



Crédit photo : Atelier Jacqueline Osty et Associés



QUALITÉ DE L'AIR À ANGERS-KENNEDY

État initial, avant projet d'aménagement
des places Kennedy et de l'Académie

Campagne octobre 2022

air pays de
la Loire
www.airpl.org



Sommaire

Synthèse	4
Introduction générale	5
Conditions expérimentales	8
Dispositif déployé	8
Période de mesure	9
Taux de validité des mesures	9
Résultats	10
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10
Particules inférieures à 10 µm : PM10	13
Particules inférieures à 2,5 µm : PM2.5	15
Monoxyde de carbone (CO)	17
Le benzène	19
Conclusions et perspectives	20
Annexes	21

Contributions

Coordination de l'étude, interprétation et rédaction : Kristan Cuny-Guirriec

Mise en page : Bérangère Poussin

Métérologie Opérationnelle : Arnaud Tricoire et Sonia Cécile

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 la collectivité Angers Loire Métropole ainsi que l'école élémentaire La Blancheraie pour leur accueil et leur assistance lors de l'installation et du retrait des appareils de mesure.

Synthèse

Contexte

Dans le cadre des travaux d'aménagement des places Kennedy et de l'Académie, Angers Loire Métropole s'est rapproché d'Air Pays de la Loire, selon une démarche volontaire, pour la réalisation d'une évaluation de la qualité de l'air à proximité de la zone avant ces travaux. Ces travaux d'aménagement ont notamment prévu une modification des conditions de circulation et la création d'un parking extérieur de 300 places, qui serait créé d'ici 2025 à l'arrière de l'actuel centre de secours. Cette évolution a fait l'objet de questionnements lors de réunions publiques concernant l'impact sur la qualité de l'air, notamment au niveau de l'école de la Blancheraie et des populations situées à proximité du futur parking.

L'objectif de cette étude est d'effectuer une **évaluation de la qualité de l'air** en situation **avant-projet d'aménagement** des places Kennedy et Académie, puis de faire une nouvelle évaluation en situation **après projet d'aménagement**, afin d'apprécier l'impact de ce dernier sur la qualité de l'air environnant.

Qualité de l'air à Angers – Kennedy

Une campagne de mesures de 4 semaines a été effectuée du 6 octobre au 9 novembre 2022 sur le site du parking des Quatrebarbes au niveau de l'école de la Blancheraie, à proximité des places de l'Académie et Kennedy, et à proximité immédiate du projet du futur parking. Ces mesures ont évalué en temps réel les concentrations des principaux polluants réglementaires émis par le trafic routier (NO₂, PM10, PM2.5, CO). Des mesures passives en benzène ont été effectuées du 29 septembre au 27 octobre.

Les résultats de cette étude montrent que les concentrations des polluants mesurés à Angers-Kennedy sont plus représentatifs d'un milieu de fond urbain que d'un milieu de trafic routier. Les mesures en particules indiquent toutefois des concentrations supérieures, de l'ordre de +1,5 µg/m³ pour les PM10, et +1,1 µg/m³ pour les PM2.5, par rapport à la station urbaine de référence à Beaux-Arts (Angers).

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats par polluant réglementaire, en moyenne sur les 4 semaines de mesure. A titre informatif, une comparaison est également effectuée aux valeurs guides de l'OMS.

Polluant	Angers-Kennedy	Beaux-Arts (Angers)	Bd du Roi René (Angers)	Bd Frères Goncourt (Nantes)	Comparaison aux seuils réglementaires*	Comparaison aux valeurs guides OMS*
NO ₂ (µg/m ³)	11,9	11,8	22,1	34,2	☺ annuel ☺ horaire	☺ annuel ☹ journalier
PM10 (µg/m ³)	17,9	16,4	16,1	16,9	☺ annuel ☺ journalier	☺ annuel ☺ journalier
PM2.5 (µg/m ³)	9,1	8		9,4	☺ valeur limite ☹ objectif de qualité	☺ annuel ☹ journalier
CO (µg/m ³)	204			316	☺	☺
Benzène (µg/m ³)	0,7				☺	☺

Tableau 1 : tableau de synthèse des résultats par polluant vis-à-vis des valeurs réglementaires, et à titre informatif des valeurs guides de l'OMS

☺ = respect probable de la valeur ; ☹ = dépassement probable de la valeur ; ☹ = dépassement constaté de la valeur.
* l'ensemble des valeurs réglementaires et des valeurs guides de l'OMS est rappelé en annexe 6.

Introduction générale

La collectivité d'Angers Loire Métropole souhaite réaménager les places de l'Académie et Kennedy dans le cadre de son plan d'aménagement urbain, ce afin d'élargir l'espace dédié aux mobilités douces. Dans une démarche volontaire, la collectivité Angers Loire Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'**effectuer des mesures de qualité de l'air visant à apprécier l'impact du projet d'aménagement sur celle-ci**.

Le projet d'aménagement suscite en effet des interrogations de la part des riverains sur l'impact potentiel qu'il peut avoir sur les concentrations en polluants, notamment ceux émis par le trafic routier.

Pour cela, Air Pays de la Loire a effectué une campagne de mesure sur 4 semaines, du 29 septembre au 9 novembre 2022, des polluants réglementaires émis par le trafic routier : les particules PM10 et PM2.5, le dioxyde d'azote NO₂, le monoxyde de carbone CO ainsi que le benzène. Ces mesures posent un diagnostic sur la qualité de l'air en état initial, avant la mise en place du projet d'aménagement. Des mesures similaires devront être effectuées *a posteriori*, après la mise en place du projet, afin d'apprécier l'influence de celui-ci sur les polluants étudiés.

Réglementation en air ambiant

Les concentrations de polluant dans l'air sont réglementées par le décret 2010-1250 du 21/10/2010.

