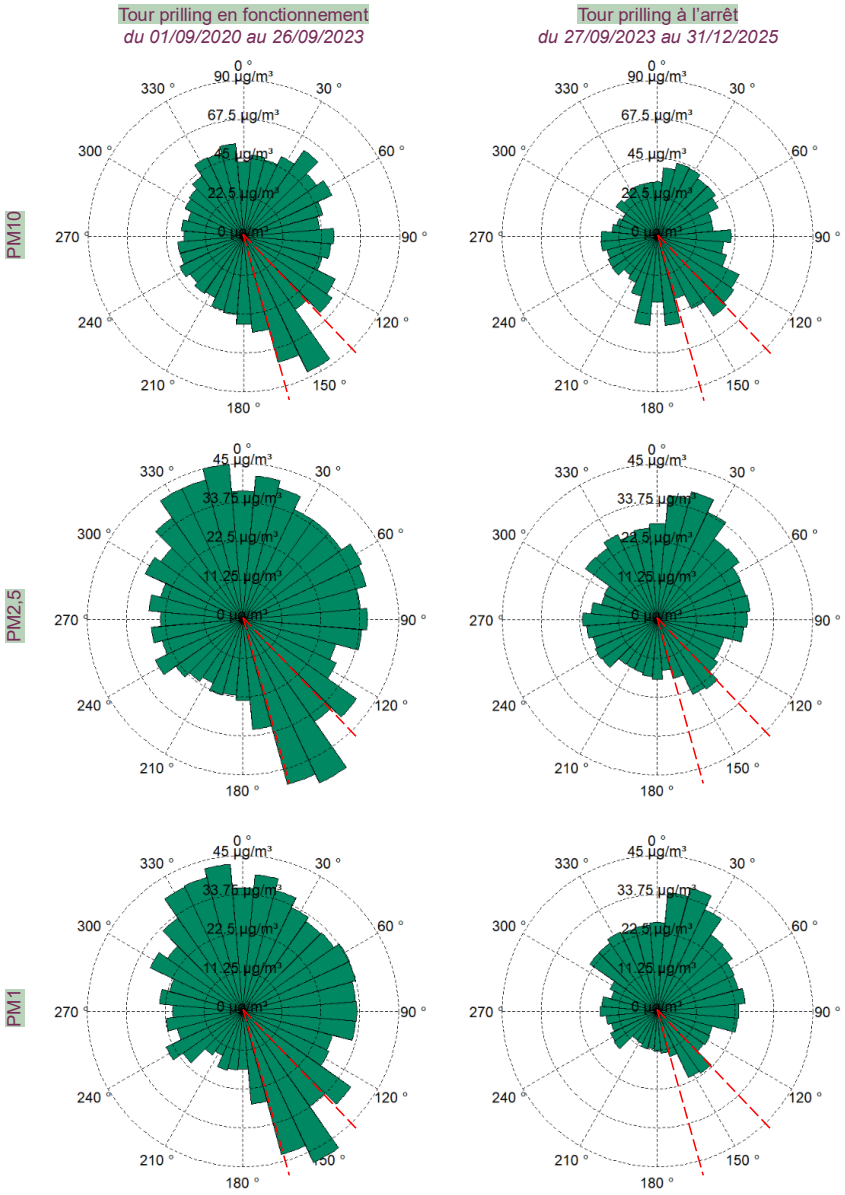


Figure 16 : roses de concentrations de pointe (P-98) pour les PM10 (en haut), PM2.5 (centre) et PM1 (en bas) mesurées sur le site de La Camé lorsque la tour prilling était en fonctionnement (à gauche), et depuis son arrêt (à droite). L'intervalle de directions de vent en provenance de la zone Yara est matérialisé par les tiretés rouges.

Ces roses de concentrations historiques montrent que :

- L'influence qui était visible sur les concentrations de pointe en PM10, PM2.5 et PM1, lorsque la tour prilling était en fonctionnement, et que le site de La Camé sous les vents de zone industrielle incluant Yara, n'est désormais plus visible depuis l'arrêt de la tour prilling.
- Sachant que la tour prilling émettait principalement des particules fines PM1, ces roses de concentrations confirment l'influence passée probable de la tour prilling sur les particules PM2.5 et PM1 mesurées à La Camé.

Historique sur les retombées en nitrate et en ammonium

Les deux graphiques ci-dessous présentent les retombées moyennes annuelles en ammonium et en nitrate sur les 4 sites de mesure, de 2021 à 2025, en différenciant la période où la tour prilling était en fonctionnement (jusqu'à fin septembre 2023) de celle où elle a été mise à l'arrêt suite à la réorientation des activités de Yara vers du stockage.

