YARA FRANCE

Évaluation des niveaux en particules dans son environnement à Montoir-de-Bretagne

Campagne 2024

Air Pays de la Loire • mai 25

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 2024 8
Résultats pour les PM10 8
Résultats pour les PM2.5 11
Résultats pour les PM1 13
Évaluation de l'influence de Yara 14
Influence de la zone Yara sur les particules 14
Influence de la zone Yara sur les retombées en nitrate et ammonium 17
Conclusions et perspectives 18
Annexes 19

Contributions

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

Mise en page : Bérangère Poussin,

Exploitation du matériel de mesure : Thibaud Tregouet, Edouan Fachat

Validation : François Ducroz, Céline Puente Lelièvre, 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 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

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

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

Remerciements

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

Synthèse

Contexte et objectifs

L'arrêté préfectoral n°2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019 impose des prescriptions à la surveillance réglementaire de la pollution atmosphérique à la société Yara France sur son site de Montoir-de-Bretagne.

Le dispositif de mesure déployé en 2024 s'inscrit dans un historique de mesure initié depuis 2020 dans l'environnement de Yara. Les objectifs de cette étude reposent sur 2 axes :

- 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.

Les ateliers de production de Yara ont été mis à l'arrêt depuis le 26 septembre 2023 afin de se concentrer uniquement sur le stockage d'engrais. Le dispositif déployé en 2024 permet de quantifier l'effet de l'arrêt de ces ateliers sur les polluants mesurés.

Moyens

Les zones de retombées maximales issues des émissions de Yara ont été identifiées par modélisation [1]. 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, zone 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 retombées atmosphériques de nitrate et d'ammonium ont été effectuées par jauge 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 en 2024.

Résultats

Au regard de la réglementation française :

- En 2024, la valeur limite pour les PM10 (40 µg/m^3) et PM2.5 (25 µg/m^3), et l'objectif de qualité annuel (respectivement 30 µg/m^3 et 10 µg/m^3) ont été respectés.
- Le seuil d'information pour les PM10 (50 µg/m^3) n'a jamais été atteint sur l'année.

Au regard des valeurs guides de l'OMS :

- Les valeurs guides annuelles et journalières préconisées par l'OMS sont toutefois atteintes pour les PM2.5, tant sur le site de La Camé que sur les autres stations du réseau de surveillance régional, en lien avec des épisodes de hausse régionale voire nationale des particules en période hivernale notamment.

Les mesures mises en œuvre a 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 l'influence des activités de la zone Yara (Sea Invest, EQIOM, Millénis, terminal charbonnier compris), une surconcentration est observée uniquement sur les PM10, de l'ordre de +1,2 µg/m^3. À la différence des années précédentes, aucune surconcentration n'est observée sur les particules plus fines (PM2.5 et PM1).
- Sur le site Millénis, le plus exposé, les retombées en ammonium ont baissé de 12 mg/m²/jour en 2023 (lorsque les ateliers étaient en production nominale) à 2,9 mg/m²/jour en 2024. Les retombées en nitrate ont baissé de 39 mg/m²/jour en 2023 à 1 mg/m²/jour en 2024.
- Ces éléments permettent de confirmer que l'arrêt des ateliers de production a permis de réduire l'exposition aux particules les plus fines (PM2.5 et PM1) sur le site de La Camé, et a permis de réduire les retombées en nitrate et en ammonium dans l'environnement de l'usine.
- L'apport en particules PM10 se maintient et peut être liée au stockage d'engrais de Yara et à l'ensemble de la zone industrielle à proximité (SeaInvest, EQIOM, Millénis, parc à charbon).

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

Introduction

Yara France est une industrie de production d'engrais à destination de l'agriculture, implantée à Montoir-de-Bretagne depuis 1972. Elle se situe dans une zone portuaire, à l'embouchure de la Loire près de Saint-Nazaire, et caractérisée par un tissu industriel important. Elle est notamment entourée 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.

L'arrêté préfectoral n°2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019 impose à Yara des prescriptions complémentaires à la surveillance réglementaire de la pollution atmosphérique. La société Yara France à Montoir-de-Bretagne s'est rapprochée 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.

Depuis 2023, les mesures intègrent également les particules fines PM1 sur les sites de La Camé (Montoir-de-Bretagne) et de Plessis (Donges).

Les objectifs de cette étude reposent sur deux axes :

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

L'étude actuelle s'intègre dans un historique d'études menées par Air Pays de la Loire qui ont notamment montré :

- Une zone de retombée moyenne issue des émissions de Yara estimée à quelques centaines de mètres par modélisation [2], mais pouvant aller au-delà de ce périmètre dans des conditions des vents établis, notamment concernant les particules PM1 [3].
- Un empoussièrement général de la zone lié à différentes sources locales, incluant Yara, et pouvant impacter de manière ponctuelle dans le temps les niveaux de particules, de nitrate et d'ammonium mesurés [4].
- Une concentration moyenne en PM10 dans la zone qui reste conforme à la réglementation, et dont les épisodes de pollution sont la conséquence d'épisodes régionaux affectant une grande partie du territoire.
- Une influence effective de Yara sur les concentrations en PM2.5 relevées à La Camé, avec une surconcentration de l'ordre de +1,8 µg/m^3 [5] lorsque ce site de mesure est sous l'influence des émissions de l'établissement.

Suite à une réorganisation de ses activités, le site Yara de Montoir-de-Bretagne a arrêté ses ateliers de production (tour prilling) depuis le 26 septembre 2023 afin de se concentrer uniquement sur le stockage d'engrais. Cet arrêt peut avoir une influence sur la qualité de l'air qui peut être quantifiée avec le maintien du dispositif de mesures en 2024.
Suite aux résultats de 2023, qui ne montraient aucune influence de l'établissement (les ateliers de production étant à l'arrêt), et à la demande de Yara, les mesures de concentrations en nitrate et en ammonium n'ont pas été reconduites en 2024. Le reste du dispositif est resté inchangé avec :

- la mesure permanente des particules PM10, PM2.5 et PM1,
- les retombées atmosphériques en nitrate et en ammonium.

[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
[3] Rapport 2008 : https://www.airpl.org/rapport/modelisation-des-niveaux-de-nitrate-d-ammonium-yara-france-a-montoir-de-bretagne-etude-preliminaire-a-la-campagne-de-mesure-2008
[4] Rapport 2016 : https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-niveaux-de-poussieres-et-de-nitrate-d-ammonium-dans-l-environnement-de-yara-2016
[5] Rapport 2022 :https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-niveaux-en-particules-dans-l-environnement-de-yara-france

Dispositif

Méthode de mesure

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

Figure 1 : 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 2 : 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.

La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en mg/m^2/jour.

Les prélèvements sont effectués sur une période d'un mois, chaque mois de l'année. Les résultats obtenus correspondent donc à une moyenne mensuelle.

La mesure sur 4 sites (La Camé, Plessis ainsi que 2 sites dans les zones de retombées maximales modélisées, situées au niveau des industries EQIOM et Millénis) 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 [6] 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 Camée 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 identifié par modélisation comme étant dans la zone de retombées maximales.
- **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.

Figure 3 : dispositif de mesure mis en œuvre dans l'environnement de Yara en 2024

Site	Distance au centre de l'installation Yara	Composés mesurés	
		Concentrations	Retombées
		PM10, PM2.5, PM1	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.

[6] 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
Mesures automatiques PM10, PM2.5, PM1	Toute l'année 2024	Horaire
Retombées atmosphériques de nitrate et d'ammonium	Toute l'année 2024	Mensuelle

Sur l'ensemble de l'année 2024, les ateliers de production de l'usine sont à l'arrêt. Les chaudières et le stockage d'engrais demeurent en fonctionnement.