La réglementation définit plusieurs niveaux :

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 à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information : seuil à partir duquel la concentration d'un polluant atmosphérique peut représenter un risque pour la santé humaine des populations sensibles et justifie une information auprès du grand public.

Seuil d'alerte : seuil au-delà duquel la concentration d'un polluant atmosphérique représente un risque pour la santé humaine et justifie la mise en place de mesures d'urgence afin de réduire les émissions.

N.B. Les mesures étant faites sur 4 semaines, une comparaison *stricto sensu* avec les seuils réglementaires définis sur une année ne pourra être effectuée. Par comparaison avec les stations permanentes d'Air Pays de la Loire, il est toutefois possible d'établir une probabilité du risque de dépassement de ces seuils.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont un impact sur la qualité de l'air, en particulier sur la dispersion des polluants dans l'atmosphère. L'ensemble des données météorologiques utilisées au cours de cette campagne sont issues de la station Météo-France d'Angers-Beaucouzé.

Rose des vents à l'aéroport Angers Beaucouzé du 29/09/22 au 09/11/22

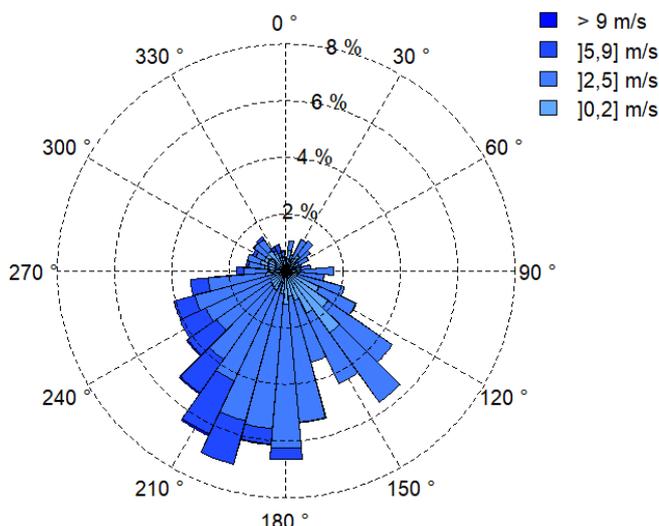


Figure 1 : rose des vents à Angers-Beaucouzé au cours de la campagne de mesures (source : Météo-France)

La figure ci-dessus représente la rose des vents mesurés à la station Météo-France de Angers-Beaucouzé pendant la campagne de mesures (voir encadré ci-dessous pour une aide à la lecture).

La campagne de mesure a été marquée par des vents provenant quasiment exclusivement de la direction sud, particulièrement entre 130°N et 220°N. Cette direction est atypique des normales climatiques, dont les vents sont en moyenne plutôt orientés sud-ouest et nord-est. Les vents étaient majoritairement établis (> 2m/s), ce qui est favorable à une bonne dispersion des polluants.

Le site de mesure, situé au parking des Quatrebarbes au niveau de l'école de Blancheraie, est influencé par :

- les émissions de polluants de la place Kennedy pour des vents compris entre 40°N et 60°N. Ces vents ont représenté 2 % du temps de la campagne,
- les émissions de polluants de la place de l'Académie pour des vents compris entre 60°N et 80°N. Ces vents ont représenté 2 % du temps de la campagne,
- les émissions de polluants de la rue Kellerman pour des vents compris entre 80°N et 160°N. Ces vents ont représenté 23 % du temps de la campagne.

A noter que l'emplacement du futur parking silo est situé à des directions comprises entre 320°N et 10°N par rapport au site de mesure. Ces vents ont représenté 8 % du temps de la campagne.

Par la direction atypique des vents sur la période de mesure, il est considéré que les concentrations de polluants mesurés au cours de la campagne sont **minorées** par rapport aux conditions environnementales moyennes.

Rose des vents

La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés à un point donné, dans notre cas une station Météo-France.

Comment lire une rose des vents :

- L'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest.
- La longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- Les classes de vitesse de vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

En lien avec le vent de sud, les températures relevées au cours de la campagne ont été supérieures aux normales saisonnières (moyenne des températures entre 1991 et 2020). La température moyenne s'est établie à 15,5°C (contre 12,3°C pour les normales saisonnières), avec une température minimale de 4,5°C et une température maximale de 27,1°C. Le mois a été sec, avec seulement 21 mm de pluie relevée au cours de la campagne.

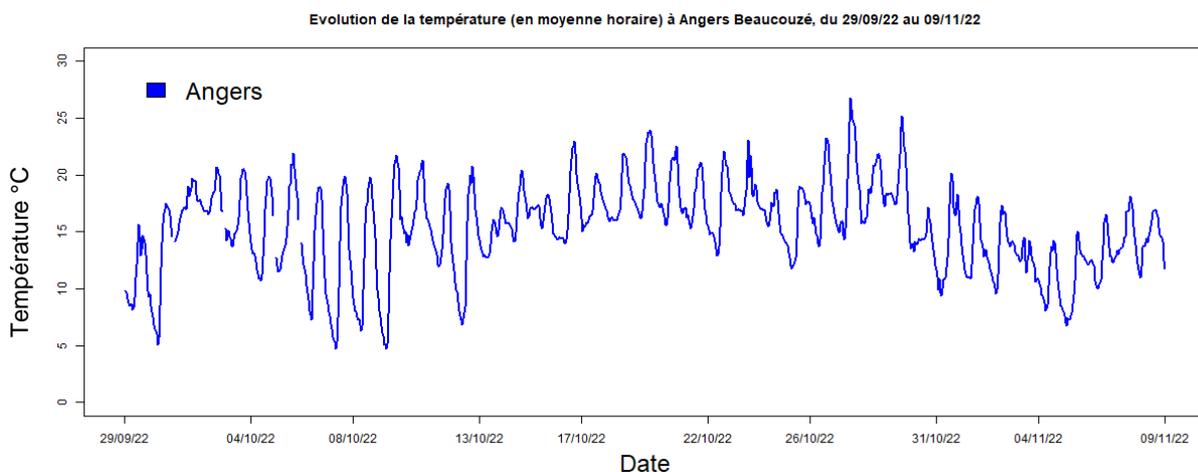


Figure 2 : évolution horaire de la température à la station Météo-France de Angers-Beaucouzé au cours de la campagne

