

Nantes-Atlantique

évaluation de la qualité de l'air

au sein de la plateforme aéroportuaire
campagne été 2019

air | pays de
la Loire
www.airpl.org

octobre 2019



sommaire

synthèse	1
introduction	3
le dispositif mis en œuvre	4
objectif de la campagne	4
mesure des polluants par analyseurs automatiques	4
résultats	7
représentativité de la période de mesure	7
le dioxyde d'azote (NO ₂).....	8
les particules fines PM10 et PM2.5.....	11
le dioxyde de soufre (SO ₂)	15
le monoxyde de carbone (CO).....	18
conclusions	21
annexes	22
annexe 1 : roses de pollution NO ₂	23
roses de pollution PM10.....	24
roses de pollution PM2.5.....	25
roses de pollution en SO ₂	26
roses de pollution en CO.....	27
annexe 2 : boxplots	28
annexe 3 : Air Pays de la Loire	28
annexe 4 : techniques d'évaluation.....	30
annexe 5 : types des sites de mesure	31
annexe 6 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés	32
annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2019.....	34
glossaire.....	35

contributions

Coordination de l'étude : Arnaud Tricoire, rédaction et exploitation statistique : Arnaud Tricoire, mise en page : Bérangère Poussin, exploitation du matériel de mesure : Sonia Cécile, Arnaud Tricoire et l'équipe métrologique, Photographies : V. Joncheray, J. Gazeau, Arnaud Tricoire, Validation : François Ducroz et Pauline Baron-Renou.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} août 2019 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.

synthèse

contexte : état initial de la qualité de l'air préalable au réaménagement de l'aéroport Nantes-Atlantique

Dans le cadre du projet de réaménagement de l'aéroport de Nantes-Atlantique, la direction générale de l'aviation civile (DGAC) a lancé un appel d'offre pour la réalisation de l'étude de l'état initial de l'environnement de l'aéroport. Le bureau d'étude ARTELIA, lauréat, en lien avec le CEREMA, assistant de la DGAC pour cette étude, a sollicité Air Pays de la Loire pour l'évaluation de la qualité de l'air au sein de la plateforme aéroportuaire.

La campagne cible plusieurs polluants, conformément au cahier des charges et aux échanges avec ARTELIA :

- le dioxyde d'azote (NO₂), produit notamment par la combustion du carburant dans les moteurs d'avions et de voitures,
- les particules fines PM10 et PM2.5, qui proviennent principalement de l'agriculture, du chauffage au bois, de l'usure des routes, des carrières et des chantiers,
- le dioxyde de soufre (SO₂), issu des impuretés soufrées des combustibles fossiles,
- le monoxyde de carbone (CO), formé lors de la combustion incomplète de matières organiques et de produits pétroliers.

moyens de mesure : un dispositif au sein de la plateforme aéroportuaire

une campagne de mesure sur 4 semaines

La période de suivi de cette campagne s'est étendue du 30 août au 30 septembre 2019. L'activité de l'aéroport était forte en termes de nombre de passagers et de mouvements d'avions particulièrement durant cet été.

types de mesure

Le dispositif de mesure mis en œuvre par Air Pays de la Loire comprend un laboratoire mobile, installé au sein de la plateforme aéroportuaire, à proximité de l'Aéroclub de Loire-Atlantique. Il est équipé d'analyseurs automatiques, qui ont suivi en continu, les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂), de particules fines PM10 et PM2.5, de dioxyde de soufre (SO₂), et de monoxyde de carbone (CO), selon les mêmes standards métrologiques que le réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire.

résultats : les niveaux en polluants respectent les valeurs réglementaires

dioxyde d'azote

Les niveaux en NO₂ mesurés au sein de la plateforme aéroportuaire sont proches de ceux relevés sur les sites en centre-ville de Nantes, il s'agit de valeurs caractéristiques de zones urbaines.

Ils ont de fortes probabilités de respecter la valeur limite (40 µg/m³ en moyenne annuelle).

En hiver, les conditions étant plus favorables à la production de dioxyde d'azote, les niveaux observés en mars-avril sont 1.5 fois plus forts qu'en septembre.

NO₂	Respect des seuils réglementaires Niveau du polluant de type urbain Influence probable des travaux d'enrobés	😊
-----------------------	--	---

particules fines PM10, PM2.5

Les niveaux de PM10 et PM2.5 sont par ailleurs très bien corrélés avec les niveaux relevés sur les sites urbains de l'agglomération nantaise, dont l'évolution est gouvernée par les conditions météorologiques à l'échelle régionale, voire interrégionale.

Comme pour le dioxyde d'azote, nous mesurons en mars-avril des niveaux 1.5 fois plus importants qu'en septembre. Ce phénomène est lié à des conditions météorologiques hivernales propices à l'accumulation de particules fines et à des émissions plus intenses à cette période de l'année.

PM10, PM2.5	Respect des seuils réglementaires Niveau du polluant de type urbain	😊
--------------------	--	---

autres polluants : CO et SO₂

Ces polluants, mesurés au sein de la plateforme, présentent des niveaux faibles. Malgré quelques pics ponctuels de CO, ils sont la plupart du temps au niveau de la limite de détection des analyseurs pour les deux campagnes de mesure.

CO	Respect des seuils réglementaires Niveau du polluant très faible Influence ponctuelle des avions de l'Aéroclub de Loire-Atlantique	😊
SO₂	Respect des seuils réglementaires Niveau du polluant très faible Influence probable des travaux d'enrobés	😊

conclusions

Cette deuxième étude confirme les résultats de la première campagne et montre des concentrations typiques d'une zone urbaine, avec une forte probabilité de respect des valeurs réglementaires.

Elle met en évidence une influence ponctuelle des émissions liées aux avions de l'Aéroclub de Loire-Atlantique sur les concentrations en monoxyde de carbone, et une influence probable des travaux d'enrobés de la piste et du taxiway sur les concentrations en dioxyde de soufre et dioxyde d'azote.

introduction

L'aéroport de Nantes-Atlantique connaît depuis plusieurs années une forte croissance de son activité. Il a battu un nouveau record de fréquentation en août 2019 avec près de 798 555 voyageurs transit compris. Une hausse de plus 20 % sur un an. C'est la plus forte fréquentation constatée sur un mois par l'aéroport.

Le précédent record datait de juillet 2019 avec 767 689 passagers.

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure menée entre le 30 août et le 30 septembre 2019. Il s'inscrit dans l'étude de l'état initial du projet de réaménagement de l'aéroport. Chaque fois qu'il sera possible de le faire, les résultats seront mis en perspectives par rapport aux valeurs réglementaires françaises ou valeurs guides proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les données recueillies par Air Pays de la Loire au travers de son réseau de surveillance en continu seront également mises à profit pour comprendre les valeurs mesurées au sein de la plateforme de Nantes-Atlantique.

Le dispositif de mesure, composé d'un laboratoire mobile a été déployé, en collaboration avec les équipes de la direction générale de l'aviation civile (DGAC), le concours de la brigade des gendarmes du transport aérien et l'appui technique de l'Aéroclub de Loire-Atlantique. Il est présenté dans la première partie du rapport.

le dispositif mis en œuvre

objectif de la campagne

L'objectif de la campagne est de caractériser les niveaux de pollution au sein de la plateforme, notamment en les comparant aux valeurs réglementaires en vigueur. Compte tenu de la période de mesure considérée (2 fois 1 mois), une comparaison stricte des niveaux de pollution avec certaines valeurs réglementaires définies sur une année ne pourra pas être réalisée.

Toutefois par comparaison aux sites permanents et grâce à sa connaissance des niveaux de pollution dans la région, Air Pays de la Loire évaluera le risque de dépassement de ces valeurs réglementaires.

Pour répondre à cet objectif, Air Pays de la Loire a installé plusieurs analyseurs automatiques permettant de suivre en continu cinq polluants majeurs : le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines PM10 et PM2.5, le dioxyde de soufre (SO₂) et le monoxyde de carbone (CO).

Ce suivi en continu est comparable à celui effectué en milieu urbain tout au long de l'année. Il permet donc d'évaluer la différence de qualité de l'air au sein de la plateforme aéroportuaire et en milieu urbain non influencé.

La variabilité saisonnière des mesures sera appréciée par la mise en perspective des résultats avec ceux de l'étude qui a été réalisée en mars 2019.

mesure des polluants par analyseurs automatiques

Le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines (PM10 et PM2.5), le dioxyde de soufre (SO₂) et le monoxyde de carbone (CO) ont été mesurés en continu par des analyseurs automatiques installés dans un laboratoire mobile.

Ces polluants ont été mesurés selon les normes suivantes :

- NF EN 14211 : "Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote (NO₂) et en monoxyde d'azote (NO) par chimiluminescence" - Octobre 2012
- NF EN 16450 : "Air ambient - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2,5)" - 29 avril 2017
- NF EN 14212 : "Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre (SO₂) par fluorescence UV" - janvier 2013
- NF EN 14626 : "Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en monoxyde de carbone (CO) par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif" - Octobre 2012

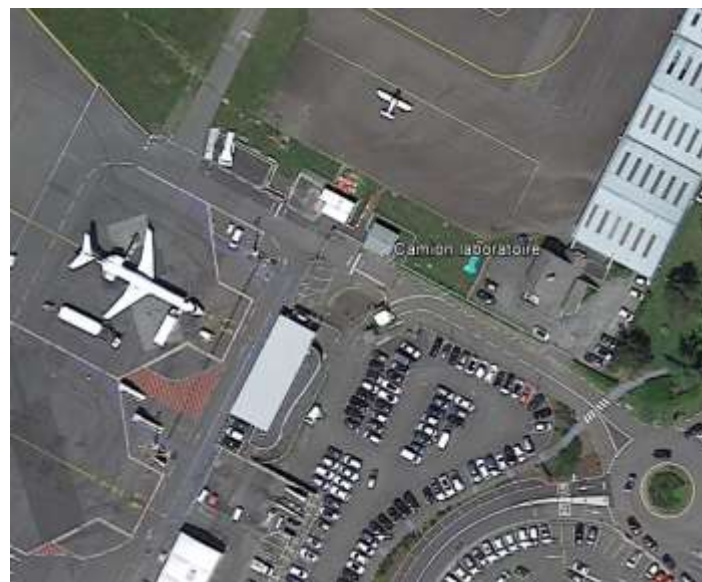
Le suivi du bon fonctionnement des analyseurs a été périodiquement réalisé, notamment lors d'opérations de vérification ou d'étalonnage. Ces opérations peuvent être manuelles ou automatiques, réalisées sur site ou télécommandées à distance.