Conditions météorologiques

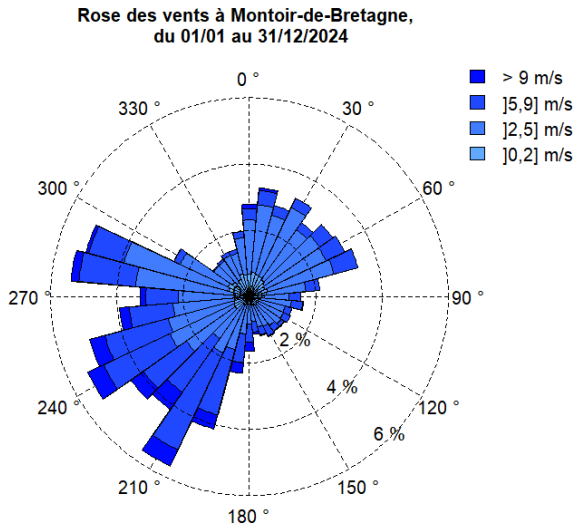


Figure 4 : rose des vents à Montoir-de-Bretagne pour l'année 2024 (source : Météo -France)

Les vents relevés à la station Météo-France de Montoir-de-Bretagne sur l'ensemble de l'année 2024 ont été marqués par deux composantes principales :

- L'une d'origine sud-ouest à ouest (comprise entre 190°N et 290°N) caractérisée par des vents modérés à forts. Ces situations sont associées à des flux océaniques perturbés favorables à la dispersion des polluants.
- L'autre d'origine nord-est (comprise entre 0°N et 70°N) est caractérisée par des vents faibles à modérés.

La rose des vents sur l'année 2024 est comparable à celle calculée sur vingt ans, et est représentative d'une année classique.

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 2024.

Les capteurs situés à Plessis sont sous l'influence des émissions de Yara pour des vents compris entre 250°N et 260°N, soit 7 % du temps de mesure de l'année 2024.

Bilan de la qualité de l'air 2024

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.

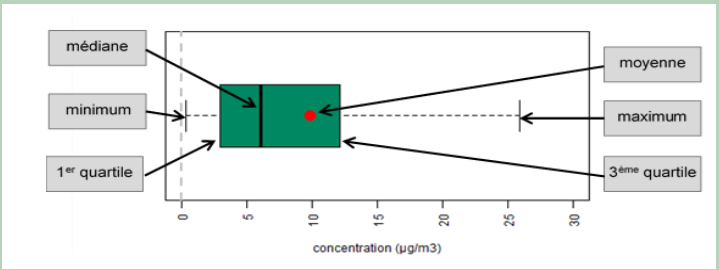
Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- 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 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 2024.

Méthodologie

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



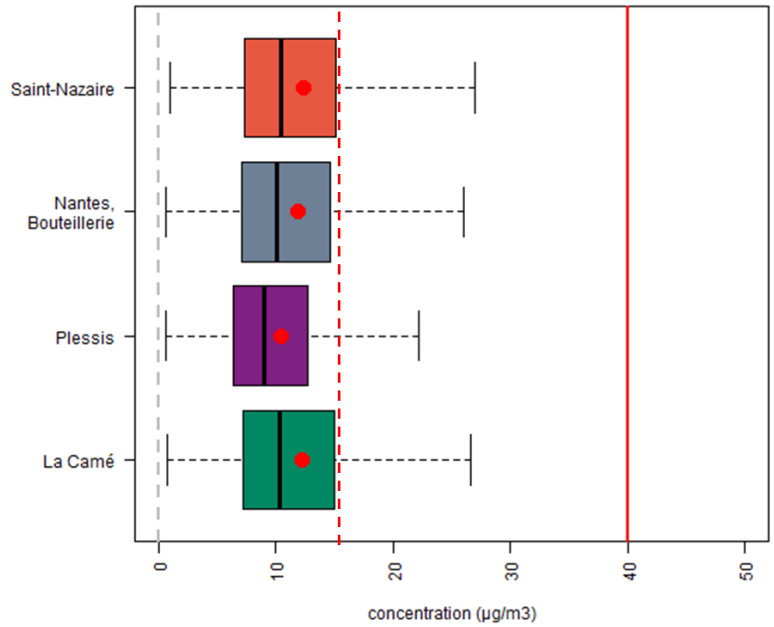


Figure 5 : boxplot des concentrations horaires en PM10 en 2024. La valeur limite annuelle est matérialisée par le trait rouge plein, la valeur guide annuelle de l'OMS par le trait rouge tireté

Ces résultats montrent que, en moyenne annuelle :

- Les concentrations en PM10 à La Camé (12,2 µg/m^3) sont proches de celles relevées à Saint-Nazaire (12,3 µg/m^3) et à Bouteillerie (11,9 µg/m^3), avec une dispersion des mesures similaires sur ces sites. Les concentrations relevées à Plessis sont inférieures (10,4 µg/m^3).
- 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.

Évolution des concentrations journalières

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières en PM10 sur l'ensemble de l'année 2024.

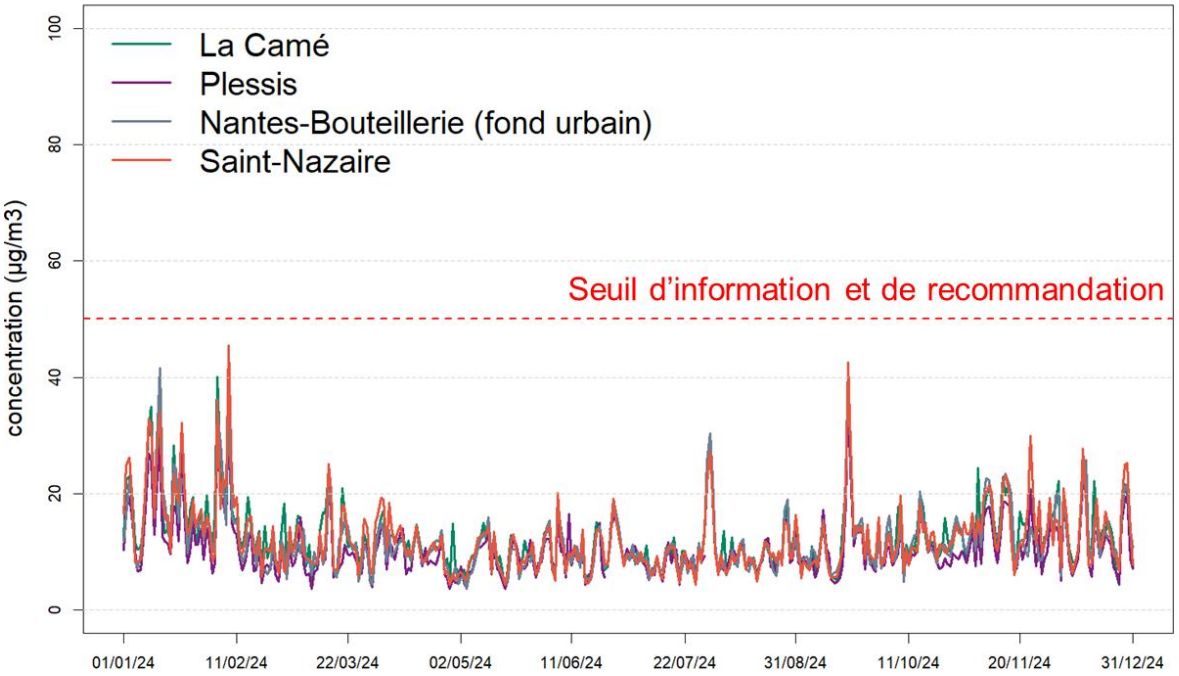


Figure 6 : évolution des concentrations journalières de PM10 en 2024

Ces résultats montrent que :

- L'évolution des concentrations en PM10 est synchrone entre les sites, témoignant d'une influence régionale de ce polluant.
- 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 guide journalière de l'OMS (45 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an) est toutefois approché le 19 septembre sur le site de La Camé (42 µg/m^3) et sur les autres sites du réseau de surveillance (Bouteillerie, Saint-Nazaire). Ce jour-là, des concentrations élevées en particules sont observées sur toute la frange nord de la France, évoquant un épisode national sans particularité locale.