Certaines journées présentent une forte amplitude thermique journalière, particulièrement au cours de la première semaine. Ces conditions sont favorables aux phénomènes d'inversions thermiques, observés en matinée, et qui ont pour effet d'accumuler les polluants au sol. Les conditions se sont ensuite dégradées au fil du mois à partir du 13 octobre, avec une succession de passages faiblement pluvieux et un renforcement du vent, favorisant la dispersion des polluants.

Conditions expérimentales

Dispositif déployé

Afin de répondre aux objectifs de l'évaluation, un laboratoire mobile a été installé au niveau du parking des Quatrebarbes, qui jouxte l'école de la Blancheraie. Ce lieu a été privilégié afin d'être au plus proche du projet d'aménagement des places de l'Académie et Kennedy à l'est, et de la construction du parking silo au nord. Ce lieu est également un établissement recevant du public (ERP), justifiant les mesures d'exposition de la population à cet endroit.

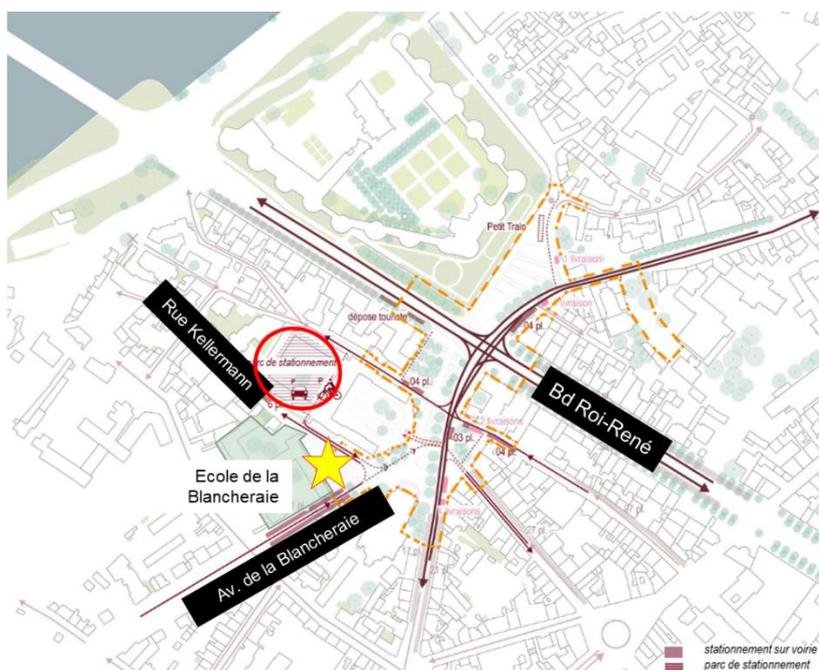


Figure 3 : plan du projet de réaménagement urbain, avec la localisation du futur parking silo (cercle rouge) et de l'implantation du site de mesure (étoile) qui jouxte l'école de la Blancheraie (image tirée et modifiée de la Ville d'Angers)

Le laboratoire, équipé d'analyseurs automatiques, permet un suivi en temps réel des niveaux de polluants dans l'air (mesures tous les quarts d'heure) : le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO), les particules PM_{10} (de diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$) et particules $\text{PM}_{2.5}$ (de diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$). En parallèle, des tubes à diffusion passive ont été installés sur le même site afin de mesurer les concentrations de benzène, dont chaque mesure est la concentration moyenne sur 1 semaine intégrée.

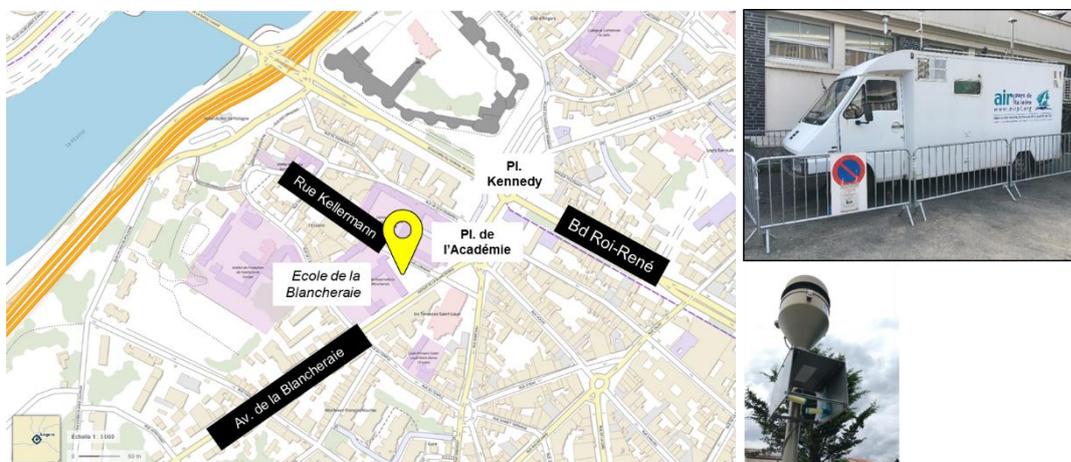


Figure 4 : localisation du laboratoire mobile de mesure à proximité des projets d'aménagements des places de l'Académie et Kennedy, et du futur parking silo au nord de la rue Kellermann. À droite, photo du laboratoire mobile et des tubes à diffusion passive

Période de mesure

La phase de mesure automatique s'est déroulée du 6 octobre au 9 novembre 2022.