Les opérations d'étalonnage sont effectuées avec des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage de niveau 2 d'Air Pays de la Loire. Ce laboratoire est accrédité Cofrac 17025 dans le domaine « chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz » depuis le 1^{ère} août 2004.

emplacement du laboratoire mobile

Le camion laboratoire a été placé au sein de la plateforme aéroportuaire, à proximité de l'Aéroclub de Loire-Atlantique. Il se situe sur une localisation centrale par rapport aux activités connexes de l'aéroport (transport passagers, véhicules de service et de ravitaillement, et les parkings).

Il est ainsi installé à 50 m du premier parking avion, 50 m des premiers parkings passagers et environ 300 m de la piste d'atterrissage et de décollage.



Emplacement du laboratoire mobile au sein de la plateforme aéroportuaire







Laboratoire mobile installé à proximité de l'Aéroclub de Loire-Atlantique

réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire

Dans le cadre de sa mission de surveillance de la qualité de l'air, Air Pays de la Loire dispose de sites permanents sur l'ensemble des agglomérations de plus de 50 000 habitants. Ces sites, équipés des mêmes analyseurs automatiques que le laboratoire mobile, serviront de points de comparaison afin d'apprécier les niveaux de concentrations mesurés au sein de la plateforme, au regard de ceux enregistrés par les stations de l'agglomération nantaise, non influencées par l'aéroport.

Le choix des sites de comparaison dépendra du polluant.

nom du site	typologie	adresse	polluants mesurés	site
Victor-Hugo	trafic	14, bd Victor Hugo, Nantes	CO PM2.5	
Bouteillerie	urbain	8, rue Gambetta, Nantes	NO ₂ PM10 PM2.5	
Les Couëts	urbain	Rue de la Chabossière, Bouguenais	NO ₂ SO ₂ PM10	
Trentemoult	urbain	Place Levoyer, Trentemoult	NO ₂ SO ₂ PM10	

Stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération nantaise, avec les polluants utilisés pour cette étude



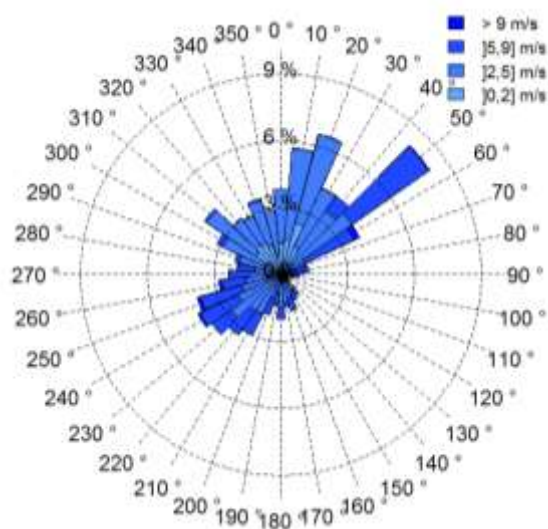
Situation des stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération nantaise

résultats

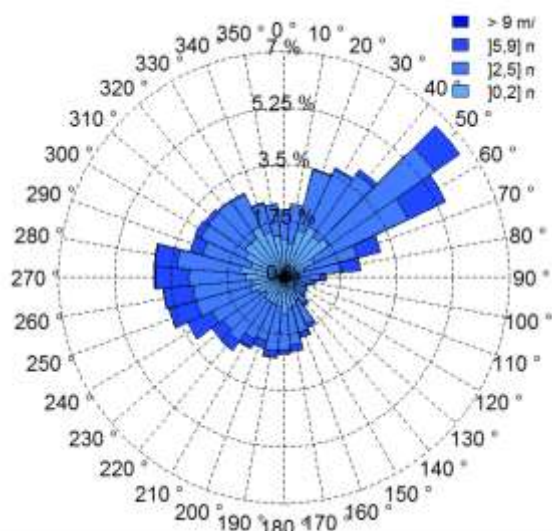
représentativité de la période de mesure

situation météorologique

La situation météorologique est directement évaluée à partir des données mesurées par la station Météo-France installée sur la plateforme aéroportuaire.



Rose des vents à Nantes-Atlantique du 30 août au 30 septembre 2019



Rose des vents à Nantes-Atlantique du mois de septembre de 2000 à 2018

Par comparaison aux conditions enregistrées depuis 2000, on note durant cette campagne une prédominance de vents de nord-est et moins de vents d'ouest que la normale. Ils sont assez forts globalement, ce qui participe à des conditions favorables à une bonne dispersion des polluants.

le dioxyde d'azote (NO₂)

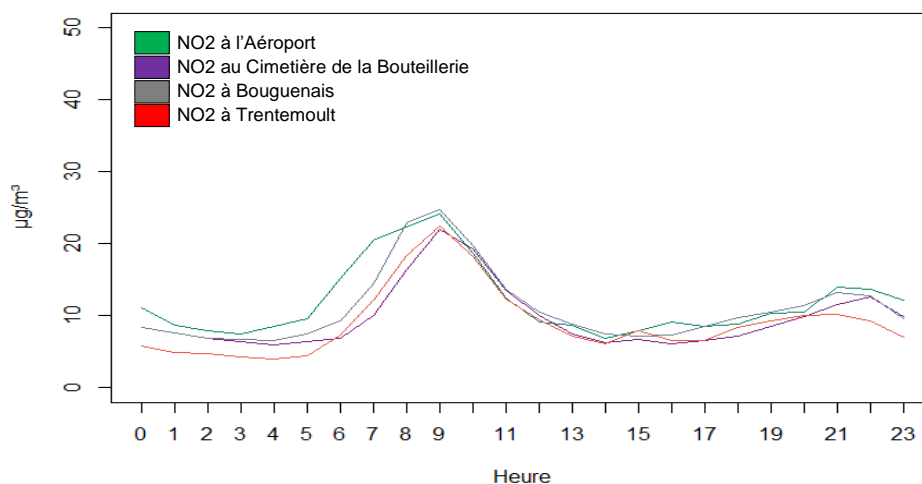
<p>?</p> <p>Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphériques lors des combustions. Ce polluant, principalement émis par les pots d'échappement, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂).</p>	<p>🕒</p> <p>Les NO_x présentent en milieu urbain deux pics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

Aucun dépassement du seuil d'information fixé à 200 µg/m³ en moyenne sur une heure et a fortiori du seuil d'alerte (400 µg/m³ en moyenne horaire) n'a été enregistré. Les moyennes horaires maximums mesurées sont près de 2 fois plus faibles que le seuil d'information et de recommandation et 4 fois plus faibles que le seuil d'alerte.

L'ensemble des valeurs réglementaires de qualité de l'air pour le NO₂ a largement été respecté sur le site au sein de plateforme.

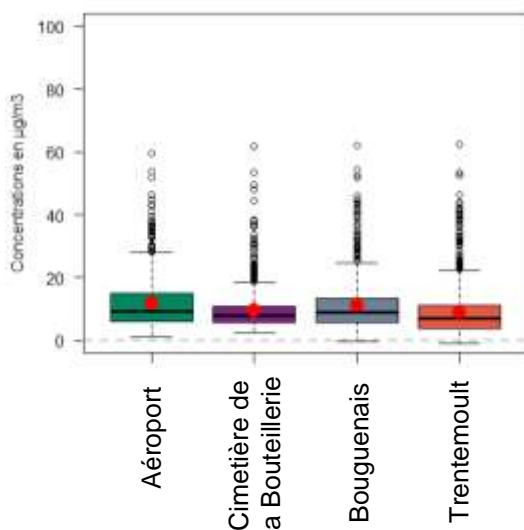
Mesures du 30/08 au 30/09/2019	Aéroport	Cimetière de la Bouteillerie	Trentemoult	Bouguenais
Moyenne	12.1 µg/m ³	9.6 µg/m ³	9.0 µg/m ³	11.0 µg/m ³
Minimum horaire	1.3 µg/m ³	2.5 µg/m ³	< LD *	< LD *
Maximum horaire	59.5 µg/m ³	61.7 µg/m ³	62.3 µg/m ³	62.2 µg/m ³

*LD : Limite de détection



Profil journalier moyen des concentrations horaires en NO₂ au cours de la campagne, sur quatre sites de mesure, dont trois non influencés par l'aéroport

Comme pour la campagne de mars-avril 2019, on note une bonne corrélation entre les évolutions des niveaux moyens journaliers en NO₂ sur les quatre sites, en particulier lors des hausses matinales et de la fin de journée. De plus, les niveaux relevés sont représentatifs d'une zone urbaine, influencée par une métropole et ses voies de circulation émettrices d'oxydes d'azote.



Qu'est-ce qu'un boxplot ?

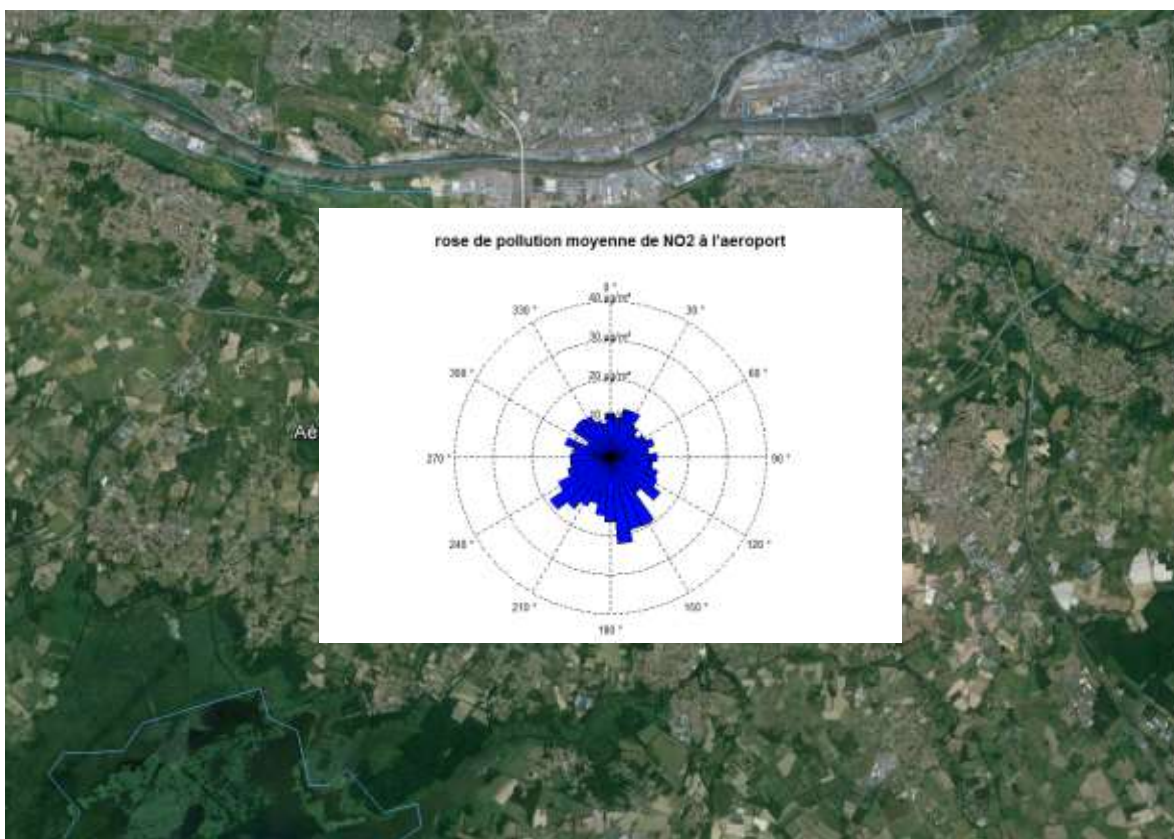
Un boxplot, représente les caractéristiques statistiques d'un ensemble de valeurs numériques.