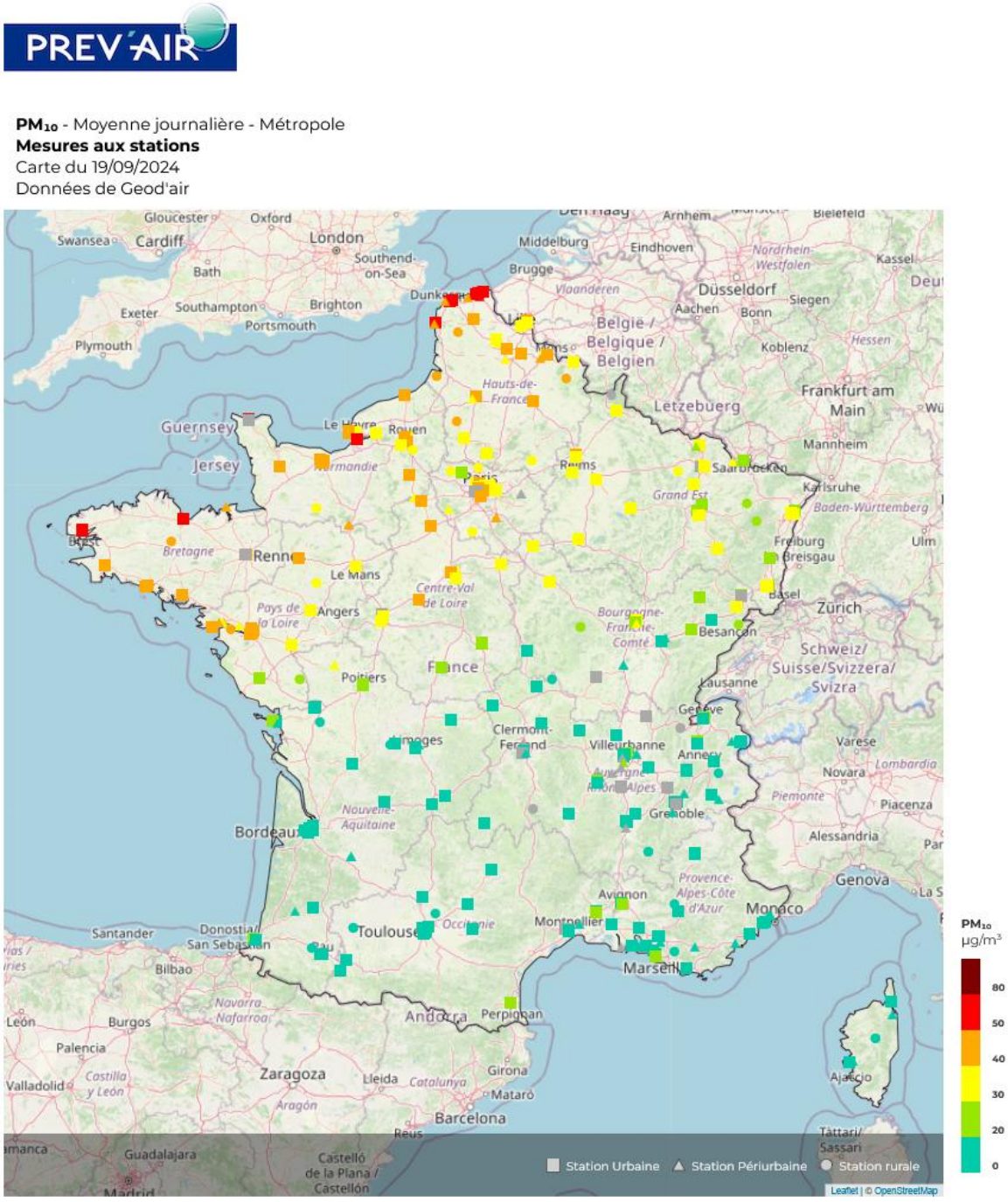


Figure 7 : moyenne journalière en PM10 mesurée sur le réseau de stations de mesure pour la journée du 19 septembre 2024 (source : PREV'AIR)

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.

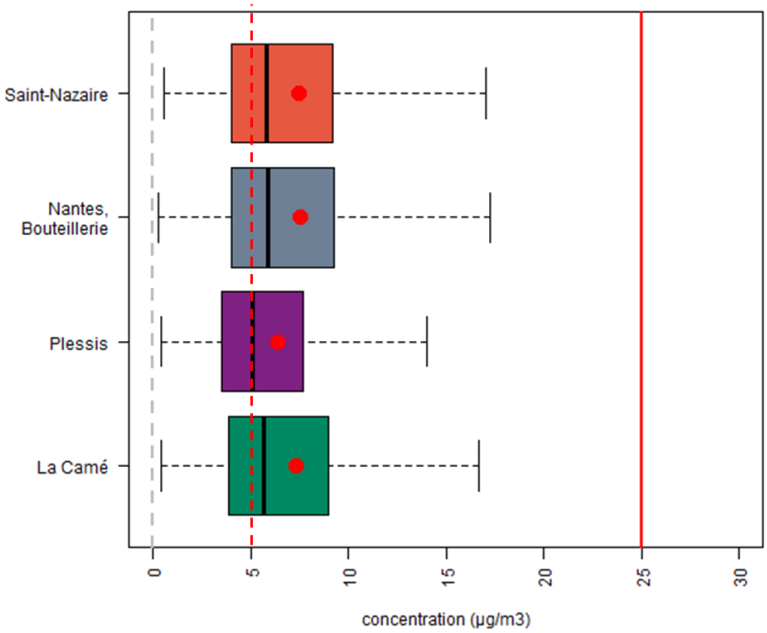


Figure 8 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5 en 2024. La valeur limite annuelle est matérialisée par le trait rouge plein, la valeur guide annuelle de l'OMS par le trait rouge tireté

Ces résultats, en moyenne annuelle, montrent que :

- Les concentrations en PM2.5 sont proches entre les sites, comprises entre 6,4 µg/m^3 (site de Plessis) et 7,6 µg/m^3 (site de la Bouteillerie). La dispersion des mesures est similaire entre les sites de La Camé, Saint-Nazaire et Bouteillerie. Elle est moindre sur le site de Plessis, 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.
- La valeur guide annuelle de l'OMS, fixée à 5 µg/m^3, est toutefois dépassée sur les 4 sites, témoignant d'un signal régional plutôt que local.

Évolution des concentrations journalières

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle des concentrations journalières sur ces mêmes sites au cours de l'année 2024.

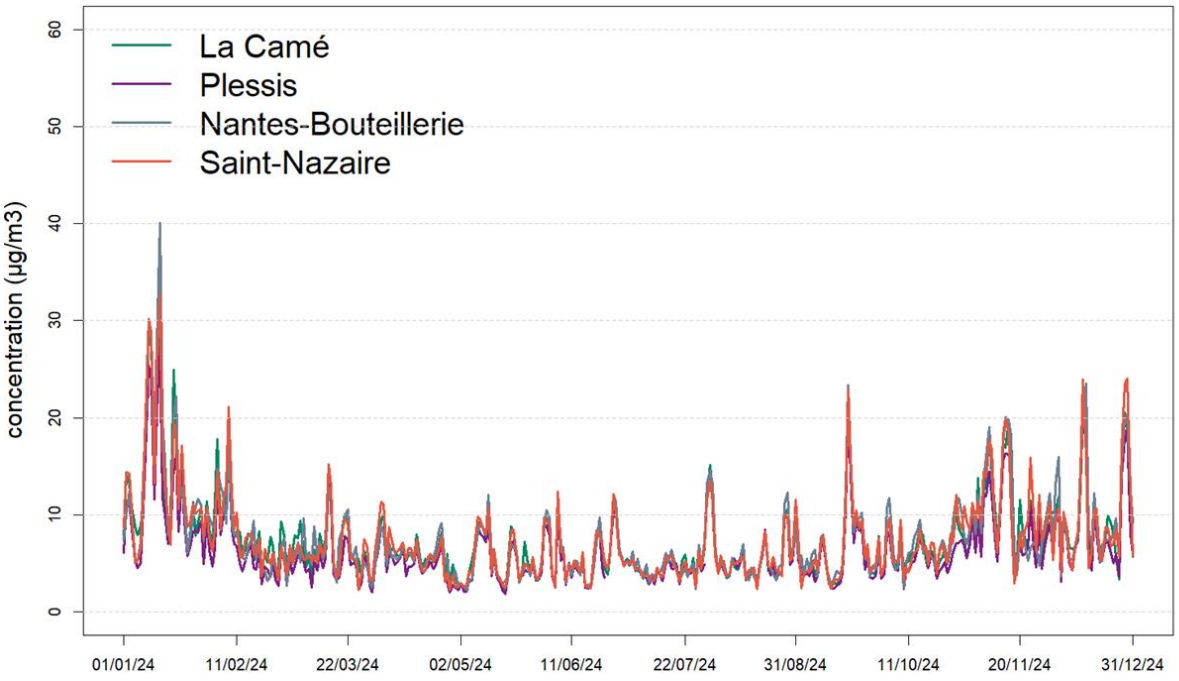


Figure 9 : évolution des concentrations journalières en PM2.5 en 2024

Ces résultats montrent que :