Les mesures du benzène par tubes à diffusion passive se sont déroulées du 29 septembre au 27 octobre 2022 inclus, avec un pas d'échantillonnage d'une semaine pour chaque déploiement de tubes.

Taux de validité des mesures

Le tableau ci-dessous donne les taux de disponibilité des mesures sur la totalité de la campagne :

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures				
		PM10	PM2.5	NO ₂	CO	Benzène
Parking des Quatrebarbes	du 06/10 au 09/11/2022	99 %	98 %	98 %	97 %	
	du 29/09 au 07/10/2022					
	du 07/10 au 14/10/2022					
	du 14/10 au 21/10/2022					
	du 21/10 au 27/10/2022					100 %

Résultats

Les sous-parties suivantes présentent, polluant par polluant, les résultats de mesure obtenus pendant la campagne. Pour chacun de ces polluants, les mesures sont comparées aux valeurs réglementaires et aux mesures effectuées dans des stations permanentes d'Air Pays de la Loire.

Dioxyde d'azote (NO₂)

 <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>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>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>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>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>
---	---	---	--	---

Les concentrations en dioxyde d'azote sont réglementées à 3 niveaux :

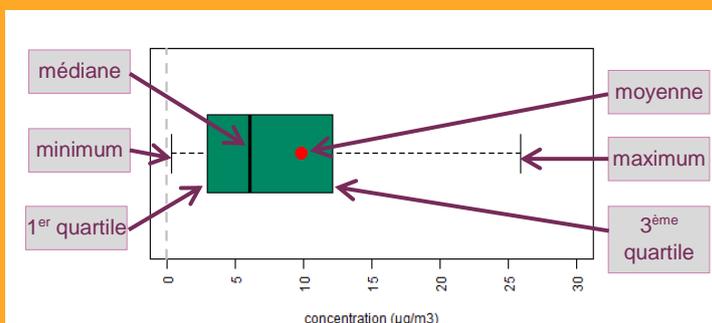
- Une **valeur limite en moyenne annuelle** fixée à 40 µg/m³ ;
- Une **valeur limite en moyenne horaire** fixée à 200 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an ;
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixée à 200 µg/m³ en moyenne horaire ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une valeur guide de 25 µg/m³ en moyenne journalière, et 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

Le dioxyde d'azote est un marqueur du trafic routier, étant principalement émis par ce secteur.

Les mesures sont comparées à celles effectuées en situation de fond urbain (station des Beaux-Arts, à Angers) et en situation de trafic routier (Boulevard Roi-René à Angers et Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes). La figure ci-dessous représente, sous forme d'un boxplot (cf. encadré *Méthodologie*) la répartition statistique des mesures sur les 4 sites de mesure au cours de la campagne.

Méthodologie

Le graphique ci-dessous 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 :



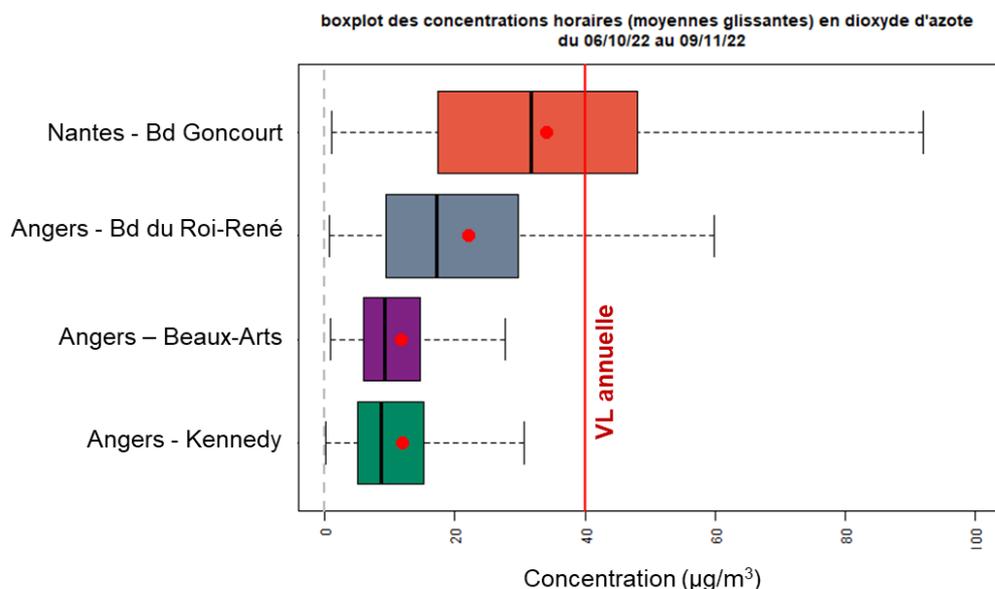


Figure 5 : boxplot des concentrations en NO₂ au cours de la campagne. La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge

La concentration moyenne relevée à Angers – Kennedy (11,9 µg/m³) est proche de celle relevée à la station permanente des Beaux-Arts à Angers (11,8 µg/m³), et deux à trois fois inférieures à celles relevées en contexte de trafic routier, au niveau des stations du Boulevard Roi-René (22,1 µg/m³) et du Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes (34,2 µg/m³).

Cela indique que les concentrations en NO₂ relevées au parking des Quatrebarbes se rapprochent plus d'un contexte de fond urbain que d'un contexte de trafic routier, malgré la présence de la rue Kellerman et de la place de l'Académie situées à proximité.