Ces caractéristiques sont la moyenne, la médiane, le minimum, le maximum ainsi que le premier (Q1) et le dernier (Q3) quartile.

Le schéma illustre les éléments d'un boxplot : Maximum (point supérieur), Moyenne (point rouge), Q3 (bord supérieur de la boîte), Médiane (ligne noire horizontale), Q1 (bord inférieur de la boîte) et Minimum (point inférieur).

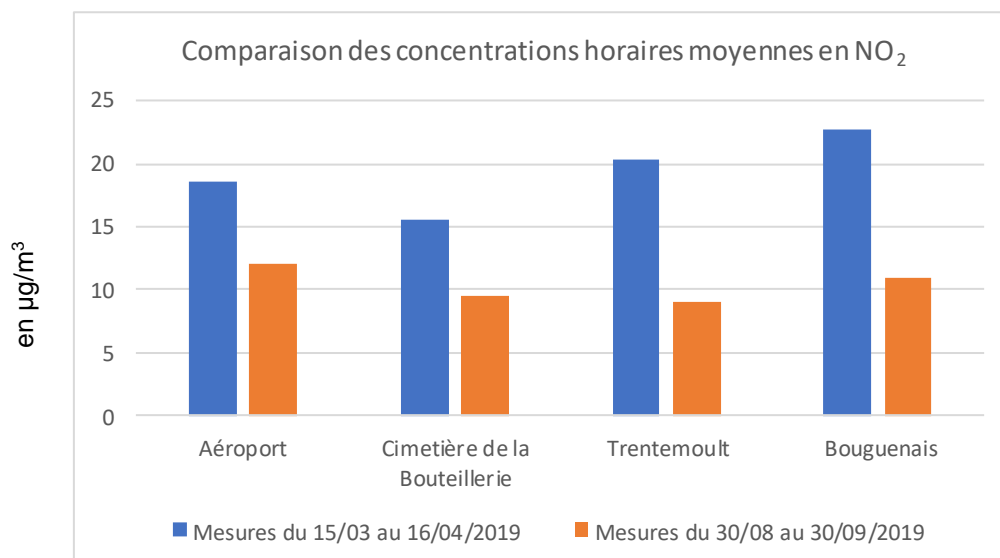
Boxplots des concentrations horaires de NO₂

On constate des niveaux homogènes sur l'ensemble des sites de Nantes, dont trois sont non-influencés par l'aéroport.



Rose des concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées au sein de la plateforme sur l'ensemble de la campagne de mesure

Les roses de pollution calculées sur les quatre sites de Nantes, au sein de la plateforme, au cimetière de Boutellerie, à Bouguenais et à Trentemoult (voir annexe 1), sont proches à l'exception d'une légère augmentation par vents de 230-240° visible uniquement au sein de la plateforme. Cette observation est à mettre en lien probable avec les émissions de NO_x liées aux travaux d'enrobés réalisés sur le taxiway et la piste au moment de la campagne de mesures.



Nous observons sur l'ensemble des sites, une diminution des concentrations moyennes entre la campagne de mesure de mars-avril et celle de septembre. Les valeurs enregistrées au sein de la plateforme aéroportuaire sont 1.5 fois moins importantes sur cette deuxième campagne.

Ce phénomène peut s'expliquer par des conditions météorologiques permettant une meilleure dispersion des polluants. En effet, les vents ont été plus forts sur la campagne de septembre par rapport à celle de mars-avril. Rappelons également qu'en hiver, les conditions sont plus favorables à la production de dioxyde d'azote par les moteurs thermiques.

les particules fines PM10 et PM2.5

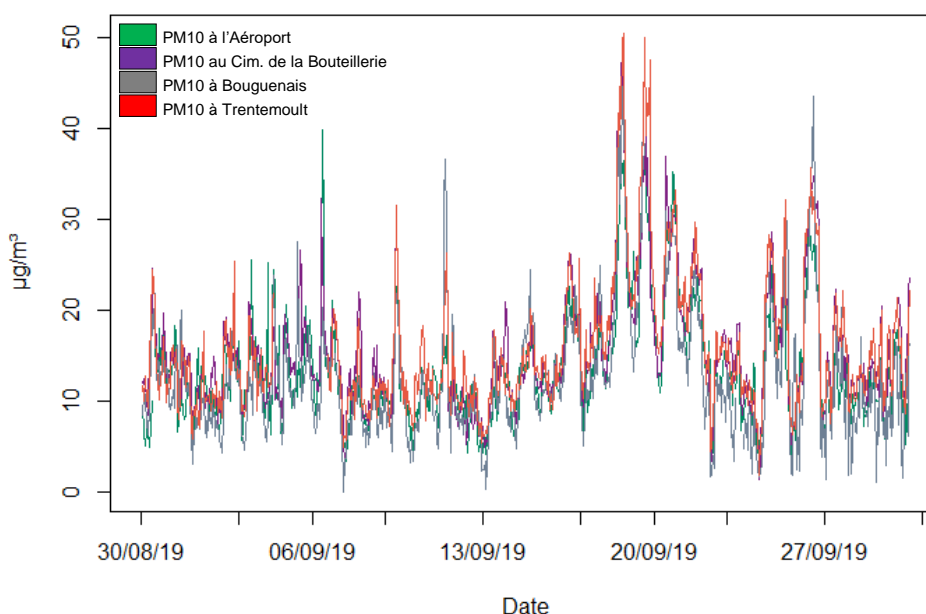
<p>?</p> <p>Les particules fines PM10 et PM2.5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10µm et 2,5µm, elles sont de nature variée, naturelles ou d'origine humaine. Les PM10 proviennent principalement de l'agriculture, du chauffage au bois, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP. Les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

les particules fines PM10

Mesures du 30/08 au 30/09/2019	Aéroport	Cimetière de la Bouteillerie	Trentemoult	Bouguenais
Moyenne	13.8 µg/m ³	15.8 µg/m ³	16.0 µg/m ³	12.9 µg/m ³
Minimum horaire	3.3 µg/m ³	1.5 µg/m ³	1.9 µg/m ³	< LD
Maximum horaire	39.9 µg/m ³	47.8 µg/m ³	50.4 µg/m ³	44.8 µg/m ³

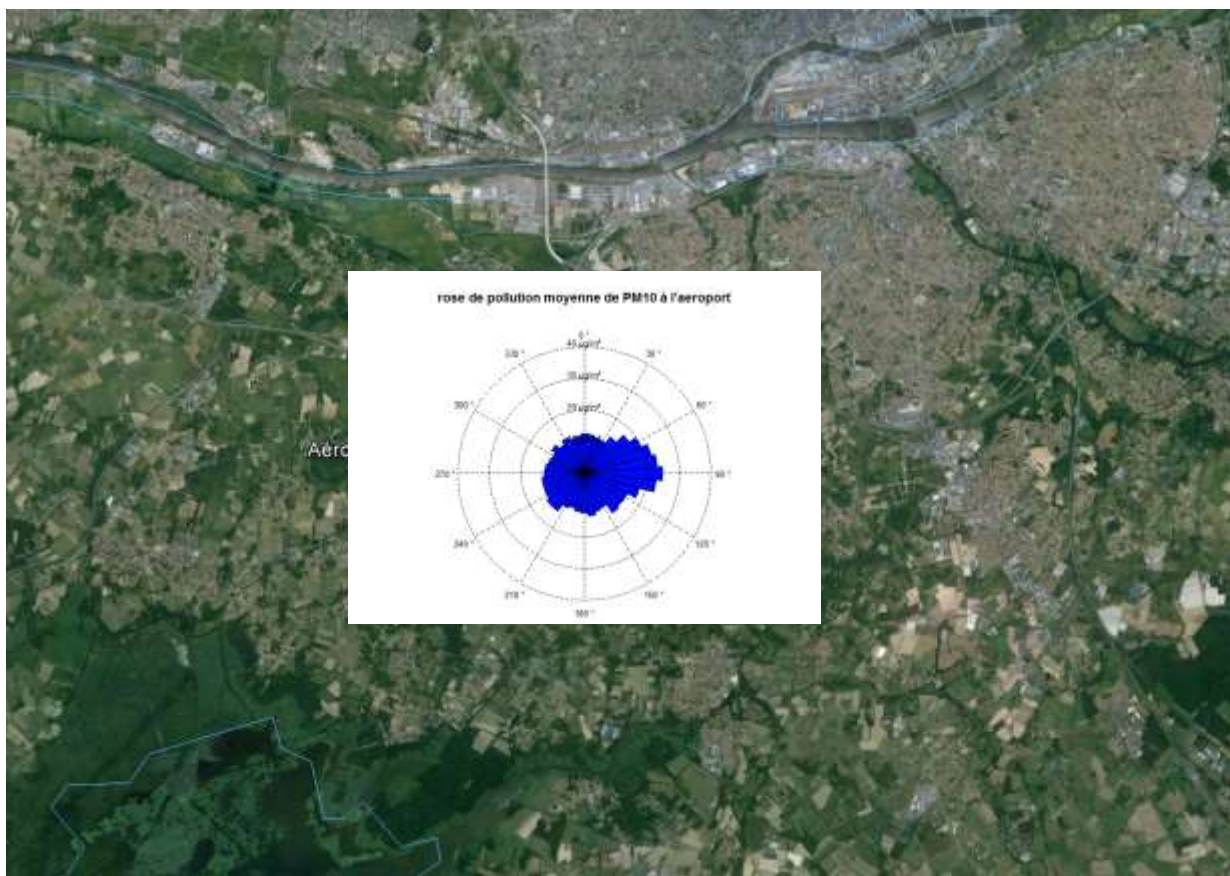
*LD : Limite de détection

Les niveaux moyens en particules fines PM10 mesurés au sein de la plateforme sont cohérents avec ceux des autres sites de l'agglomération nantaise. Ces derniers n'ont pas dépassé la valeur limite de 40 µg/m³ en moyenne sur un an et l'objectif de qualité de 30 µg/m³ en moyenne sur un an. Par conséquent, on peut raisonnablement penser que ces valeurs réglementaires soient respectées.