- À l'image des PM10, l'évolution journalière des PM2.5 est synchrone entre les sites, témoignant d'une influence 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 ayant été dépassée à 22 reprises sur le site de La Camé, majoritairement en période hivernale. À titre de comparaison, cette recommandation de l'OMS n'est pas respectée non plus sur les sites de référence, ce seuil étant dépassé au cours de 17 journées sur le site de Plessis, 24 journées sur le site de Saint-Nazaire, et 25 journées sur le site de Bouteillerie.

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 2024.

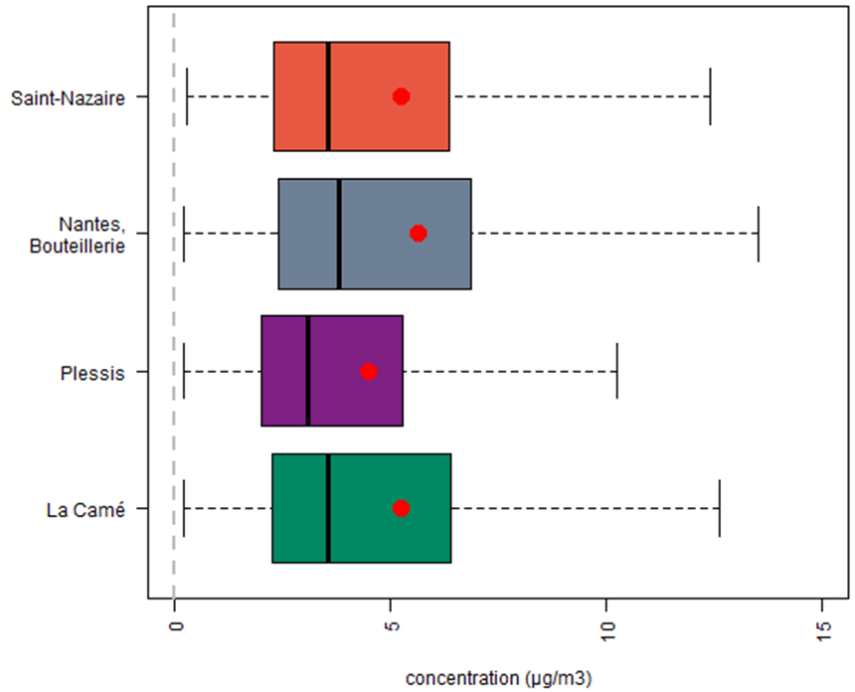


Figure 10 : boxplot des concentrations horaires en PM1 au cours de l'année 2024

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

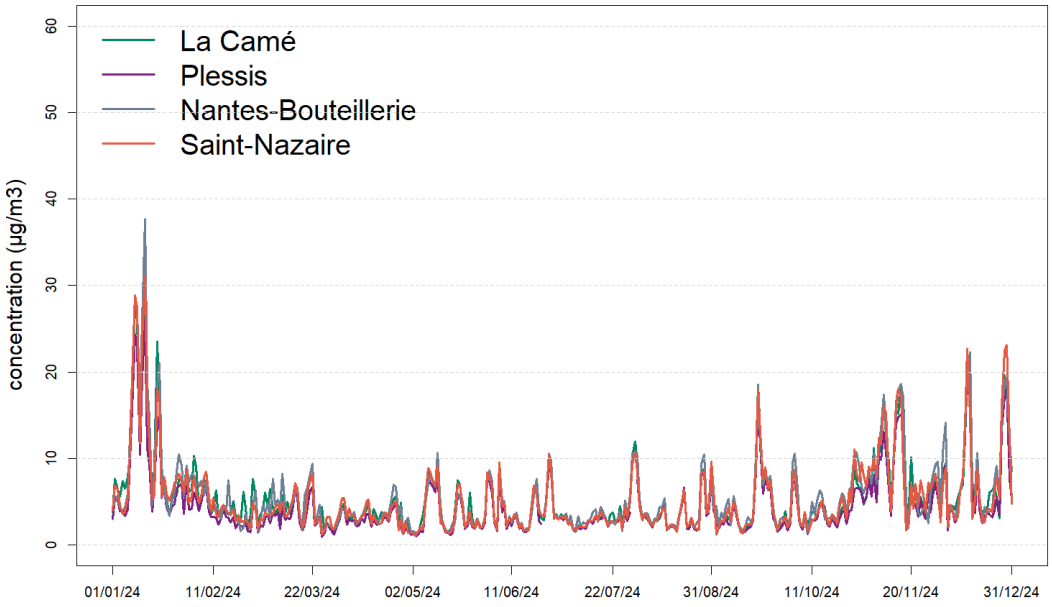


Figure 11 : évolution des concentrations journalières en PM1 en 2024

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).

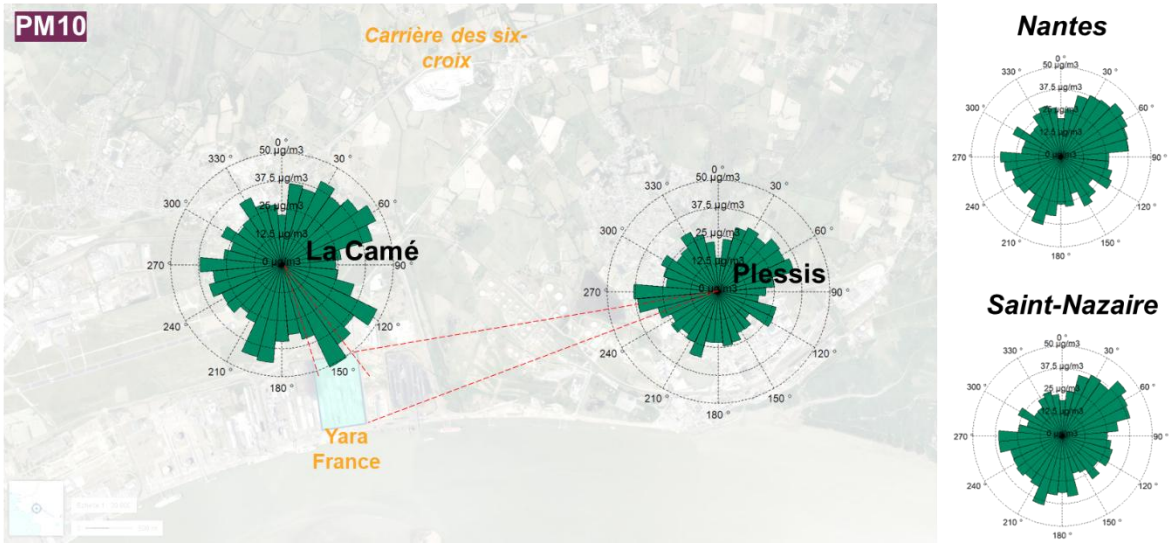


Figure 12 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM10 à La Camé et Plessis, et comparées avec celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