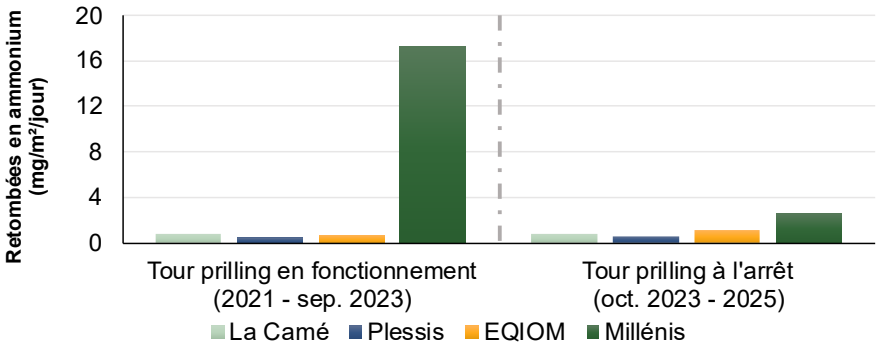


Figure 17 : évolution historique des retombées moyennes en ammonium dans l'environnement de la zone industrielle incluant Yara, avant et après la mise à l'arrêt de la tour prilling

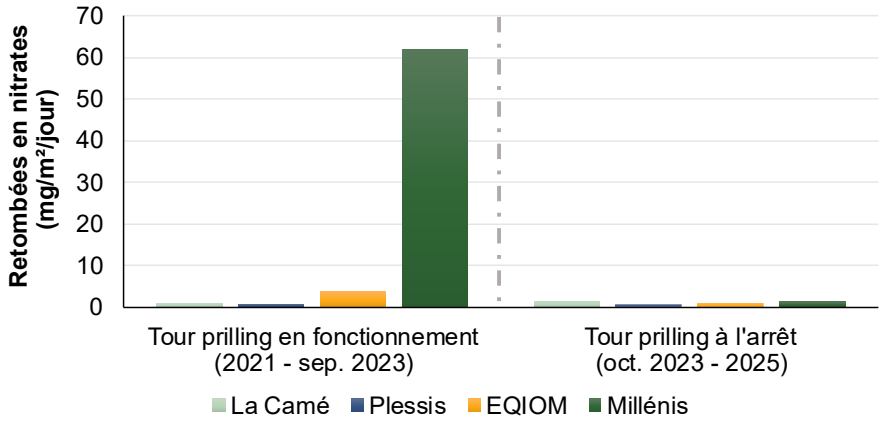


Figure 18 : évolution historique des retombées moyennes en nitrate dans l'environnement de la zone industrielle incluant Yara, avant et après la mise à l'arrêt de la tour prilling

Le suivi de l'évolution historique des retombées en nitrate et en ammonium montre que :

- **Sur le site de Millénis**, depuis l'arrêt de la tour prilling, une forte baisse des retombées en nitrate et en ammonium est constatée, respectivement divisées par 48 et par 7.
- **Cette baisse est moindre** sur les autres sites de mesure, comprises entre un facteur 4 à 0,6 sur les sites de EQIOM, La Camé et Plessis, sachant que les retombées lorsque la tour prilling était en fonctionnement étaient déjà d'un facteur dix fois inférieur à celles observées sur le site Millénis.
- **Ces observations confirment l'influence passée probable des émissions de la tour prilling** sur les retombées en nitrate et en ammonium mesurées sur le site de Millénis, en accord avec les résultats de l'étude de modélisation.
- Depuis l'arrêt de la tour prilling, les retombées en nitrate et en ammonium sont désormais proches entre les différents sites et correspondent au bruit de fond, sans influence locale significative. La reconduction de ces mesures ne paraît plus justifiée.

Bilan de l'année 2025

Les tableaux ci-dessous présentent les concentrations mesurées en 2025 sur le site de La Camé, au regard des valeurs réglementaires françaises et des valeurs guides de l'OMS.

VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Les valeurs guides de l'OMS : *NON CONTRAIGNANTES*

L'OMS (Organisation mondiale de la santé) détermine les niveaux d'exposition (en concentrations et durées) pour protéger la santé des populations et des végétaux, ce sont les « valeurs guides ». Ces lignes directrices visent à donner des conseils sur la façon de réduire les effets sanitaires de la pollution de l'air aux responsables de l'élaboration des politiques. Les dernières valeurs guides publiées par l'OMS datent de septembre 2021.