Ces résultats montrent en outre que :

- La concentration moyenne relevée à Angers – Kennedy **indique une forte probabilité que la valeur limite** (40 µg/m³) et que **l'objectif de qualité** (40 µg/m³) **soient respectés** au cours de l'année, ces seuils étant respectés sur les 3 autres sites de mesure utilisés comme comparaison ;
- **Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec la concentration moyenne enregistrée en 2021 sur la station permanente des Beaux-Arts (11 µg/m³), il est **probable que la valeur guide annuelle** (10 µg/m³) **soit dépassée** à Angers – Kennedy.

Les mesures du maximum horaire journalier en NO₂ à Angers – Kennedy au cours de la période de mesure (Figure 6) permettent d'établir que :

- L'évolution des concentrations en NO₂ est synchrone sur l'ensemble des sites ;
- Les concentrations en contexte de trafic routier (boulevards des Roi-René et des Frères de Goncourt) se démarquent avec des concentrations systématiquement supérieures à celles relevées aux Beaux-Arts ou à Angers-Kennedy ;
- Le maxima horaire au cours de la campagne a été de 77,2 µg/m³ à Angers-Kennedy, un niveau plus de 2 fois inférieur au seuil d'information et de recommandation (200 µg/m³) ;
- **Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation**, et donc, du seuil d'alerte, n'a été enregistré durant la campagne de mesure, ni ailleurs dans la région ;
- **La valeur guide journalière préconisée par l'OMS** (25 µg/m³ en moyenne journalière) a été atteinte à Angers-Kennedy au cours d'une journée. Elle n'a pas été dépassée aux Beaux-Arts durant la période de mesure, mais a été dépassée 14 jours au Boulevard du Roi-René et 29 jours au Boulevard des Frères de Goncourt.

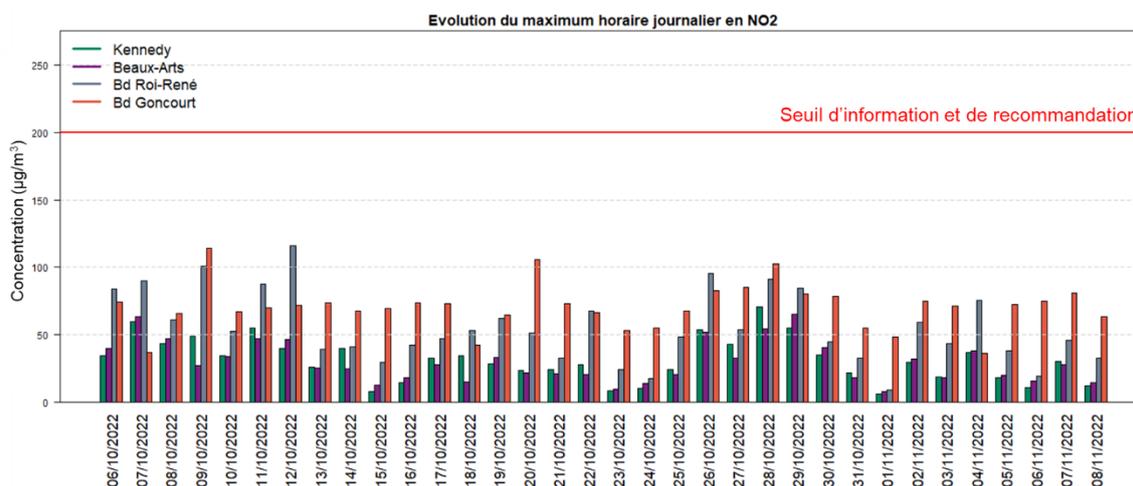


Figure 6 : évolution des maxima horaires journaliers des concentrations en NO₂

La figure 7 montre le profil journalier moyen des concentrations en NO₂ à Angers-Kennedy, en comparaison avec les autres sites de mesure permanente.