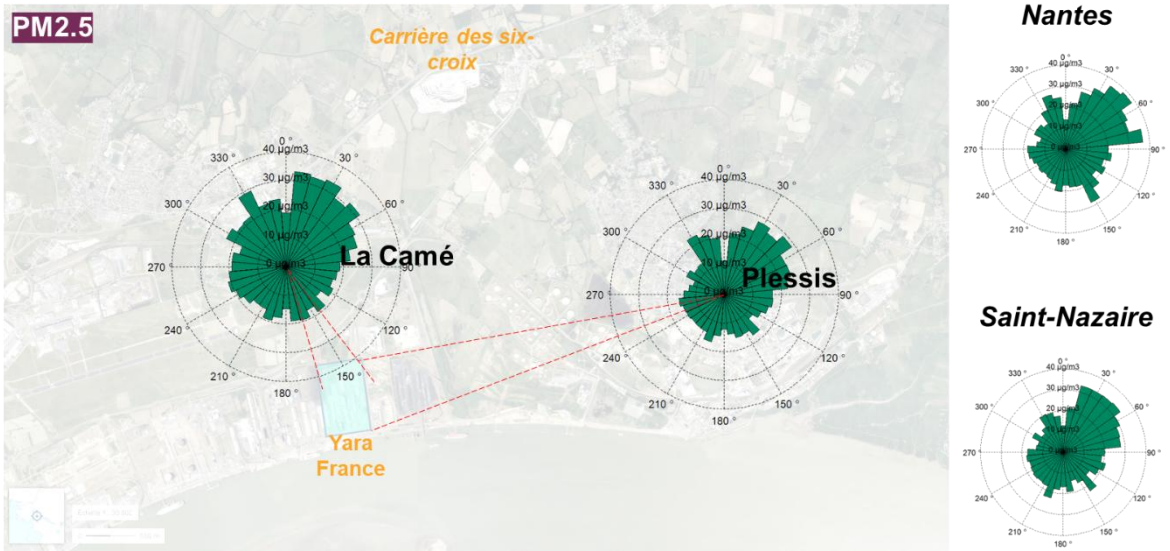


Figure 13 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM2.5 à La Camé et Plessis, et comparées avec celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

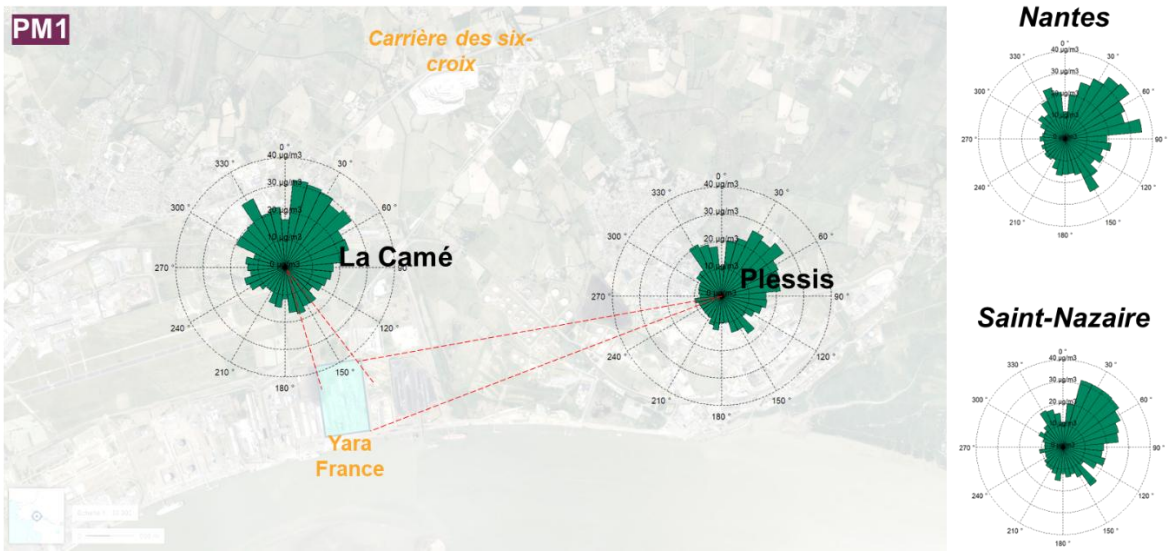


Figure 14 : roses de concentrations de pointe (percentile 98) en PM1 à La Camé et Plessis, et comparées avec celles de Nantes (Bouteillerie) et Saint-Nazaire (Blum)

Sur le site de La Camé, les résultats montrent que :

- Les concentrations en PM10 sont plus élevées lorsque les vents proviennent des directions 10°N à 70°N (origine régionale, ces directions étant également observées sur les autres sites de mesure), 120°N (terminal charbonnier), 150°N (provenance de la zone Yara[7]), et 190°N à 200°N (terminal méthanier et activités portuaires).
- Sur les concentrations en PM2.5 et en PM1, seules les directions entre 10°N et 70°N, et la direction 330°N montrent des surconcentrations significatives par rapport aux autres directions. Ce constat est observé sur les 4 sites de mesure, montrant une influence régionale de ces polluants sans particularité locale.
- Contrairement aux années précédentes, la direction 140°N à 150°N (zone Yara) montre désormais un apport en particules PM10 uniquement, et non pas en PM2.5 et PM1. Cela suggère que le changement d'activité de l'industrie a réduit l'exposition aux particules PM2.5 et PM1 sur le site de La Camé, mais que l'exposition aux particules PM10 plus grosses (PM10) persiste. Ces PM10 pourraient provenir du stockage des produits finis, ou des entreprises voisines de l'usine Yara (terminal charbonnier, Millénis, EQIOM, …).

[7] La *zone Yara* se réfère à l'ensemble de la zone industrielle qui inclus le périmètre de Yara, et ses sociétés voisines, notamment SeaInvest, EQIOM, Millénis, le terminal charbonnier et les activités de brouettages. L'ensemble de ces activités peuvent émettre des particules fines.

Afin de mieux déceler l'influence des activités de Yara sur les concentrations en particules fines, la figure ci-dessous montre les concentrations en PM1, PM2.5 et PM10 sur les sites de Plessis et de La Camé, selon deux cas de figure :

1. Le site de La Camé est soumis à de multiples sources, quelle que soit la direction du vent, tout au long de l'année.
2. Le site de La Camé est spécifiquement sous les vents de la zone Yara (représente 4 % du temps de l'année).

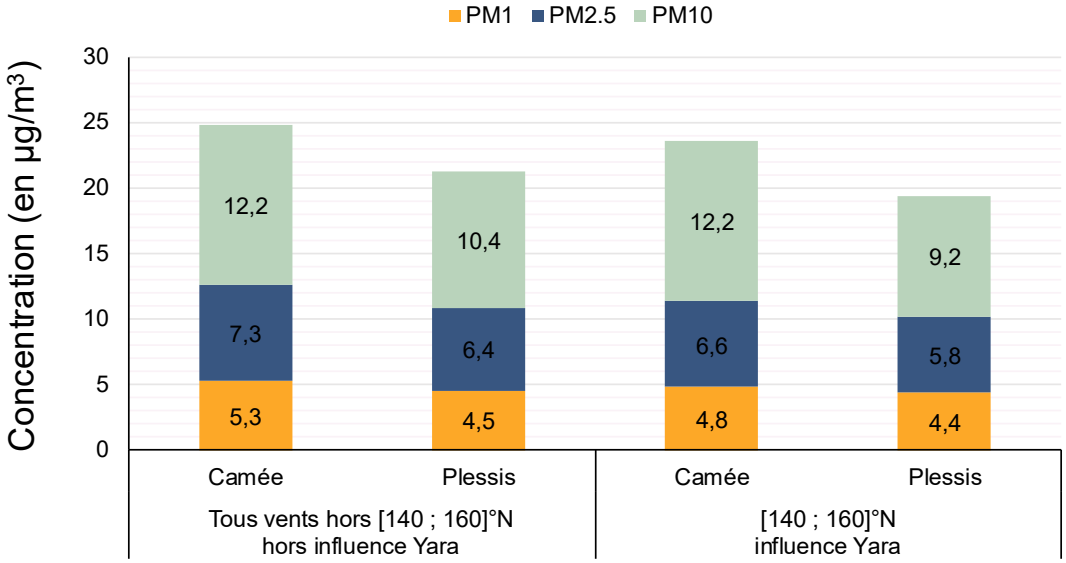


Figure 15 : comparaison des concentrations en PM10, PM2.5 et PM1 à La Camé et Plessis selon que le site de La Camé est soumis à l'influence de Yara ou non.