Les valeurs réglementaires :

Les concentrations de polluants dans l'air sont réglementées au niveau européen dans des directives, et sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

- **Seuils de déclenchement des épisodes de pollution :** *exposition court terme à une pollution aigüe (1h à 24h)*

CONTRAIGNANTES

- **Seuil d'information et de recommandation** : seuil à partir duquel la concentration d'un polluant atmosphérique peut représenter un risque pour la santé humaine des populations sensibles et justifie une information auprès du grand public.
- **Seuil d'alerte** : seuil au-delà duquel la concentration d'un polluant atmosphérique représente un risque pour la santé humaine et justifie la mise en place de mesures d'urgence afin de réduire les émissions.

- **Autres seuils réglementaires :** *exposition court terme à long terme (1h à 1 an)*

CONTRAIGNANTE

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

NON CONTRAIGNANTES

- **Objectif de qualité** : niveau de pollution atmosphérique à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution sur la santé humaine et/ou l'environnement.
- **Valeur cible** : niveau à atteindre dans la mesure du possible dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution sur la santé humaine et/ou l'environnement.

Comparaison aux valeurs réglementaires françaises

Particules PM10						
Valeurs réglementaires françaises			Valeur mesurée sur la station La Camé	Valeur mesurée sur la station Plessis	Situation par rapport aux valeurs de la réglementation française	Commentaire
Exposition chronique			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur limite	Moyenne annuelle	40 µg/m³	Moyenne 13 µg/m³	Moyenne 12 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30 µg/m³	Moyenne 13 µg/m³	Moyenne 12 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Exposition aigüe			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Seuil d'information	Moyenne journalière	50 µg/m³	Moyenne journalière maximale 45 µg/m³	Moyenne journalière maximale 37 µg/m³	✓	Seuil respecté sur la période
Seuil d'alerte	Moyenne journalière	80 µg/m³	Moyenne journalière maximale 45 µg/m³	Moyenne journalière maximale 37 µg/m³	✓	Seuil respecté sur la période
Exposition aigüe			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur limite	Moyenne journalière	50 µg/m³ 35 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 45 µg/m³	Moyenne journalière maximale 37 µg/m³	✓	Aucun jour de dépassement sur la période

Particules fines PM2.5						
Valeur de référence			Valeur mesurée sur la station La Camé	Valeur mesurée sur la station Plessis	Situation par rapport aux valeurs de la réglementation française	Commentaire
Exposition chronique			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur limite	Moyenne annuelle	25 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Valeur cible	Moyenne annuelle	20 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	10 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil

Comparaison aux valeurs guides de l'OMS

Particules PM10						
Valeur de référence			Valeur mesurée sur la station La Camé	Valeur mesurée sur la station Plessis	Situation par rapport aux valeurs guides de l'OMS	Commentaire
Exposition chronique			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur guide OMS	Moyenne annuelle	15 µg/m³	Moyenne 13 µg/m³	Moyenne 12 µg/m³	✓	Moyenne mesurée sur la période inférieure au seuil
Exposition aigüe			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur guide OMS	Moyenne journalière	45 µg/m³ 3-4 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 45 µg/m³	Moyenne journalière maximale 37 µg/m³	✓	1 jour de dépassement sur la période à La Camé
Particules fines PM2.5						
Valeur de référence			Valeur mesurée sur la station La Camé	Valeur mesurée sur la station Plessis	Situation par rapport aux valeurs guides de l'OMS	Commentaire
Exposition chronique			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur guide OMS	Moyenne annuelle	5 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	Moyenne 8 µg/m³	✗	Moyenne mesurée sur la période supérieure au seuil
Exposition aigüe			**Période considérée – 01/01/2025 au 31/12/2025**			
Valeur guide OMS	Moyenne journalière	15 µg/m³ 3-4 jours maximum par an	Moyenne journalière maximale 40 µg/m³	Moyenne journalière maximale 34 µg/m³	✗	30 jours (La Camé) et 23 jours (Plessis) de dépassement sur la période

Conclusions et perspectives

Afin de répondre à l'arrêté préfectoral n°2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019, et à la sollicitation de Yara France pour satisfaire les exigences de cet arrêté, Air Pays de la Loire a entrepris depuis octobre 2020 des mesures automatiques et permanentes de PM10, PM2.5 et PM1, ainsi que des mesures de retombées en nitrate et en ammonium dans son environnement afin d'évaluer l'exposition de la population et d'apprécier l'influence des émissions de Yara sur ces polluants.

Le site Yara de Montoir-de-Bretagne faisait autrefois de la production et du stockage d'engrais. Le 26 septembre 2023, l'établissement a définitivement cessé son activité de production, réorientant ses activités exclusivement vers du stockage. Les mesures effectuées depuis octobre 2023 permettent d'évaluer l'impact de l'arrêt de la tour prilling – émettrice en particules fines et en nitrates d'ammonium – sur la qualité de l'air environnante.