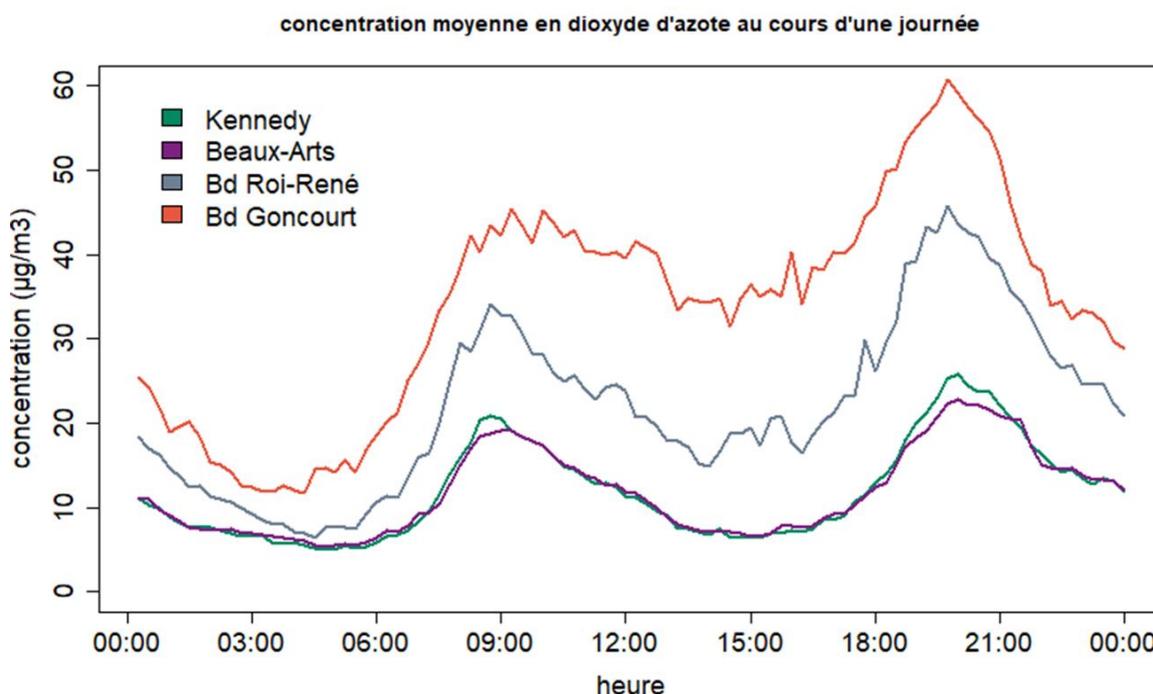


Figure 7 : évolution des concentrations en NO₂ au cours d'une journée moyenne, par comparaison à la station des Beaux-Arts à Angers et aux stations de trafic routier (Bd du Roi-René à Angers et Bd des Frères de Goncourt à Nantes)

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations en NO₂ à Angers-Kennedy sont similaires à celles relevées aux Beaux-Arts, en contexte de fond urbain, et sont inférieures à celles relevées en contexte de trafic routier aux boulevards des Roi-René et des Frères de Goncourt ;
- Les concentrations en NO₂ observent 2 pics, l'un matinal et l'autre, plus intense, en soirée. Ces pics correspondent aux heures de pointe des trajets domicile-travail. Il est à noter que lors de ces pics, les concentrations sont temporairement plus importantes à Angers-Kennedy qu'à Beaux-Arts, de l'ordre de 9 %, y suggérant un trafic plus congestionné ou une proximité plus importante avec la voie de trafic qu'à Beaux-Arts.

Particules inférieures à 10 µm : PM10

<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 au chauffage au bois, à l'industrie, à l'agriculture et aux transports routiers.</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 cancérigènes.</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 concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 50 µg/m³ en moyenne journalière et d'un **seuil d'alerte** fixé à 80 µg/m³ en moyenne journalière ;
- Cette valeur journalière de 50 µg/m³ 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/m³ ;
- Un **objectif de qualité** fixé à 30 µg/m³ ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) indique une valeur guide de 45 µg/m³ en moyenne journalière, et 15 µg/m³ en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot, les statistiques de mesure de PM10 au cours de la campagne. Les mesures effectuées à Angers - Kennedy sont comparées à celles en contexte urbain de fond (Beaux-Arts à Angers) et celles effectuées en contexte de trafic routier (boulevards des Frères de Goncourt et du Roi René, à Nantes et Angers, respectivement).

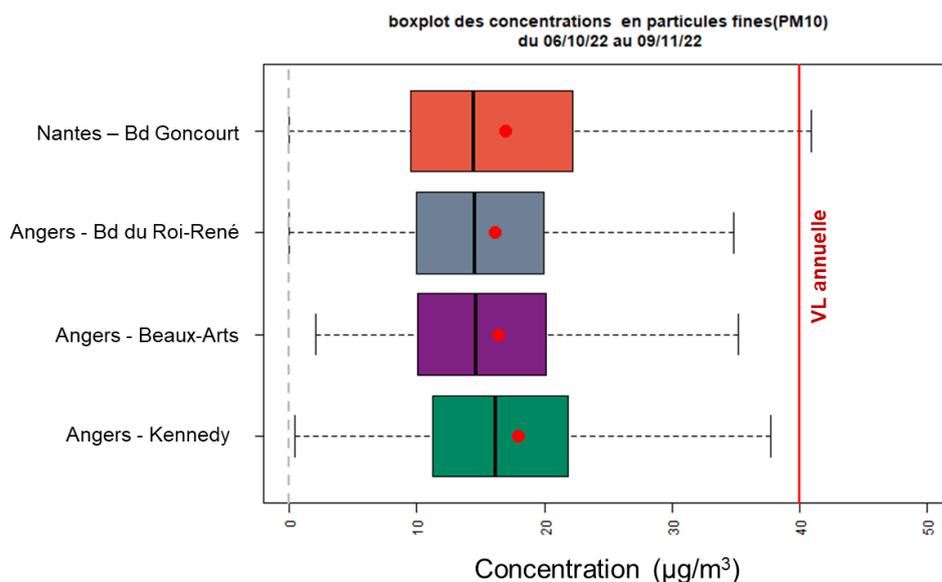


Figure 8 : boxplot des concentrations horaires en PM10 au cours de la campagne. La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge

La concentration moyenne relevée à Angers – Kennedy (17,9 µg/m³) est plus élevée de 9 % que celle relevée au musée des Beaux-Arts à Angers (16,4 µg/m³).

Cela peut s'expliquer par des activités parasites à proximité du site de mesure, notamment entre le 6 et le 14 octobre, et également les journées des 21, 23 et 29 octobre. Durant ces périodes, une élévation des PM10 est constatée au niveau du site Angers-Kennedy, et non observée au site des Beaux-Arts. Ces activités ne peuvent pas être mises en lien avec une activité de trafic routier, aucune élévation du NO₂ n'étant constaté sur le site Angers-Kennedy.

Au regard de la réglementation, ces résultats montrent que :

- Les stations de mesure permanente à Beaux-Arts et au Boulevard des Frères de Goncourt respectent les seuils réglementaires annuels en 2021. Par comparaison, il est donc **probable** que la **valeur limite** ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et que **l'objectif de qualité** ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) **soient respectés** à Angers - Kennedy au cours de l'année ;
- **Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec les sites de mesure permanente à Beaux-Arts et au Boulevard des Frères de Goncourt, il est **probable que la valeur guide annuelle soit dépassée** à Angers – Kennedy.