Ces résultats montrent que :

- Lorsque La Camé est spécifiquement sous les vents de la zone Yara[8], une surconcentration en PM10 de +3 µg/m³ est observée sur ce site par rapport au site Plessis. Cette surconcentration s'abaisse à +1,8 µg/m³ dans la situation où La Camé n'est pas sous les vents de Yara, suggérant un apport particulier en PM10 lorsque les vents proviennent de la zone Yara. Cet apport est estimé à +1,2 µg/m³, un résultat similaire à ce qui avait était estimé en 2023.
- Cette tendance n'est pas observée sur les particules PM2.5 et PM1. Lorsque La Camé est sous les vents de la zone Yara, la surconcentration en PM2.5 sur ce site par rapport à Plessis est de +0,8 µg/m³ (contre 0,9 µg/m³ hors influence de la zone Yara), et la surconcentration en PM1 est de +0,4 µg/m³ (contre +0,8 µg/m³ hors influence de la zone Yara).

Ces éléments traduisent une influence de l'ensemble de la zone industrielle, non exclusive à Yara (mais aussi ses entreprises voisines : le terminal charbonnier, SeaInvest, EQIOM, Millénis) sur l'apport en particules PM10 sur le site de La Camé, confirmant les études précédentes.
L'absence d'apport en particules PM2.5 et PM1 tranche toutefois avec les conclusions des années précédentes[9,10], où étaient estimés un apport de + 1 à +1,8 µg/m³ pour les PM2.5, et un apport de +1 µg/m³ pour les PM1.

Cela suggère que l'arrêt des ateliers de production de Yara a permis de réduire l'exposition à ces particules les plus fines sur le site de La Camé.

[8] La *zone Yara* se réfère à l'ensemble de la zone industrielle qui inclus le périmètre de Yara, et ses sociétés voisines, notamment SeaInvest, EQIOM, Millénis, le terminal charbonnier et les activités de brouettage. L'ensemble de ces activités peuvent émettre des particules fines.

[9] https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-niveaux-en-particules-dans-l-environnement-de-yara-france

[10] https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-niveaux-en-particules-dans-l-environnement-de-yara-france-a-montoir-de-bretagne-campagne-2023

Influence de la zone Yara sur les retombées en nitrate et ammonium

Les ions nitrate (NO_3^-) et ammonium (NH_4^+) ont été évalués par prélèvement des retombées atmosphériques sur 4 sites dans l'environnement de Yara. Chaque prélèvement dure environ 1 mois, en parallèle sur les 4 sites de mesure. Les résultats sont exprimés en mg/m²/j.

Le tableau ci-dessous résume les retombées moyennes annuelles sur les 4 sites de mesure en 2024, et sont comparées aux mesures effectuées en 2023[11] lorsque l'industrie Yara était en fonctionnement nominal (de janvier à septembre 2023), et lorsque les ateliers de production ont été mis à l'arrêt (d'octobre à décembre 2023).

Les résultats détaillés par mois sont présentés en annexe.

	2023 **(YARA en fonctionnement)**	2023 **(Production à l'arrêt)**	2024 **(Production à l'arrêt)**
Ammonium (NH_4^+)			
La Camé	0,4	0,7	0,9
Plessis	0,3	0,1	1,0
EQUIOM	0,3	2,5	0,4
Millénis	12	3,1	2,9
Nitrates (NO_3^-)			
La Camé	0,6	1,8	1,3
Plessis	0,7	0,8	0,9
EQUIOM	0,6	0,9	0,6
Millénis	39	1,8	1,0

Ces résultats montrent que, sur l'année 2024 :

- Les retombées sur le site de Millénis sont inférieures à celles relevées en 2023 lorsque l'usine Yara était en fonctionnement nominal. Les retombées d'ammonium sont divisées par 4 (passant de 12 à 2,9 µg/m²/jour) et celles en nitrate ont diminuées de 39 à 1 µg/m²/jour. Les niveaux de 2024 sont stables sur ce site par rapport à ceux mesurés sur les 3 mois d'arrêt de production en 2023, soulignant l'impact significatif de ces ateliers sur les retombées à Millénis, site le plus proche de l'industrie.
- En revanche, les retombées annuelles moyennes sur les sites de La Camé, Plessis et EQIOM sont restées stables entre 2024 et 2023, que les ateliers de production soient en fonctionnement ou non indiquant que ces ateliers n'affectent pas ces trois sites.

Ces résultats confirment l'évaluation par modélisation des zones de retombées maximales[12], avec l'impact des ateliers de production de Yara sur le site Millénis lorsque ceux-ci sont en fonctionnement nominal.

Ces éléments suggèrent en outre que l'arrêt des ateliers de production de Yara a permis de réduire les retombées en nitrate et en ammonium dans son environnement proche, notamment sur le site Millénis qui était le plus exposé.

[11] https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-niveaux-en-particules-dans-l-environnement-de-yara-france-a-montoir-de-bretagne-campagne-2023

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

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 entreprend depuis 2020 des mesures automatiques et permanentes de PM10 et de PM2.5, ainsi que des mesures de retombées en nitrate et ammonium afin d'évaluer l'exposition de la population et d'apprécier l'influence des émissions de Yara sur ces polluants. Depuis 2023, ce dispositif est renforcé en incluant les mesures de particules PM1.

Ces mesures en 2024 s'inscrivent dans un contexte particulier où les ateliers de production de Yara sont à l'arrêt depuis le 26 septembre 2023. En ce sens, les résultats de 2024 permettent de confirmer et quantifier l'impact qu'avaient ces ateliers sur les particules et sur les retombées en nitrate et en ammonium lorsqu'ils étaient en fonctionnement.

Au regard de la réglementation :

- Les concentrations en particules PM10, PM2.5 et PM1 sont homogènes au niveau régional.
- Les niveaux en PM10 sont inférieurs à la valeur limite annuelle (40 µg/m^3) et à l'objectif de qualité (30 µg/m^3), et sont inférieurs aux seuils réglementaires journaliers.
- Les niveaux en PM2.5 sont inférieurs à la valeur limite annuelle (25 µg/m^3) et à l'objectif de qualité (10 µg/m^3).
- Les valeurs guides annuelles et journalières préconisées par l'OMS sont toutefois atteintes pour les PM2.5, tant sur le site de La Camé que sur les autres stations du réseau de surveillance régional, en lien avec des épisodes de hausse régionale voire nationale des particules en période hivernale notamment.

Les mesures de 2024 ont, par ailleurs, permis de confirmer et quantifier l'impact qu'avaient les ateliers de production de Yara sur les particules et sur les retombées en nitrate et en ammonium lorsque ceux-ci étaient en fonctionnement :

- Lorsque le site de La Camé est spécifiquement sous les vents de la zone Yara, une surconcentration en particules PM10 est mesurée sur ce site par rapport au site de Plessis. Cet apport est estimé à +1,2 µg/m^3. Les ateliers de production étant à l'arrêt en 2024, cette influence est plutôt liée au stockage d'engrais et à l'ensemble de la zone Yara (incluant Yara et les entreprises voisines : parc à charbon, SeaInvest, EQIOM, Millénis).
- À la différence des années précédentes, aucun apport en particules PM2.5 et PM1 n'est observé sur le site de La Camé lorsque ce site est sous les vents de la zone Yara. Cet apport avait été estimé à +1 à +1,8 µg/m^3 pour les PM2.5, et +1 µg/m^3 pour les PM1 lorsque les ateliers de production étaient en fonctionnement nominal.
- Sur le site Millénis, le plus exposé, les retombées en ammonium ont baissé de 12 mg/m²/jour en 2023 (lorsque les ateliers étaient en production nominal) à 2,9 mg/m²/jour en 2024. Les retombées en nitrate ont baissé de 39 mg/m²/jour en 2023 à 1 mg/m²/jour en 2024.

Ces éléments confirment que les ateliers de production de Yara étaient à l'origine d'une surexposition aux particules PM2.5 et PM1 sur le site de La Camé, et aux retombées de nitrate et ammonium sur le site le plus proche de l'industrie, Millénis.

L'arrêt des ateliers de production a permis de réduire l'exposition aux particules PM2.5 et PM1 sur le site de La Camé et de réduire les retombées en nitrate et en ammonium.