Pour les particules PM10 :

- Les valeurs limites et l'objectif de qualité sont respectés en moyenne annuelle, tant sur le site de La Camé que sur le site de Plessis. La valeur guide annuelle de l'OMS est également respectée.
- Le seuil d'information, et a fortiori le seuil d'alerte journalier sont respectés tout au long de la campagne. La valeur limite journalière de même que la valeur guide journalière de l'OMS, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an, sont respectées sur les sites de La Camé et Plessis.

Pour les particules PM2.5 :

- La valeur limite et l'objectif de qualité sont respectés en moyenne annuelle sur les sites de La Camé et Plessis.
- En revanche, la valeur guide annuelle de l'OMS (5 µg/m^3), et la valeur guide journalière (15 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 ou 4 jours par an) ont été dépassées en 2025, tant sur le site de La Camé que de Plessis. Ces dépassements concernent une grande partie du territoire national liés à des épisodes de pollution de grande ampleur géographique.

Sur l'influence de Yara, et en particulier sur l'impact de l'arrêt des ateliers de production :

- La zone industrielle incluant Yara, SeaInvest, EQIOM, Millénis, le Terminal charbonnier et les activités de brouettage, constitue une source d'influence locale sur les PM10 sur le site de La Camé. Cette influence locale est perceptible sur des pics horaires lorsque le site de La Camé est spécifiquement sous les vents de cette zone, et vient ponctuellement s'ajouter à une influence régionale. Avec le dispositif métrologique mis en œuvre dans la présente étude, il n'est pas possible d'identifier précisément lequel de ces établissements est le plus influent. Les roses de concentrations indiquent toutefois une origine plus probable en provenance du terminal charbonnier ou de l'entreprise SeaInvest.
- L'apport en PM2.5 et en PM1 observé jusqu'en septembre 2023 sur le site de La Camé lorsque les vents provenaient de la zone industrielle incluant Yara n'est plus détecté depuis octobre 2023, c'est-à-dire depuis l'arrêt de la tour prilling. Cela tend à confirmer l'influence probable passée des ateliers de production sur ces particules fines observées sur le site de La Camé, lorsque celui-ci était sous les vents de cette zone (entre 3 % et 4 % du temps annuel depuis 2021). Depuis la réorientation des activités de Yara vers le stockage, cette influence n'est plus détectée sur le site de La Camé.
- Compte tenu de l'absence d'influence détectée sur les retombées en nitrate et en ammonium depuis l'arrêt de la tour prilling, la reconduite de ces mesures ne paraît plus pertinente.

Perspectives

Les mesures seront poursuivies selon le même dispositif durant le premier semestre 2026. Air Pays de la Loire préconise :

- L'arrêt des mesures de retombées de nitrate et d'ammonium sur l'ensemble des sites, compte tenu de l'absence d'influence détectée depuis l'arrêt de la tour prilling, et que ces retombées ne font pas l'objet de valeurs réglementaires.
- Le maintien des mesures en particules fines PM10 et PM2.5 sur le site de La Camé et de Plessis, compte tenu de l'impact toujours visible des émissions de la zone industrielle dans son ensemble sur les concentrations en PM10, et compte tenu du dépassement des valeurs guides OMS pour les concentrations en PM2.5.

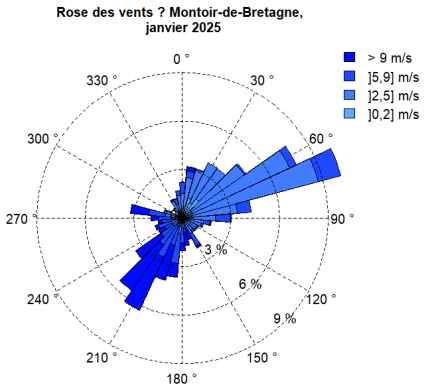
Annexes

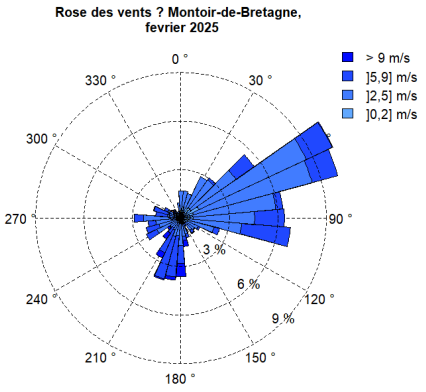
- Annexe 1 : dépôts atmosphériques de nitrate et d’ammonium
- Annexe 2 : roses des vents mensuels
- Annexe 3 : Air Pays de la Loire
- Annexe 4 : types des sites de mesure
- Annexe 5 : polluants
- Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2025
- Annexe 7 : effets des polluants atmosphériques sur la santé