Évolution des concentrations horaires en particules PM10 durant la campagne

On constate une très bonne corrélation temporelle des niveaux de particules fines PM10 observés sur le site au sein de la plateforme de Nantes-Atlantique et sur les sites non influencés par l'aéroport.

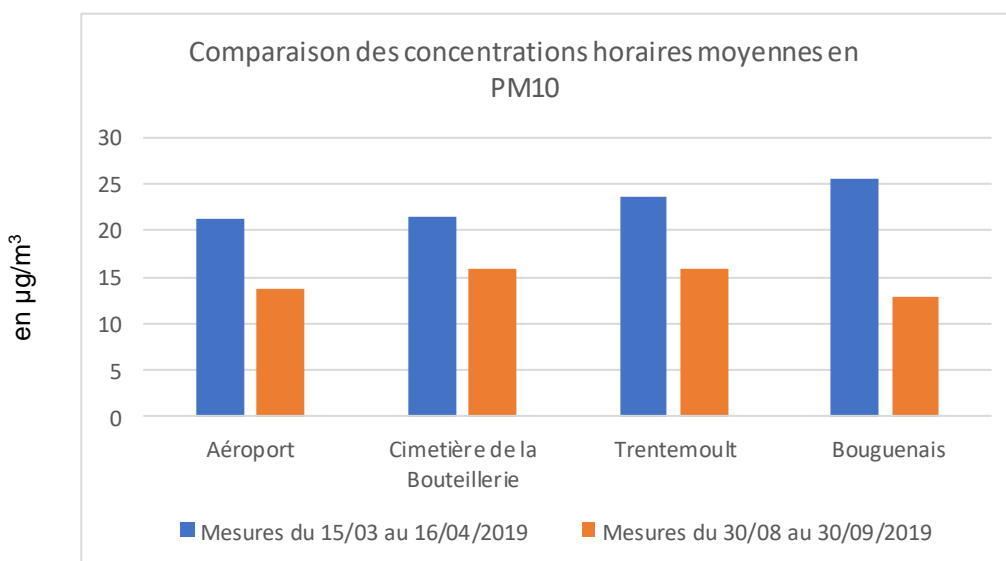


Rose des concentrations moyennes en particules fines PM10 mesurées au sein de la plateforme sur l'ensemble de la campagne de mesure

De plus, les roses de pollution calculées sur les 4 sites, de la plateforme, du cimetière de Bouteillerie, de Bouguenais et de Trentemoult (cf. annexe 1) sont identiques quelle que soit la localisation de ces sites par rapport à la plateforme.

Ceci suggère que l'influence d'une zone précise de la plateforme aéroportuaire ne peut pas être établie pour les concentrations en particules fines PM10 mesurées au sein de la plateforme.

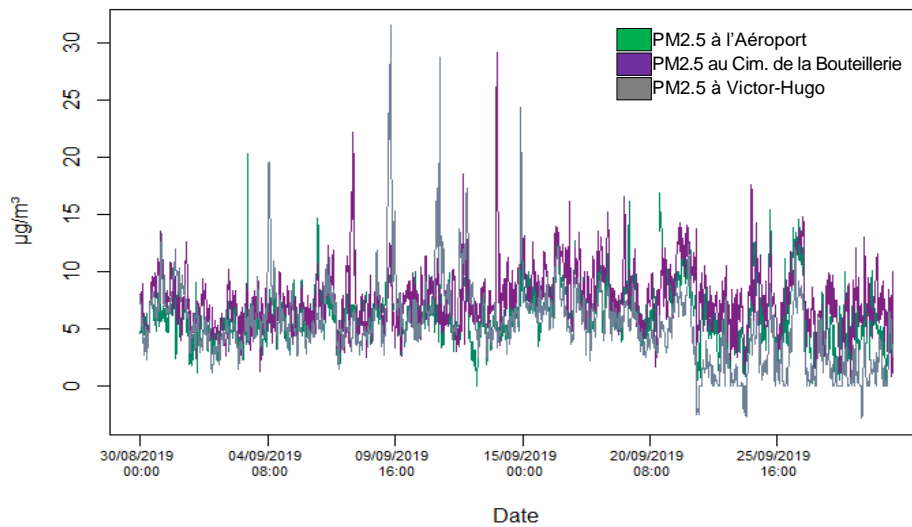
Les données détaillées montrent un respect des limites réglementaires, en particulier le seuil de recommandation et d'information de 50 µg/m³ en moyenne journalière.



Les concentrations en particules fines sont généralement influencées par des tendances régionales. Les principales sources de ce polluant sont le trafic routier, le chauffage et l'agriculture.

En mars-avril, les conditions climatiques hivernales étaient plus propices aux particules fines et les émissions plus intenses. Ceci conduit à des niveaux en particules fines PM10 1.5 fois plus forts sur la première campagne qu'en septembre 2019.

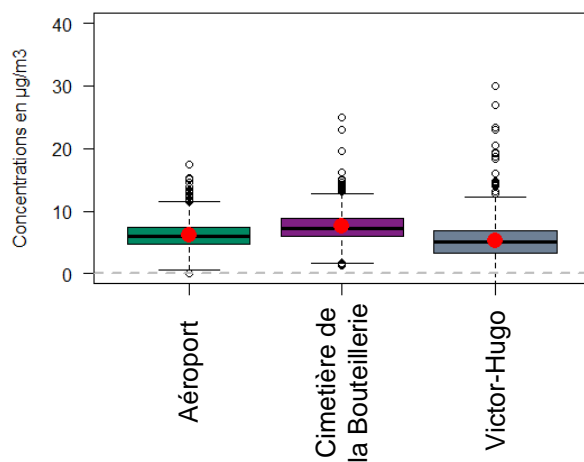
les particules fines PM2.5



Concentrations horaires en PM2.5 pendant la campagne de mesure

Mesures du 30/08 au 30/09/2019	Aéroport	Cimetière de la Bouteillerie	Victor-Hugo
Moyenne	6.2 µg/m ³	7.6 µg/m ³	5.2 µg/m ³
Minimum horaire	0.0 µg/m ³	1.3 µg/m ³	< LD
Maximum horaire	17.5 µg/m ³	25.0 µg/m ³	30.0 µg/m ³

*LD : Limite de détection



Boxplots des concentrations horaires de PM2.5

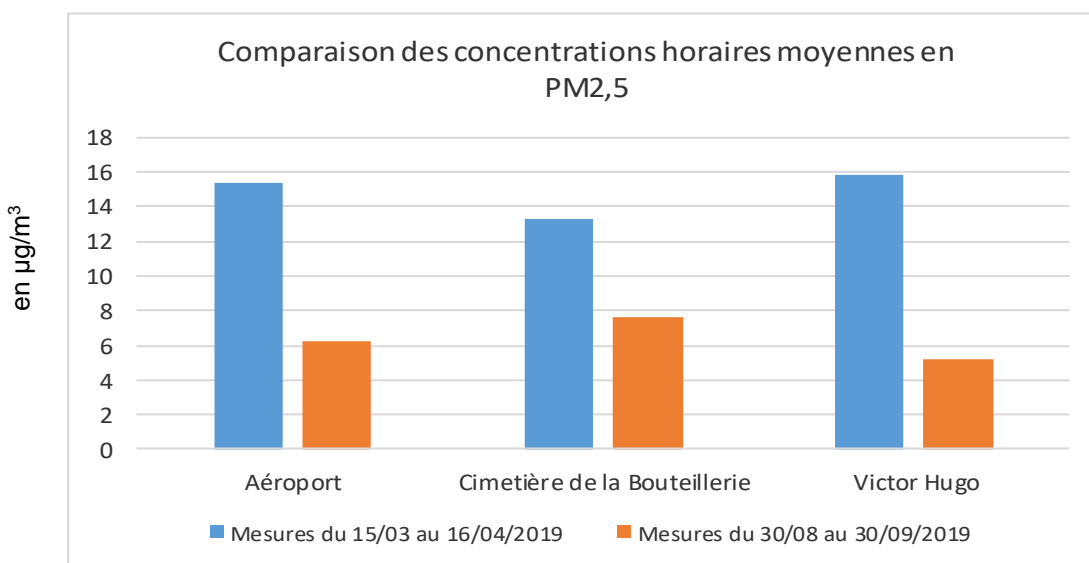
Les niveaux moyens en PM2.5 sur la plateforme aéroportuaire sont très proches de ceux mesurés à Nantes sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie ou en proximité automobile, boulevard Victor-Hugo.

Par comparaison avec ses sites, le risque de dépassement de l'objectif de qualité fixé à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur un an n'est pas à exclure sachant que cet objectif de qualité a été dépassé en 2017 et 2018 à Nantes.

En revanche, la valeur limite fixée à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a de fortes probabilités d'être respectée.

Les roses de concentrations moyennes calculées sur la plateforme, au cimetière de Bouteillerie, boulevard Victor-Hugo n'indiquent pas d'élévation de concentration en direction de la plateforme aéroportuaire (quelle que soit leur localisation par rapport à cette dernière).

L'influence d'une zone précise de la plateforme aéroportuaire pour les concentrations en particules fines $\text{PM}_{2.5}$ ne peut pas être établie.



La concentration moyenne en particules fines $\text{PM}_{2.5}$ au sein de la plateforme est presque 2.5 fois plus forte en mars-avril qu'en septembre 2019.

Les raisons de cet écart entre les deux périodes sont les mêmes que pour les particules fines PM_{10} .