Les mesures de concentrations journalières de PM10 à Angers - Kennedy (Figure 9) permettent d'établir que :

- L'évolution des concentrations moyennes journalières en PM10 est synchrone sur l'ensemble des sites, traduisant une influence régionale plutôt que locale ;
- Le maxima journalier au cours de la campagne a été de $39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, **un niveau inférieur au seuil d'information et de recommandation et a fortiori au seuil d'alerte** ;
- Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS, la valeur guide journalière ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est respectée tout au long de la campagne.

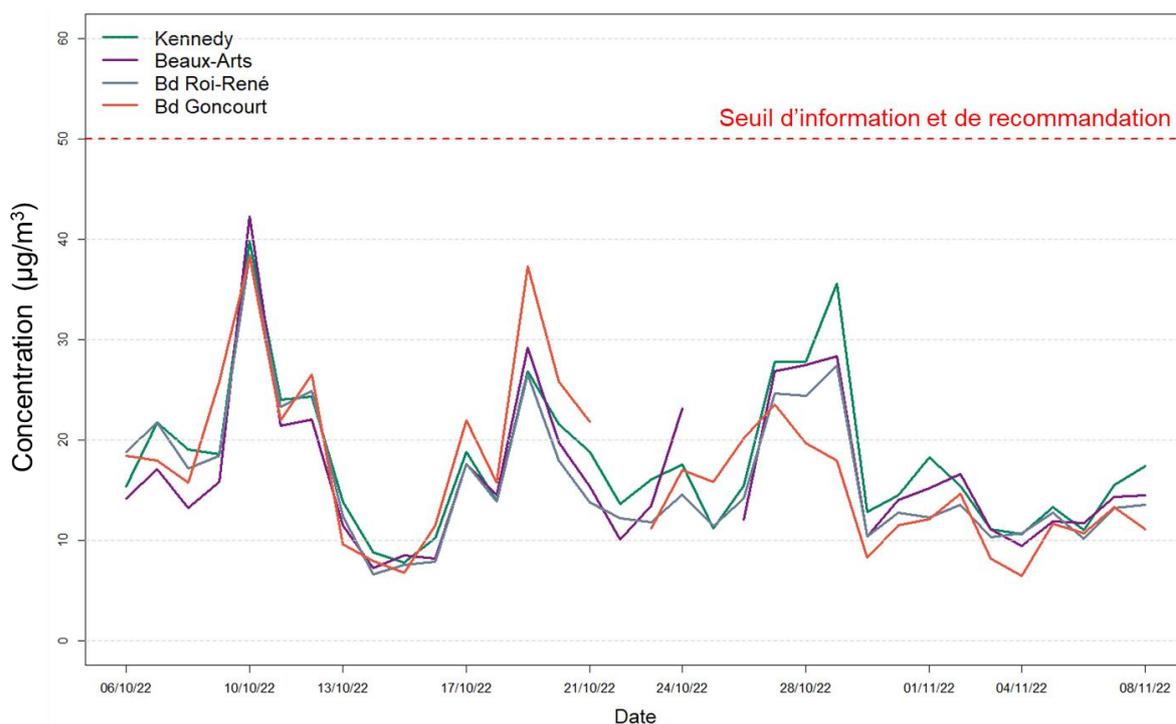


Figure 9 : moyennes journalières des concentrations en PM10 au cours de la campagne

Particules inférieures à 2,5 µm : PM2.5

Les concentrations en particules PM2.5 sont soumises en France à trois seuils en valeur moyenne annuelle :

- Une **valeur limite annuelle** fixée à 25 µg/m³ ;
- Une **valeur cible pour la protection de la santé humaine** fixée à 20 µg/m³ ;
- Un **objectif de qualité** de 10 µg/m³ ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) indique une **valeur guide de 15 µg/m³ en moyenne journalière, et 5 µg/m³ en moyenne annuelle.**

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot, les statistiques de mesure de PM2.5 au cours de la campagne. Les mesures effectuées à Angers - Kennedy sont comparées à celles effectuées en milieu urbain de fond (Beaux-Arts à Angers, et Bouteillerie à Nantes) et en contexte de trafic routier (boulevard des Frères de Goncourt à Nantes, les mesures en PM2.5 n'étant pas effectuées au boulevard Roi-René).