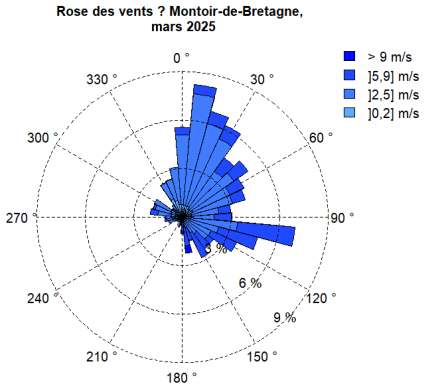
Annexe 1 : dépôts atmosphériques de nitrate et d'ammonium (en mg/m²/jour)

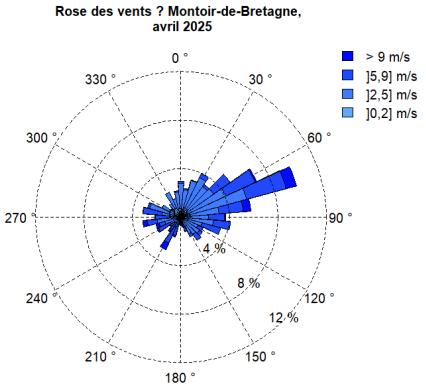
Mois	Site	Retombées en ammonium NH4+ (mg/m²/jour)	Retombées en nitrates NO3- (mg/m²/jour)
janvier 2025	La CAME	1,51	1,78
	PLESSIS	0,00	0,00
	EQIOM	2,15	1,98
	MILLENIS	2,85	1,61
fevrier 2025	La CAME	2,36	3,91
	PLESSIS	1,08	1,91
	EQIOM	0,67	2,12
	MILLENIS	3,36	3,27
mars 2025	La CAME	0,05	0,81
	PLESSIS	0,12	0,80
	EQIOM	0,05	0,80
	MILLENIS	0,05	0,99
avril 2025	La CAME	0,60	1,16
	PLESSIS	1,19	1,72
	EQIOM	1,04	1,04
	MILLENIS	0,73	0,86
mai 2025	La CAME	0,05	0,05
	PLESSIS	0,05	0,24
	EQIOM	0,05	2,41
	MILLENIS	0,05	0,97
juin 2025	La CAME	0,05	0,05
	PLESSIS	0,05	0,05
	EQIOM	0,05	1,29
	MILLENIS	1,28	0,28
juillet 2025	La CAME	0,43	0,81
	PLESSIS	0,44	1,29
	EQIOM	0,38	0,34
	MILLENIS	6,61	0,05
août 2025	La CAME	0,05	0,77
	PLESSIS	0,05	0,65
	EQIOM	0,05	1,54
	MILLENIS	0,05	1,10
septembre 2025	La CAME	0,68	0,46
	PLESSIS	1,34	0,33
	EQIOM	0,21	0,60
	MILLENIS	0,09	0,32
octobre 2025	La CAME	0,14	0,03
	PLESSIS	1,13	1,46
	EQIOM	0,04	0,04
	MILLENIS	0,75	1,49
novembre 2025	La CAME	0,96	1,06
	PLESSIS	0,95	1,28
	EQIOM	0,87	1,30
	MILLENIS	3,49	1,50
décembre 2025	La CAME	1,73	1,24
	PLESSIS	1,35	1,23
	EQIOM	0,92	1,19
	MILLENIS	2,66	1,51