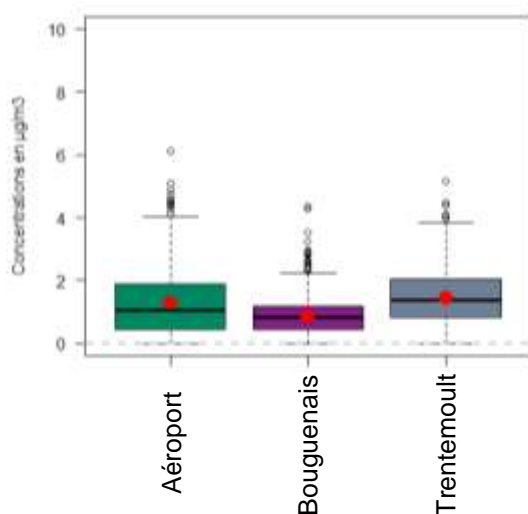
le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est un polluant d'origine industrielle.



Mesures du 30/08 au 30/09/2019	Aéroport	Trentemoult	Bouguenais
Moyenne	1.2 µg/m ³	1.4 µg/m ³	0.9 µg/m ³
Minimum horaire	< LD	< LD	< LD
Maximum horaire	6,1 µg/m ³	5.2 µg/m ³	4.4 µg/m ³

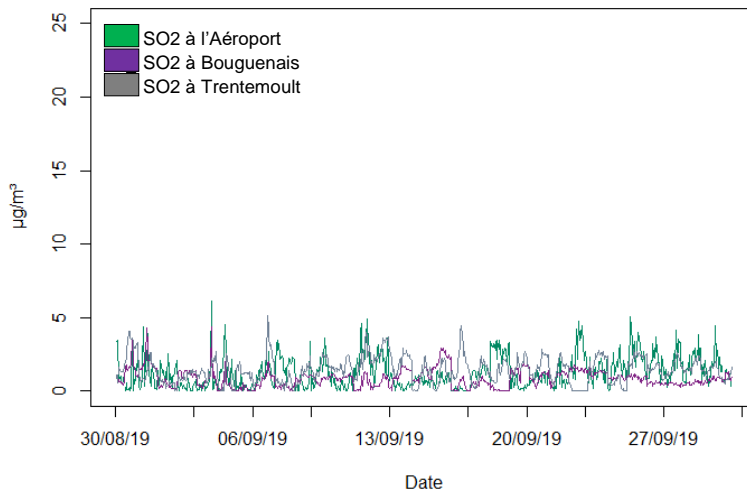
*LD : Limite de détection



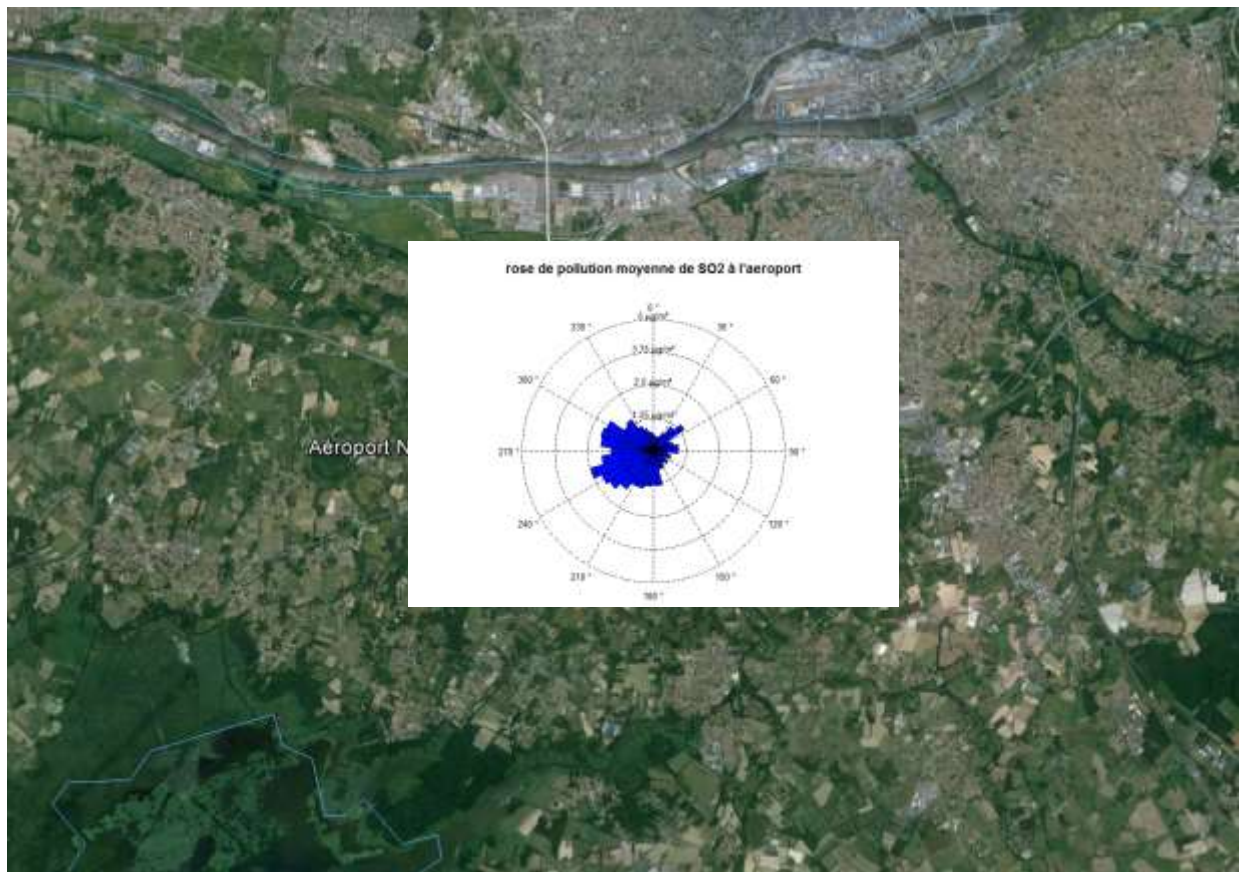
Boxplot des concentrations horaires en SO₂, sur 3 sites de mesure, dont Bouguenais et Trentemoult, non influencés par l'aéroport, du 30 août au 30 septembre 2019

Une majorité des mesures en SO₂ réalisées pendant la campagne conduisent à des valeurs au niveau très faible voir en dessous de la limite de détection de l'analyseur automatique. On peut considérer que les concentrations enregistrées sur l'ensemble des sites (l'aéroport, Trentemoult, et Bouguenais) sont équivalentes aux incertitudes de mesures près.

La valeur maximale horaire mesurée au sein de la plateforme de 6.1 µg/m³ demeure près de 50 fois inférieures au seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m³.



Évolution des concentrations horaires en SO₂, sur 3 sites de mesure, dont Bouguenais et Trentemoult, non influencés par l'aéroport, du 30 août au 30 septembre 2019



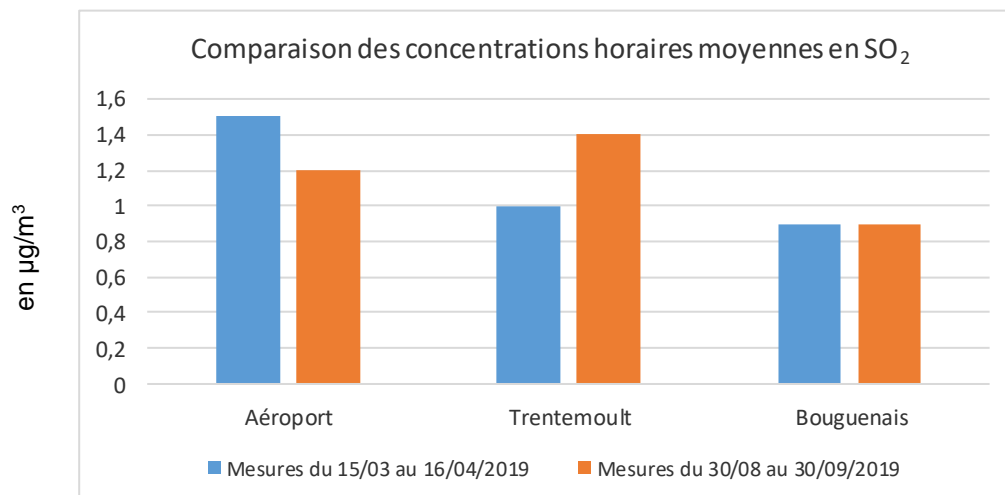
Rose des concentrations moyennes en dioxyde de soufre (SO₂) mesurées au sein de la plateforme sur l'ensemble de la campagne de mesure

La rose des concentrations moyennes calculée au sein de la plateforme indique deux directions de vents (290-300° N et 240-250° N) où des légères augmentations des concentrations sont observées.

Les vents de 290-300° correspondent à la direction des centres industriels de Basse-Loire (raffinerie de Donges et centrale thermique de Cordemais) dont les émissions sont susceptibles d'influencer les concentrations en SO₂ mesurées dans l'agglomération nantaise.

Ce phénomène a déjà été observé sur la campagne de mars/avril, mais aussi dans le cadre d'autres mesures, notamment autour de l'usine de valorisation des déchets Arc-En-Ciel et de la chaufferie Californie ERENA.

Notons également pour cette campagne, une légère augmentation par vents de 240-250°, en lien probable avec les émissions liées aux travaux d'enrobés du taxiway, et les engins de chantier associés.



Le dioxyde de soufre est un polluant qui ne connaît pas réellement de variation saisonnière. Il est plutôt lié dans notre région à l'activité des grands sites industriels.

Nous constatons des niveaux proches sur les deux campagnes de mesure, bien souvent à la limite de détection des analyseurs automatiques.

le monoxyde de carbone (CO)

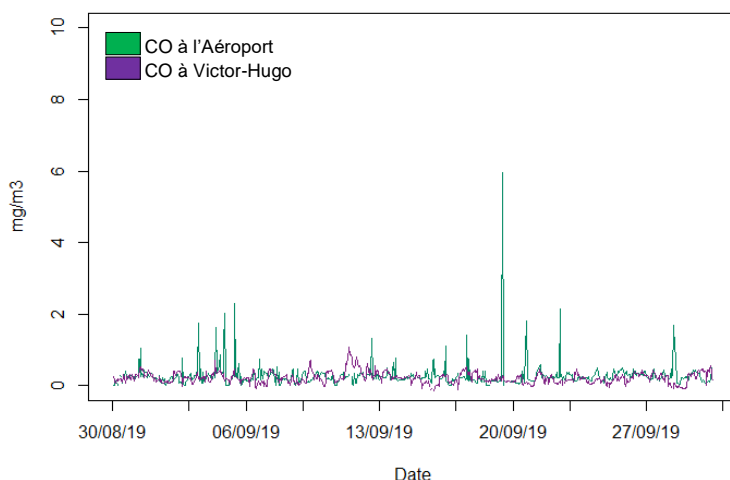
Le monoxyde de carbone, issue de la combustion incomplète d'hydrocarbures est un polluant surveillé à proximité immédiate du trafic.