L'ensemble de la zone industrielle (Yara, SeaInvest, Parc à charbon, EQIOM, Millénis) demeure une source d'apport en PM10, indépendamment des ateliers de production de Yara.

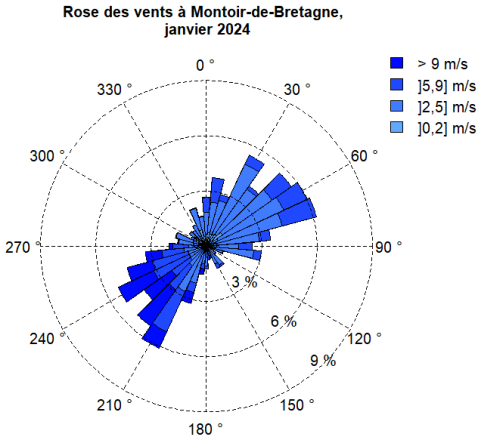
Annexes

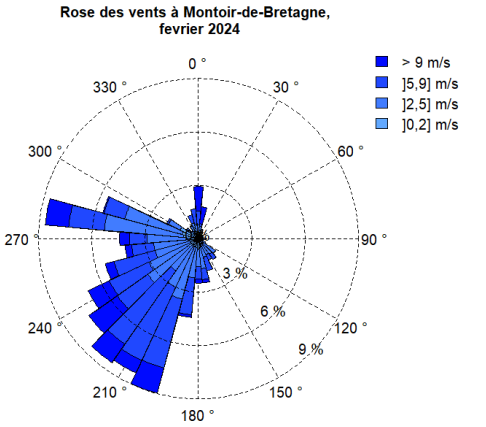
- Annexe 1 : dépôts atmosphériques de nitrate et d’ammonium
- Annexe 2 : roses des vents mensuels
- Annexe 3 : Air Pays de la Loire
- Annexe 4 : polluants
- Annexe 5 : types des sites de mesure
- Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2024
- Annexe 7 : effets des polluants atmosphériques sur la santé

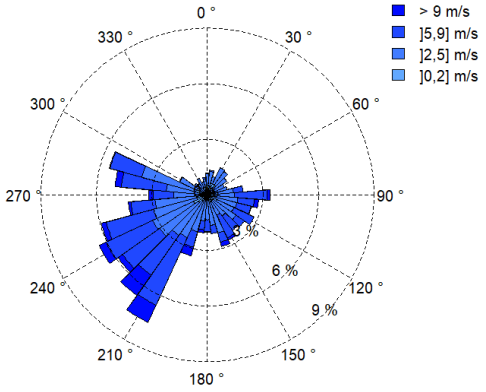
Annexe 1 : dépôts atmosphériques de nitrate et d'ammonium (en mg/m²/jour)

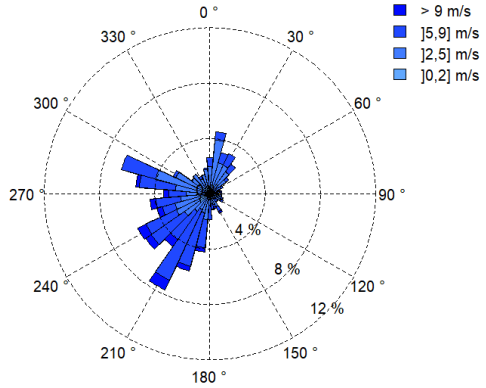
Mois	Site	NH4+	NO3-
janvier 2024	La CAME	0,83	1,16
	PLESSIS	0,40	1,34
	EQIOM	0,32	1,18
	MILLENIS	4,00	1,60
fevrier 2024	La CAME	1,13	1,77
	PLESSIS	0,02	0,04
	EQIOM	0,02	0,04
	MILLENIS	9,72	2,50
mars 2024	La CAME	1,21	1,43
	PLESSIS	0,73	1,47
	EQIOM	0,91	1,41
	MILLENIS	6,15	1,77
avril 2024	La CAME	0,21	1,89
	PLESSIS	1,29	2,01
	EQIOM	0,11	0,00
	MILLENIS	4,49	0,54
mai 2024	La CAME	0,44	1,72
	PLESSIS	0,89	0,67
	EQIOM	0,00	0,00
	MILLENIS	0,00	0,09
juin 2024	La CAME	0,69	0,04
	PLESSIS	4,92	0,00
	EQIOM	2,99	0,00
	MILLENIS	0,37	0,00
juillet 2024	La CAME	0,08	0,00
	PLESSIS	0,10	0,39
	EQIOM	0,03	0,02
	MILLENIS	0,97	0,14
août 2024	La CAME	0,00	2,10
	PLESSIS	0,00	0,00
	EQIOM	0,00	0,00
	MILLENIS	0,00	0,00
septembre 2024	La CAME	5,21	0,69
	PLESSIS	0,49	0,19
	EQIOM	0,00	1,78
	MILLENIS	2,41	1,00
octobre 2024	La CAME	0,53	1,40
	PLESSIS	1,76	1,42
	EQIOM	0,00	0,00
	MILLENIS	2,43	0,00
novembre 2024	La CAME	0,51	1,70
	PLESSIS	0,67	1,83
	EQIOM	0,00	1,67
	MILLENIS	1,38	2,37
décembre 2024	La CAME	0,39	1,52
	PLESSIS	1,09	1,70
	EQIOM	0,85	1,39
	MILLENIS	2,36	2,11