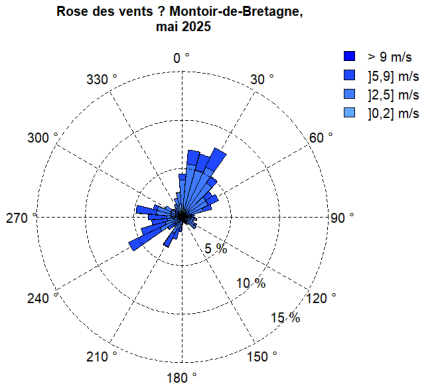
Annexe 2 : roses des vents mensuels

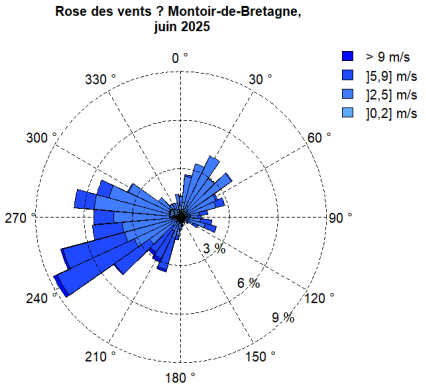


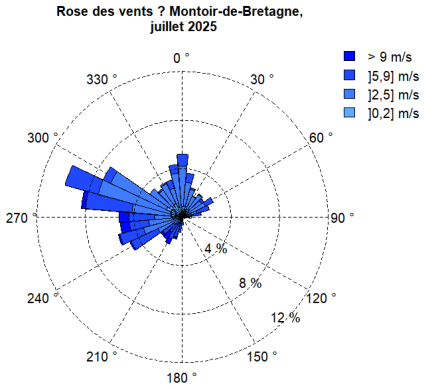


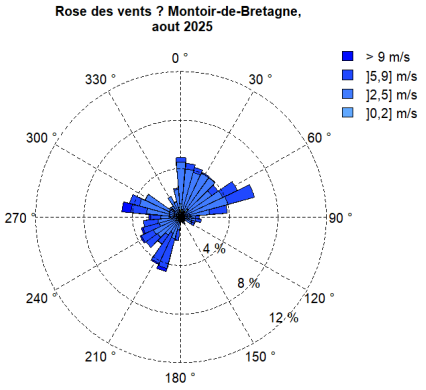


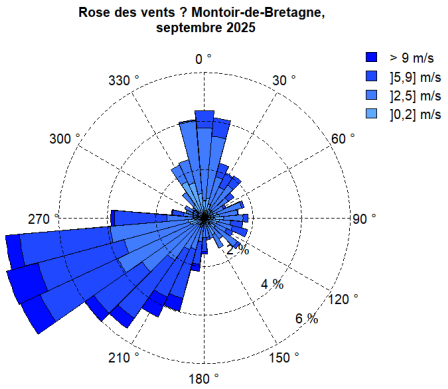


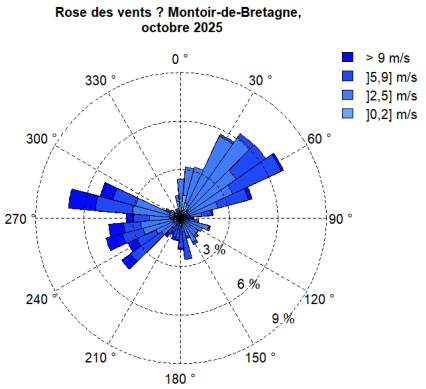


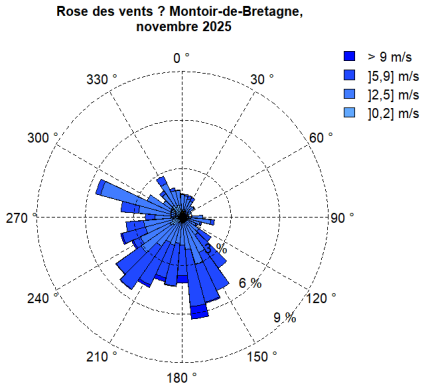


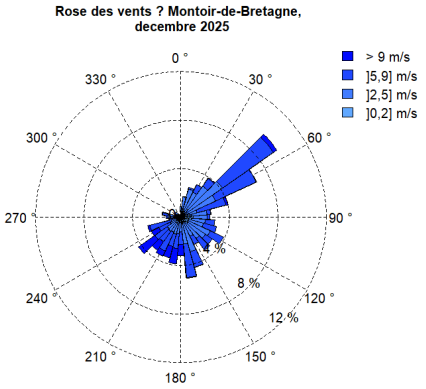

Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
juillet 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
4 %
8 %
12 %


Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
aout 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
4 %
8 %
12 %


Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
septembre 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
2 %
4 %
6 %


Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
octobre 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
3 %
6 %
9 %


Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
novembre 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
3 %
6 %
9 %


Rose des vents ? Montoir-de-Bretagne,
decembre 2025
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
4 %
8 %
12 %

Annexe 3 : 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.