Mesures du 30/08 au 30/09/2019	Aéroport	Victor-Hugo
Moyenne	0,270 mg/m ³	0,226 mg/m ³
Minimum horaire	< LD	< LD
Maximum horaire	5.964 mg/m ³	1.083 mg/m ³

*LD : Limite de détection

Les mesures montrent des niveaux en monoxyde de carbone au sein de la plateforme proches de ceux enregistrés en moyenne sur le site en proximité de trafic automobile du boulevard de Victor-Hugo à Nantes. Le risque de dépassement du seuil réglementaire de 10 mg/m³ en moyenne sur 8 heures est très faible car jamais dépassé sur le site de Victor-Hugo.



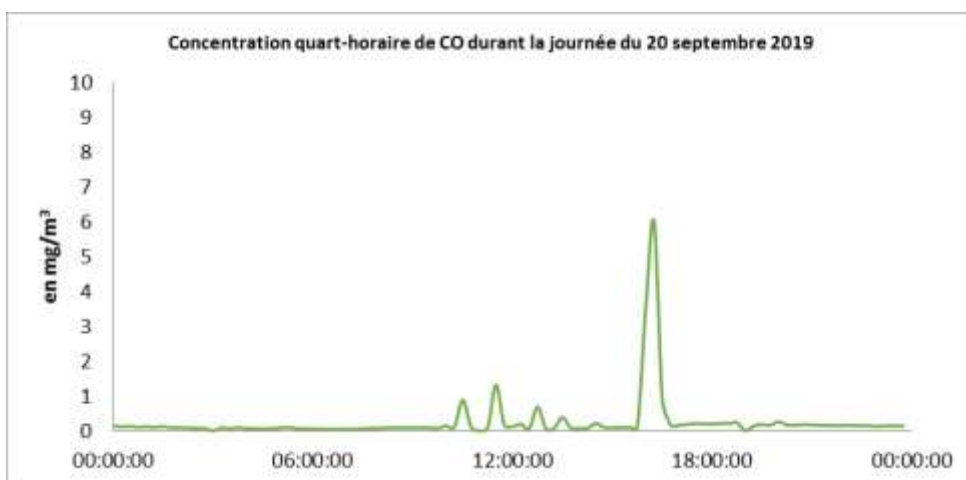
Distribution des concentrations horaires en monoxyde de carbone au sein de la plateforme et boulevard Victor-Hugo à Nantes

Nous observons une dizaine de pics supérieurs à 1 mg/m³, soit deux fois plus que pendant la première campagne.

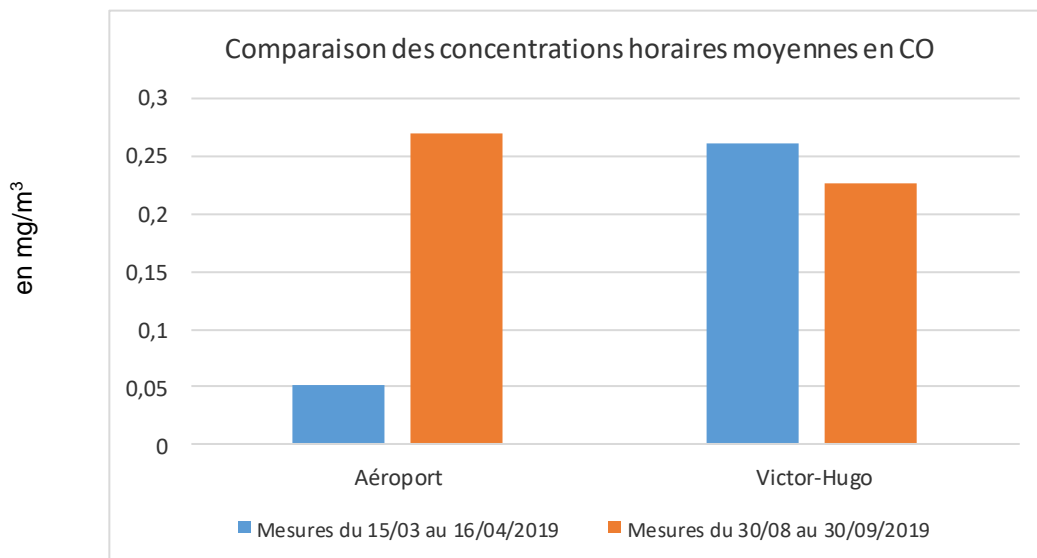
Ces pics sont observés principalement par de secteur nord-est à nord-ouest et dans une moindre mesure par vents de 210° N (cf. la carte ci-dessous), indiquant une influence probable des émissions des avions présents sur le parking de l'Aéroclub de Loire-Atlantique et dans une moindre mesure des véhicules se présentant au poste de contrôle d'accès à la plateforme.



En effet, nous avons pu à chaque intervention sur le camion laboratoire, corrélérer ces pics avec le démarrage à proximité des moteurs des petits avions. A titre d'illustration, le graphique suivant montre l'évolution temporelle des concentrations en CO le 20 septembre 2019, où des élévations sont mesurées en lien avec le démarrage des avions de l'Aéroclub de Loire-Atlantique (cf. photographie).



Avions en cours de démarrage observés le 20 septembre 2019 de 10:00 à 12:00



Les pics ponctuels enregistrés en septembre, ont une incidence sur la concentration moyenne. Celle relevée au sein de la plateforme cet été, est 5 fois plus forte que celle mesurée en mars-avril.

conclusions

La campagne menée au sein de la plateforme aéroportuaire de Nantes-Atlantique, par Air Pays de la Loire du 30 août au 30 septembre 2019, fait apparaître :

- au sein de la plateforme, des niveaux qui ont de fortes probabilités de respecter les valeurs réglementaires ;
- des concentrations comparables à celles enregistrées par le réseau d'Air Pays de la Loire en milieu urbain ;
- des niveaux en dioxyde d'azote et en particules fines plus importants en mars-avril qu'en septembre, en lien avec des conditions météorologiques hivernales favorables à l'accumulation des polluants et des émissions plus intenses à cette période de l'année ;
- une influence faible mais visible des émissions liées aux avions de l'Aéroclub de Loire-Atlantique sur les concentrations en monoxyde de carbone ;
- une influence faible mais visible des émissions liées aux travaux sur la piste et le taxiway sur les concentrations de dioxyde de soufre et de dioxyde d'azote.

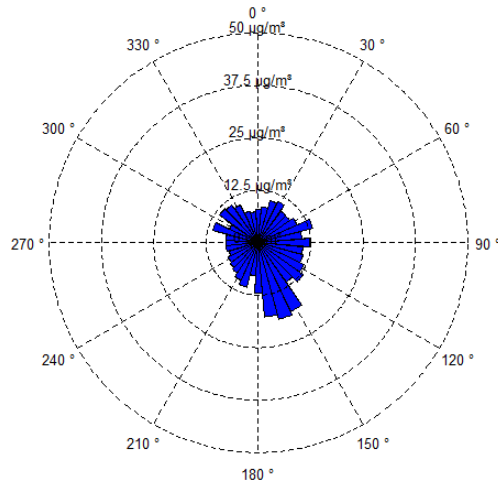
Polluants	Situation par rapport aux valeurs guides
NO ₂	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu ☺ - grande probabilité de respect de l'objectif de qualité Influence probable des travaux d'enrobés sur la piste et le taxiway
PM10	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu
PM2.5	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu
SO ₂	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu (niveaux souvent inférieurs au seuil de détection) Influence probable des travaux d'enrobés sur la piste et le taxiway
CO	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu Influence ponctuelle des avions de l'aéroclub

annexes

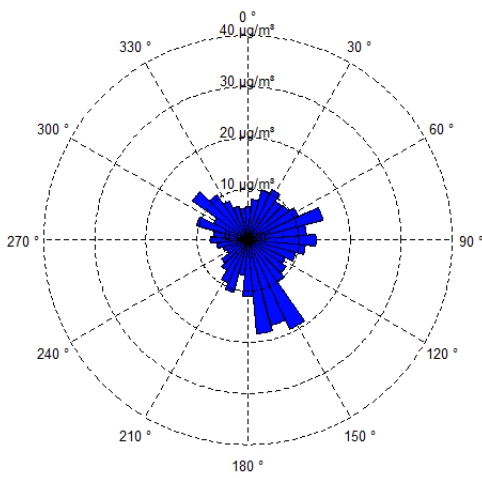
- annexe 1 : roses de pollution moyenne en NO₂, particules fines PM10 et PM2.5, SO₂ et CO
- annexe 2 : BoxPlot NO₂, PM10 et CO
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : techniques d'évaluation
- annexe 5 : types des sites de mesure
- annexe 6 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2019

annexe 1 : roses de pollution NO₂

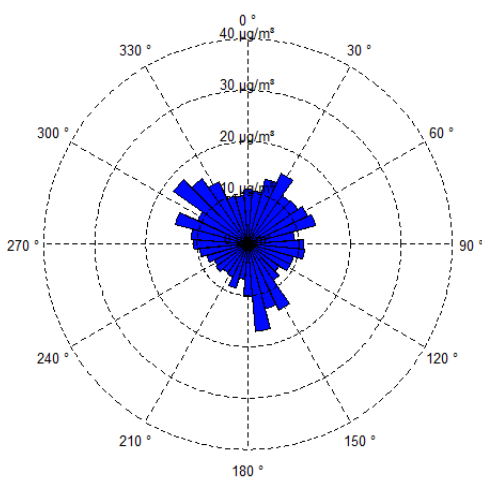
rose de pollution moyenne de NO₂ au cimetière de la Bouteillerie