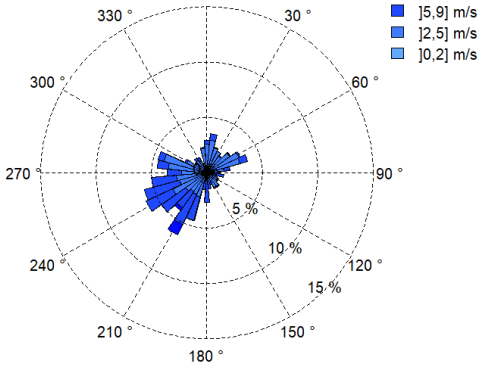
Annexe 2 : roses des vents mensuels

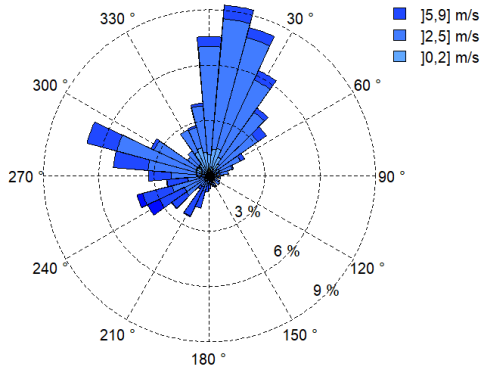


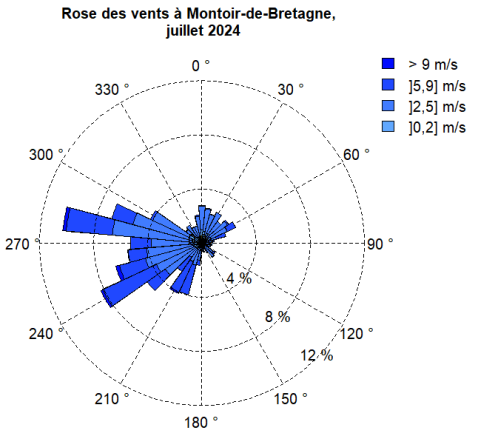


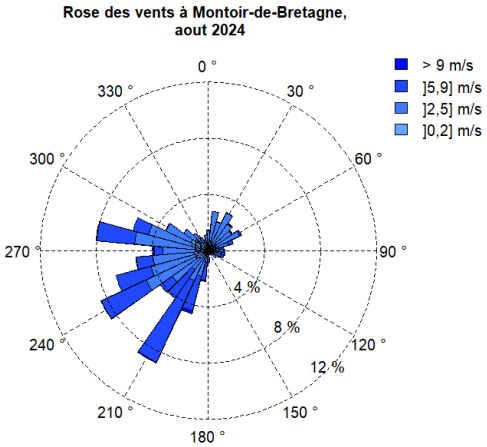


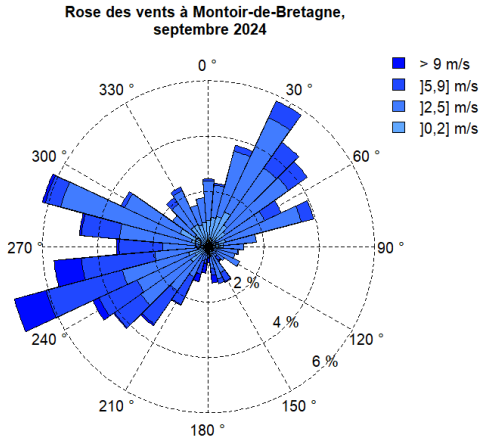


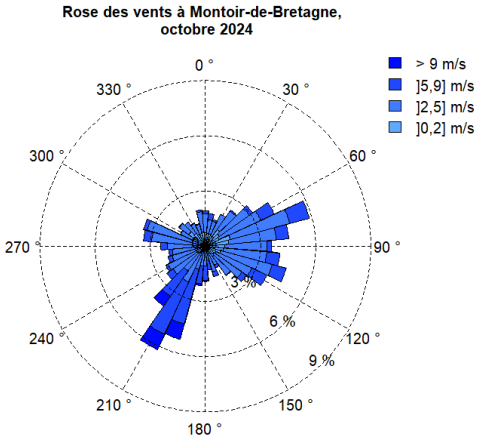


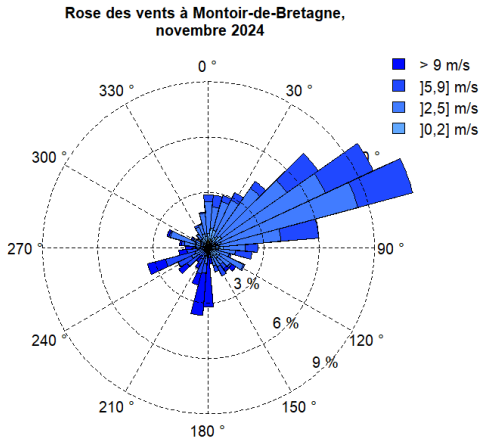


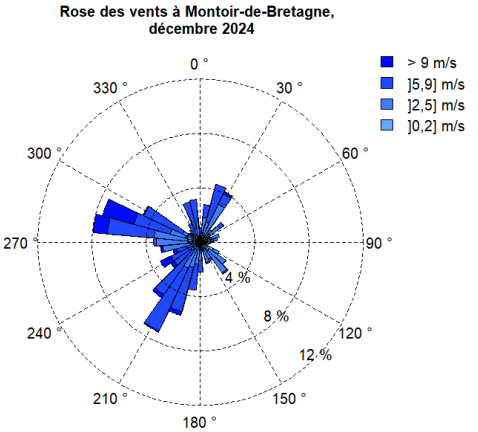

Rose des vents à Montoir-de-Bretagne, juillet 2024
> 9 m/s
]5,9] m/s
]2,5] m/s
]0,2] m/s
0 °
30 °
60 °
90 °
120 °
150 °
180 °
210 °
240 °
270 °
300 °
330 °
4 %
8 %
12 %


Rose des vents à Montoir-de-Bretagne, aout 2024
> 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 à Montoir-de-Bretagne, septembre 2024
> 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 à Montoir-de-Bretagne, octobre 2024
> 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 à Montoir-de-Bretagne, novembre 2024
> 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 à Montoir-de-Bretagne, décembre 2024
> 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.

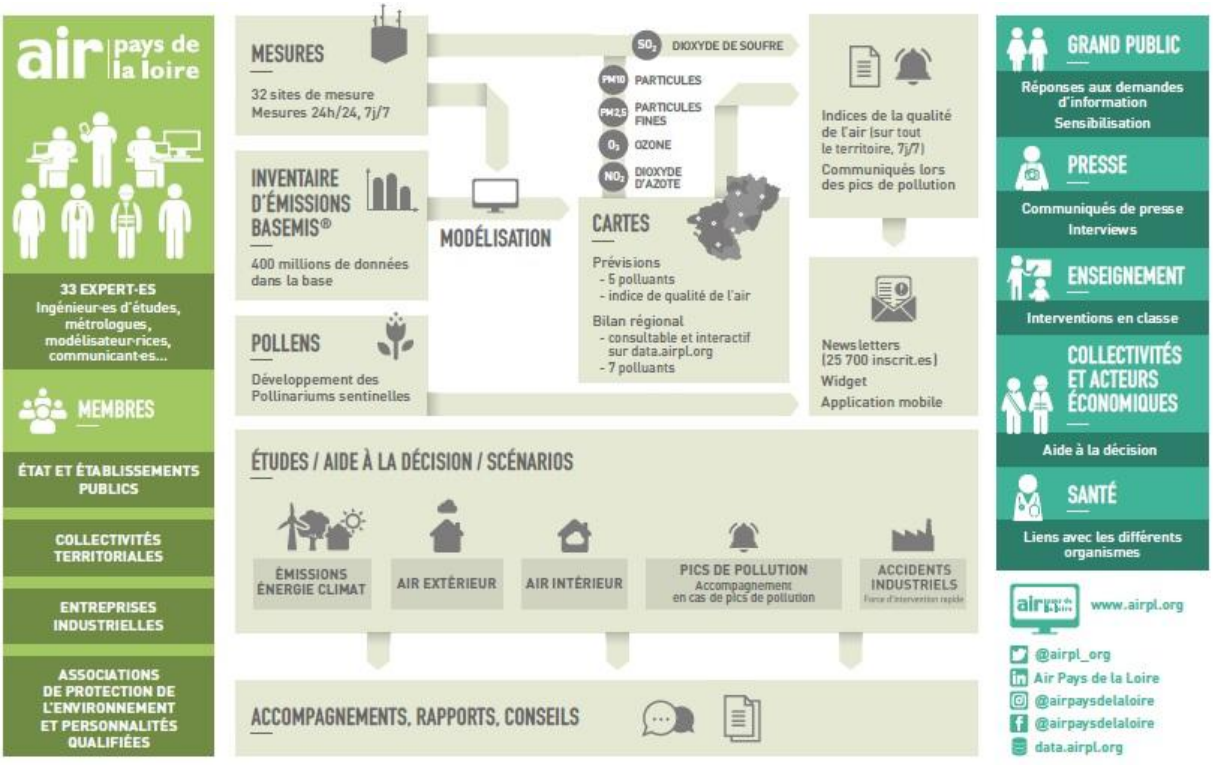
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- 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 Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

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

Organisé sous forme pluri-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 : polluants

Les particules PM10, PM2.5 et PM1

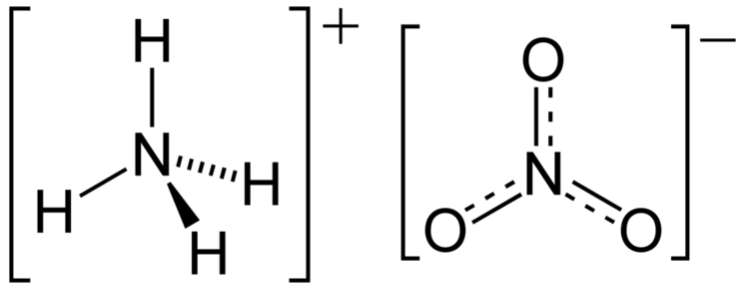
Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de natures très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des 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 5 : 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 6 : seuils de qualité de l'air 2024

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

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

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O_3)	DIOXYDE D'AZOTE (NO_2)	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO_2)
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 [1] 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

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 [9]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 [6] [8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 [6] [8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 [9]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

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

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

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

	PARTICULES FINES PM2,5		PARTICULES PM10		OZONE O_3		DIOXYDE D'AZOTE NO_2		DIOXYDE DE SOUFRE SO_2		MONOXYDE DE CARBONE CO
	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme
Valeurs OMS	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) 35mg/m³ (moy. horaire) 10mg/m³ (moy. sur 8h) 4mg/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'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, 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.

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
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air pays de la loire
www.airpl.org