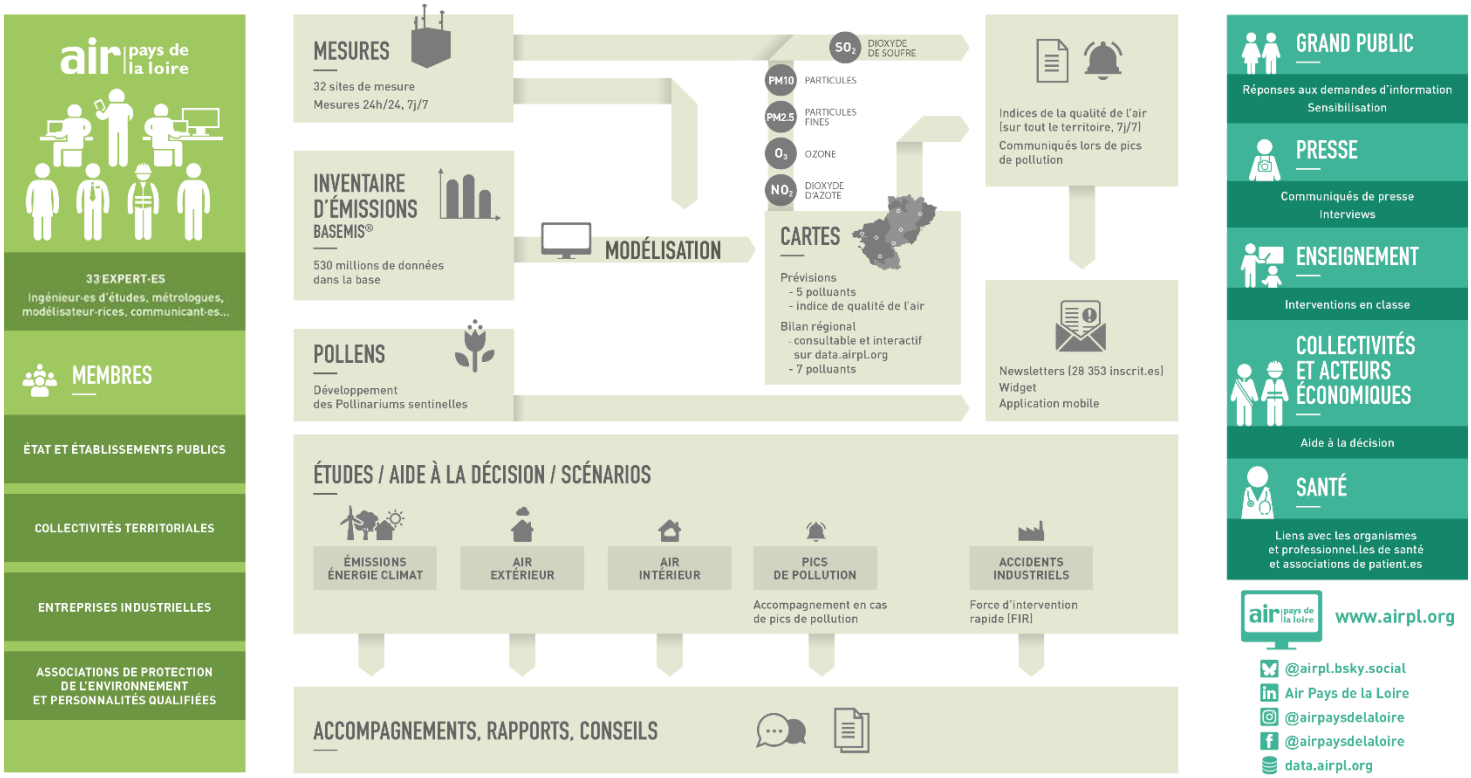
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- 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-partenariale, 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 4 : types des sites de mesure

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

sites urbains

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

sites périurbains

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

sites industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.

Annexe 5 : polluants

Les particules PM10, PM2.5 et PM1

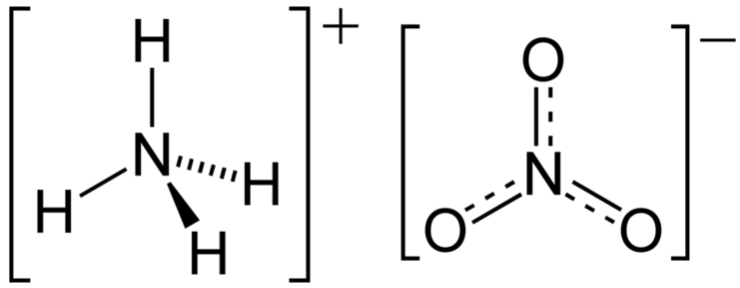
Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de natures très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des 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'émissions. Les particules fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Les PM1 (diamètre inférieur à 1 µm) pénètrent jusque dans les bronches. 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 cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques…).

Le nitrate d'ammonium

Les sources de nitrate d'ammonium

Les sources du nitrate d'ammonium sont directement liées à celles des ions ammonium NH_4^+ et nitrate NO_3^-



Formule 2D du nitrate d'ammonium

L'ion ammonium a pour origine les émissions d'ammoniac gazeux dans l'atmosphère provenant des activités agricoles essentiellement (élevage et épandage d'engrais). Le rôle des sols est également important parce qu'ils assimilent l'azote atmosphérique pour produire de l'azote organique minéralisé ensuite à l'état d'ammoniac ou d'ammonium.

Les nitrates dans l'atmosphère sont issus principalement du cycle de l'azote dont un des produits finaux est l'acide nitrique (H+NO3-), composante importante de l'acidité des précipitations issu de l'oxydation des oxydes d'azote. Les oxydes d'azote proviennent notamment de l'activité humaine. Les nitrates sont donc issus indirectement et essentiellement des activités anthropiques.