rose de pollution moyenne de NO₂ à Trentemoult

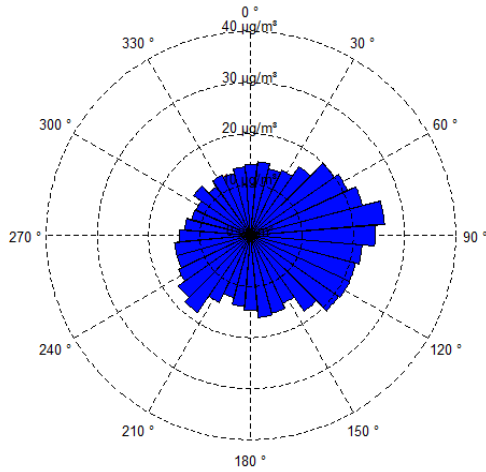


rose de pollution moyenne de NO₂ à Bouguenais

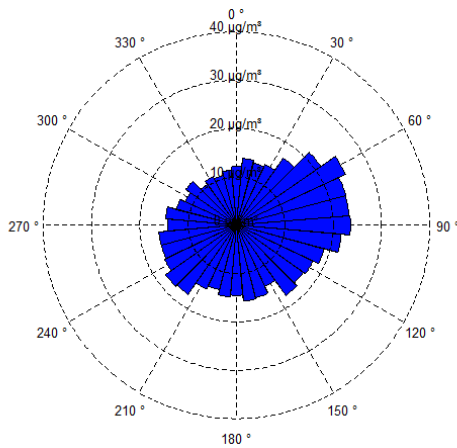


roses de pollution PM10

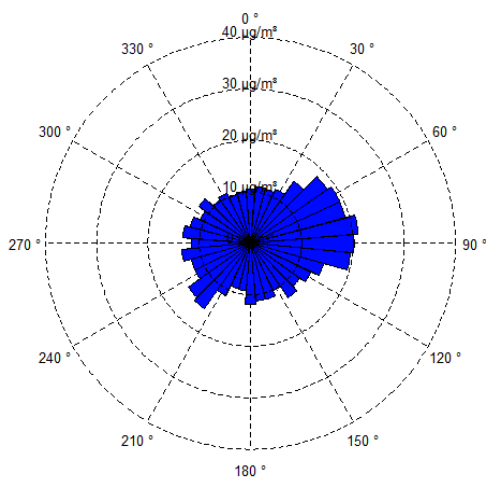
rose de pollution moyenne de PM10 au cimetière de la Bouteillerie



rose de pollution moyenne de PM10 à Trentemoult

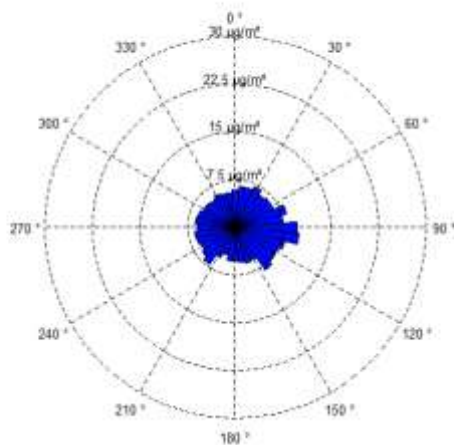


rose de pollution moyenne de PM10 à Bouguenais

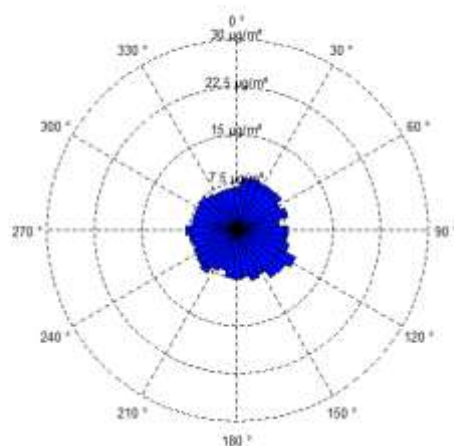


roses de pollution PM2.5

rose de pollution moyenne de PM2.5 à l'aéroport

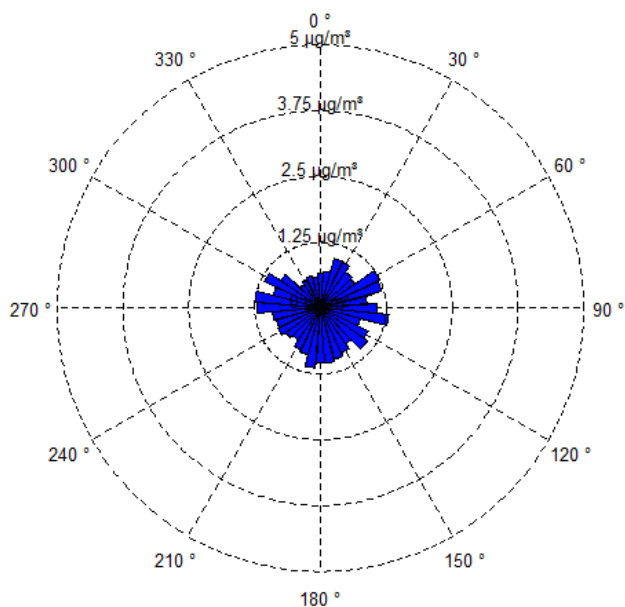


rose de pollution moyenne de PM2.5 à au cimetière de la Bouteillerie

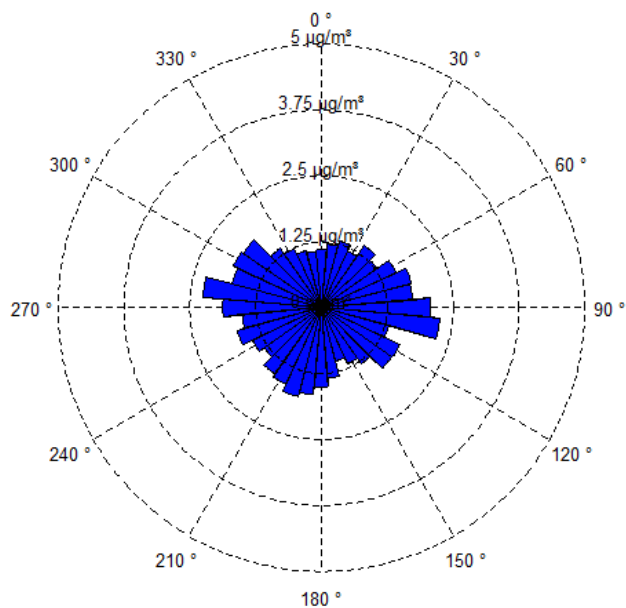


roses de pollution en SO₂

rose de pollution moyenne de SO₂ aux couëts

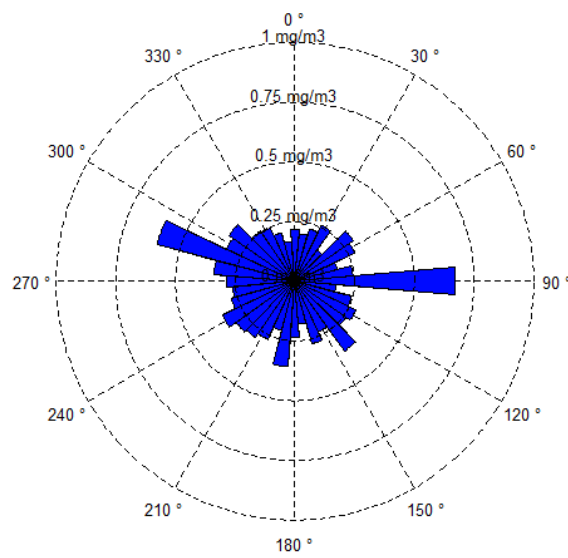


rose de pollution moyenne de SO₂ à Trentemoult

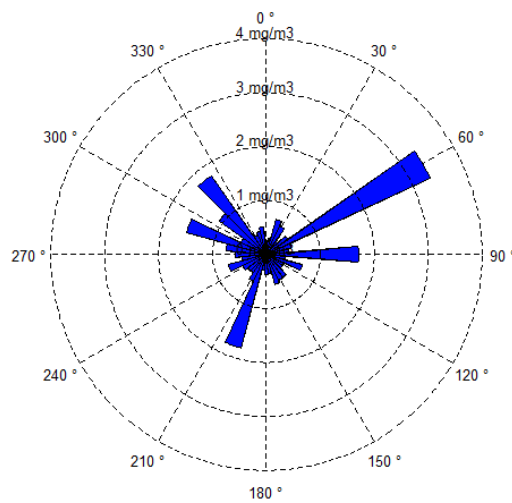


roses de pollution en CO

rose de pollution moyenne de CO à l'aéroport

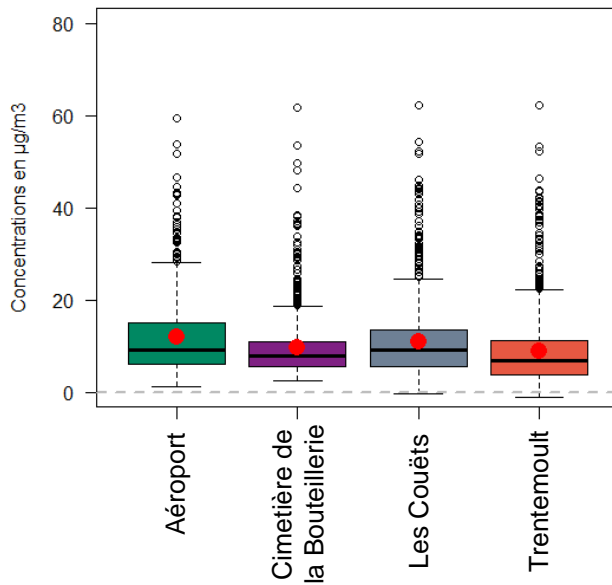


rose de pollution max de CO à l'aéroport

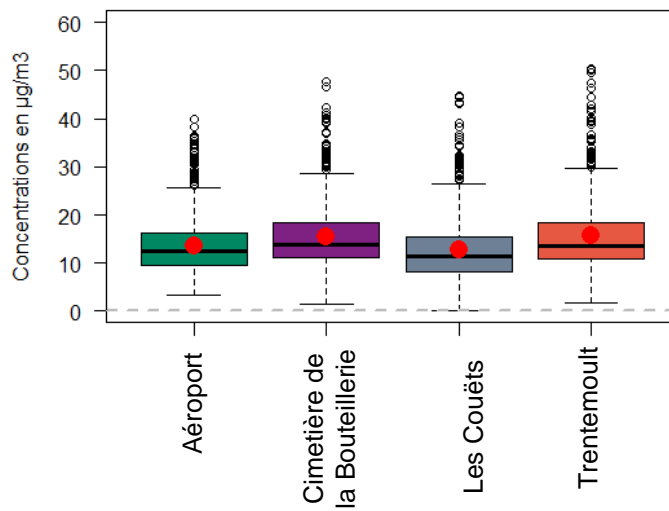


annexe 2 : boxplots

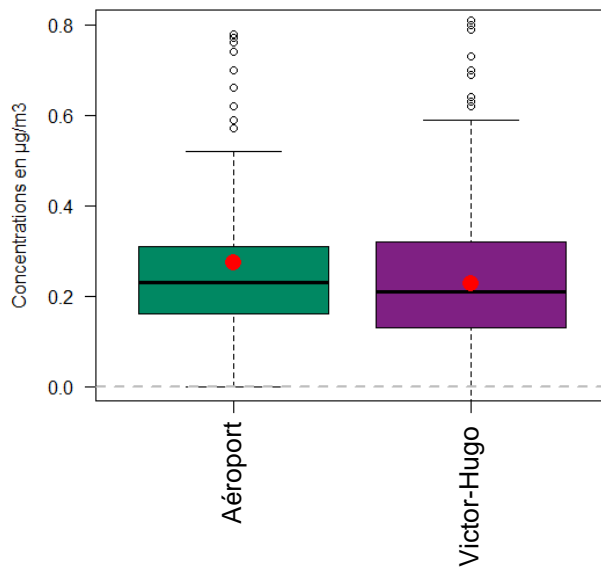
Boxplots des concentrations horaire de NO2