En résumé, l'ion ammonium provient essentiellement des activités agricoles tandis que le nitrate atmosphérique provient des transports et de l'industrie.

Compte tenu de la position géographique de la Loire-Atlantique, les élévations générales en nitrate d'ammonium apparaissent principalement par vent d'origine continentale (vents d'est) alors que les vents océaniques d'ouest sont associés à des niveaux globalement faibles de ces composés.

Le nitrate d'ammonium provient également d'émissions directes de sources fixes, en particulier les établissements de fabrication d'engrais, à l'exemple de l'usine Yara France de Montoir.

Le nitrate d'ammonium un aérosol secondaire semi volatil

Le nitrate d'ammonium $NH4NO^3$ dans l'atmosphère est formé à partir de l'ammoniac NH^3 (g) et de l'acide nitrique HNO^3(g). Cet aérosol secondaire se présente sous la forme de particules submicroniques. Il est semi volatil c'est-à-dire qu'il peut se volatiliser en NH^3 (g) et HNO^3 (g). Rusell *et al* (1983) estiment qu'à des températures supérieures à 30°C la majorité du nitrate se trouve en phase gazeuse sous forme d'acide nitrique, tandis qu'à des températures inférieures à 15°C, le nitrate se trouve en phase particulaire sous forme de nitrate d'ammonium. Entre ces deux températures il existe une quantité variable de nitrate sous forme gazeuse et particulaire. L'humidité relative, les concentrations atmosphériques en ammoniac et acide nitrique ont également des effets sur cet équilibre gaz/particule. Toutefois la température semble être le facteur prépondérant.

Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2025

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Article R221-1 - Code de l'environnement

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O_3)	DIOXYDE D'AZOTE (NO_2)	PARTICULES (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] 1er seuil : 240 [2] 2ème seuil : 300 [2] 3ème seuil : 360 ou à partir du 2e 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 2e 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

Article R221-1 - Code de l'environnement

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O_3)	DIOXYDE D'AZOTE (NO_2)	OXYDES D'AZOTE (NO_x)	PARTICULES (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 [9]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 [1] [8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 [1] [6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 [7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation
(2) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
(3) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
(4) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,79 annuel)
(5) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,73 annuel)
(6) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(7) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
(8) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(9) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile.

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

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

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

	PARTICULES FINES PM2,5		PARTICULES PM10		OZONE O_3		DIOXYDE D'AZOTE NO_2		DIOXYDE DE SOUFRE SO_2		MONOXYDE DE CARBONE CO	CADMIUM	PLOMB
	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	Long terme (moy. annuelle)	Long terme (moy. annuelle)
Valeurs OMS	15µg/m³ [a]	5µg/m³	45µg/m³ [a]	15µg/m³	100µg/m³ [a] (moy. sur 8h) 60µg/m³ [b] (saison de pointe)	-	200µg/m³ (moy. horaire) 25µg/m³ [a] (moy. sur 24h)	10µg/m³	500µg/m³ (moy. sur 10 min) 40µg/m³ [a] (moy. sur 24h)	-	100mg/m³ (moy. sur 15 min) 30mg/m³ (moy. horaire) 10mg/m³ (moy. sur 8h) 4mg/m³ [a] (moy. sur 24h)	5ng/m³	0,5µg/m³

Annexe 7 : 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 1 400 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_2)** l'inhalation régulière de NO_2 peut aggraver les maladies respiratoires, telles que l'asthme, et rendre les individus plus vulnérables aux infections respiratoires.
- **L'ozone troposphérique (O_3)** : c'est un oxydant puissant qui irrite les voies respiratoires et réduit la capacité pulmonaire, présent surtout en période estivale.
- **Le monoxyde de carbone (CO)** : il réduit la capacité du sang à transporter l'oxygène. Une exposition aiguë peut entraîner des symptômes graves, allant de maux de tête à la perte de conscience, voire la mort.
- **Le dioxyde de soufre (SO_2)** : il irrite les muqueuses respiratoires.
- **Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** : famille de plusieurs centaines de composés, certains sont reconnus comme cancérogènes, d'autres sont suspectés d'avoir des effets toxiques variés, notamment comme perturbateurs endocriniens.
- **Les Composés organiques volatils (COV) :** large famille de substances (formaldéhyde, toluène…), certains ont des effets irritants ou neurotoxiques, et plusieurs sont suspectés ou reconnus comme cancérogènes.
- **Le benzène** : de la famille des COV, c'est un cancérogène avéré pour l'homme lors d'une exposition prolongée, il affecte la moelle osseuse et peut entraîner des leucémies.

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'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
contact@airpl.org

air pays de la loire
www.airpl.org