Boxplots des concentrations horaires de PM10



Boxplots des concentrations horaires de CO

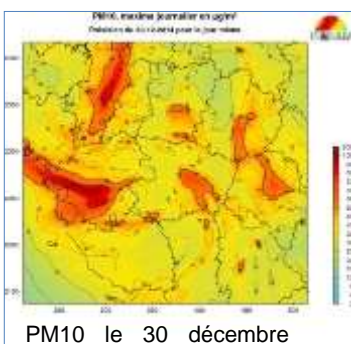


annexe 3 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

surveiller pour savoir et comprendre



l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une trentaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à la plateforme interrégionale ESMERALDA.

informer pour prévenir



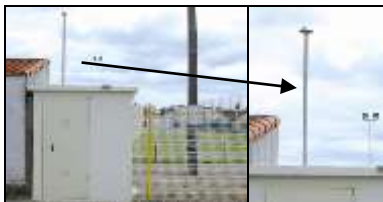
pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisode de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques, aux médias et à tous les internautes inscrits gratuitement. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

annexe 4 : techniques d'évaluation



les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une trentaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM10 ou PM2,5, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où elles envoient les données.



les laboratoires mobiles

La région des Pays de la Loire est dotée de trois laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO_x , SO_2 , O_3 , PM10, PM2.5 et CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Les applications sont diverses : impact industriel ou urbain, validation de futurs sites fixes, communication...



les tubes à diffusion passive

Ces systèmes de dimension réduite permettent à moindre coût de mesurer sur des périodes de 15 jours en général, et après analyse en laboratoire, des polluants tels que le dioxyde d'azote, l'ozone, benzène et les composés organiques volatils, de façon générale. Ils sont également utilisés pour mailler un territoire et obtenir ainsi la répartition géographique de la pollution.

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 de trafic

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



sites ruraux

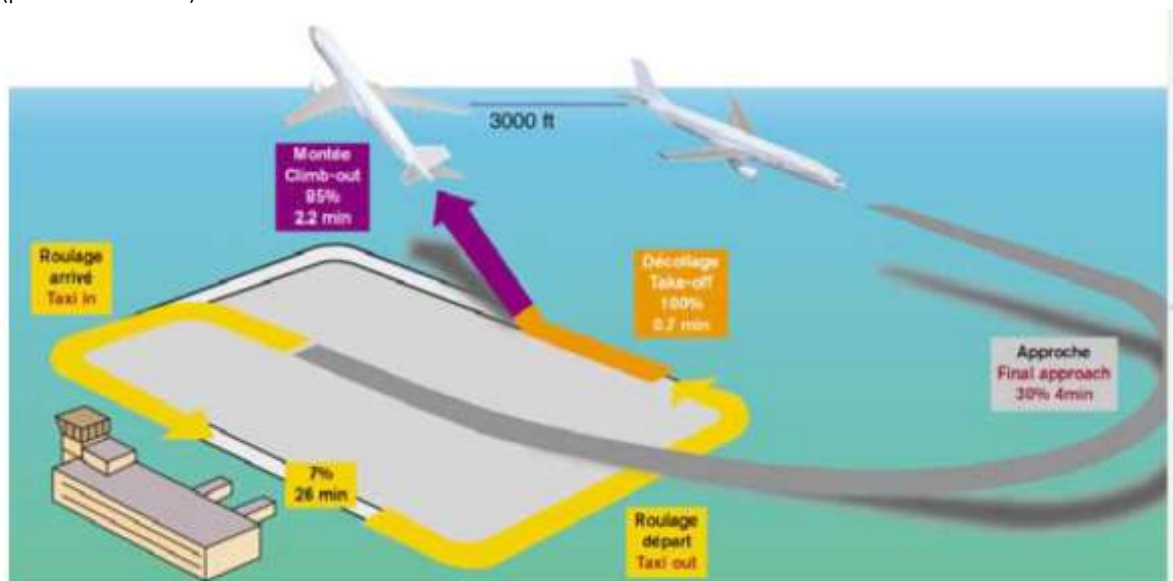
Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

annexe 6 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés

Les activités des aéroports sont à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques. On distingue plusieurs types de sources d'émissions sur une zone aéroportuaire : les sources liées aux mouvements des avions et les activités exclusivement terrestres qui comprennent des sources fixes et des sources mobiles.

sources liées aux mouvements des avions

Les émissions des avions sont évaluées lors du mouvement des avions à basse altitude (jusqu'à 915 m d'altitude) selon les différentes phases du cycle standard atterrissage-décollage « LTO » (Landing and Take-Off) défini par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale. Ce cycle décompose les opérations de l'avion en quatre phases auxquelles sont associées des réglages de poussées et de durées : une phase d'approche avant atterrissage (poussée minimale) ; une phase de roulage (mouvement de l'avion au sol, depuis l'atterrissage jusqu'à la préparation du décollage, poussée réduite) ; une phase de décollage (accélération sur piste et décollage proprement dit, poussée maximale) ; une phase de montée (poussée assez forte).



cycle LTO [S]

sources liées aux activités terrestres

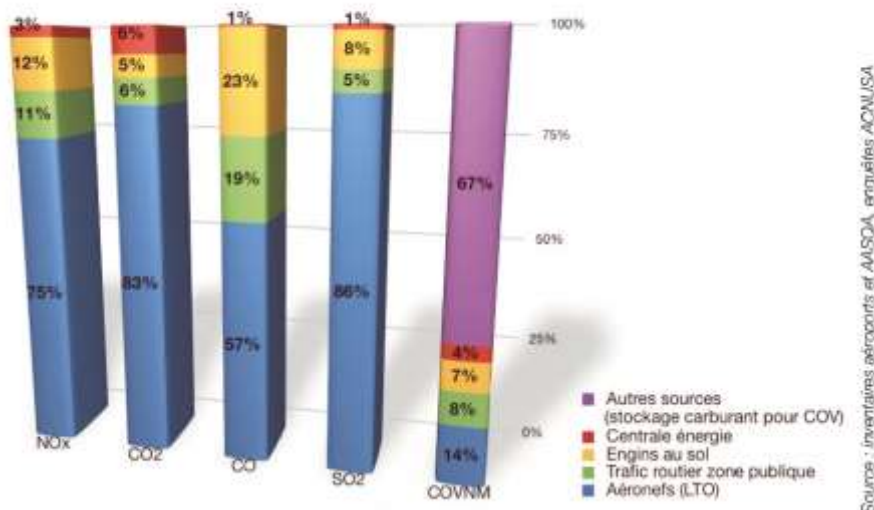
Les sources fixes proviennent exclusivement des activités terrestres. Ces sources comprennent les systèmes de production, de distribution ou d'utilisation de l'énergie (centrales thermiques), l'utilisation de solvants, les sources liées à l'entretien des espaces verts, les zones de stockage d'hydrocarbures ou encore les opérations d'antigivrage des avions. Les émissions des polluants provenant de ces activités dépendent donc notamment des caractéristiques des combustibles utilisés ou encore des produits stockés. Ces sources peuvent être ponctuelles ou diffuses.

Les sources mobiles regroupent les sources mobiles liées directement au fonctionnement opérationnel de la plateforme (tracteurs/pousseurs des avions, tapis à bagages, groupes électrogènes thermiques, engins spéciaux utilisés pour l'entretien...) ainsi que les véhicules particuliers et les transports en commun servant à l'acheminement des personnes vers l'aérogare dans la zone publique de l'aérogare (il s'agit là du trafic routier induit par la plateforme) ou au sein même de la plateforme aéroportuaire (navettes de transfert de l'aérogare vers les avions...).

répartition des émissions de polluants par source

A partir des inventaires d'émissions disponibles sur plusieurs plateformes¹, l'ACNUSA a identifié des tendances sur la contribution de chaque type de source.

Répartition des émissions de polluants par source, en moyenne, sur les aéroports français (hors APU et trafic routier induit)



Le graphique de répartition de polluants par source (hors APU et trafic routier induit) montre que les aéronefs constituent la première source d'émissions locales sur les plateformes pour la plupart des polluants connaissant des niveaux d'émissions significatifs (oxydes d'azote NOx, dioxyde de carbone CO2, dioxyde de soufre SO2, monoxyde de carbone CO).

Les émissions des avions lors de leur cycle LTO représentent de 60 à 90 % des émissions directement liées à l'activité d'une plateforme. La part des émissions des aéronefs attribuable au roulage au sol sur la plateforme est de l'ordre de 20 %.

¹ Inventaires d'émissions réalisés sur les aéroports de Paris – Charles-de-Gaulle (pour NOx uniquement), Lyon – Saint-Exupéry, Bâle – Mulhouse, Strasbourg – Entzheim et Nice – Côte d'Azur.

annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2019

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Décret 2010-1250 du 21/10/2010 – arrêté ministériel du 26/03/2014

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 ⁽¹⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽²⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽²⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽²⁾ 200 ⁽²⁾	-	500 ⁽²⁾
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou après 3 jours 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 (NOX)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	PLOMB	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	0,5	5	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽²⁾	-	-	-	-	125 ⁽²⁾	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (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 18h par an (percentile 99,8 annuel)
- (5) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
- (6) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
- (7) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (8) 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

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.

glossaire

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Airpl.lab	Laboratoire d'étalonnage d'Air Pays de la Loire
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence régionale de santé
BASEMIS®	base des émissions de polluants et GES
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
C6H6	benzène
CO	monoxyde de carbone
COFRAC	comité français d'accréditation
COV	composés organiques volatils
CSHPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
ERP	Etablissement recevant du public
IARC = CIRC	centre international de recherche sur le cancer
LCSQA	laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
Medde	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
NO ₂	dioxyde d'azote
O ₃	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PPA	plan de protection de l'atmosphère
Ppm	partie par million
SO ₂	dioxyde de soufre
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)



airpays 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