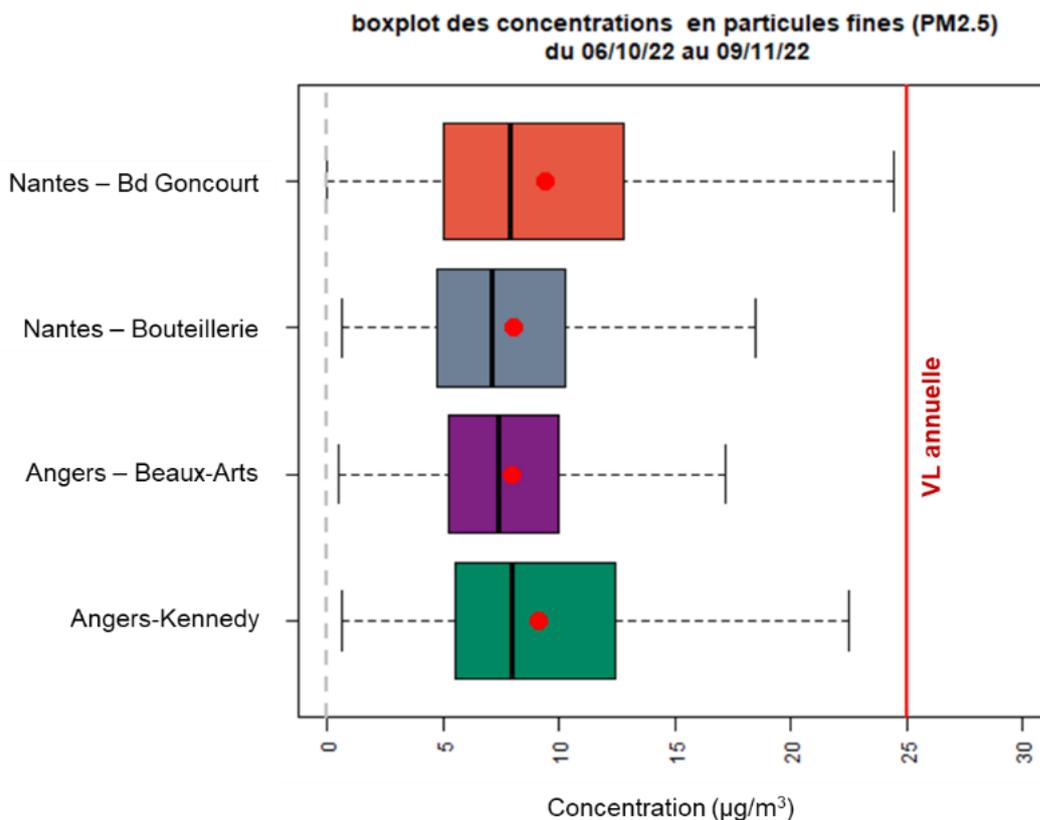


Figure 10 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5 au cours de la campagne. La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge

La concentration moyenne relevée à Angers – Kennedy (9,1 µg/m³) est plus élevée que celle relevée au niveau du musée des Beaux-Arts à Angers (8 µg/m³). Cela peut s'expliquer par des activités parasites à proximité du site de mesure, notamment entre le 6 et le 14 octobre, et également les journées des 17 et 20 octobre. Durant ces périodes, une élévation des PM2.5 est constatée au niveau du site Angers-Kennedy, et non observée au site des Beaux-Arts. Ces activités ne peuvent pas être mises en lien avec une activité de trafic routier, aucune élévation du NO₂ n'étant constaté sur le site Angers-Kennedy. Dans ce cadre, nous nous sommes rapprochés de la collectivité afin d'avoir des informations sur d'éventuelles activités susceptibles d'être à l'origine de ces élévations de poussières. Aucune activité n'a été remontée auprès de la collectivité.

Vis-à-vis des réglementations, ces résultats montrent que :

- Par comparaison aux mesures moyennes annuelles des stations permanentes de Nantes et Angers, il est **fort probable que la valeur limite annuelle (25 µg/m³) soit respectée. En revanche, l'objectif de qualité (10 µg/m³) pourrait être atteint** au cours de l'année à Angers-Kennedy ;
- **Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec les sites de mesure permanente à Angers et Nantes, il est **probable que la valeur guide annuelle (5 µg/m³ en moyenne annuelle) soit dépassée** à Angers - Kennedy.

À échelle journalière, l'évolution des moyennes journalières confirme ce comportement régional des particules, avec une évolution synchrone en PM2.5 entre les différents sites de mesure.

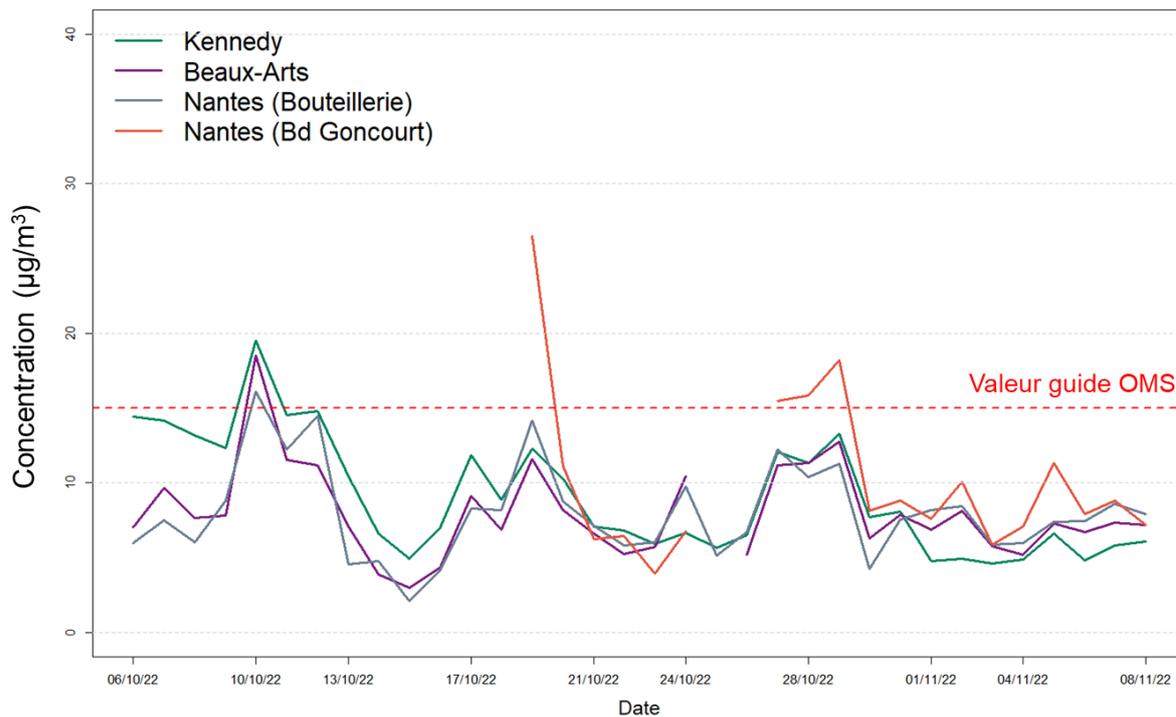


Figure 11 : moyennes journalières des concentrations en PM2.5 au cours de la campagne

Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS, la valeur guide journalière de l'OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassée au cours d'une journée parmi les 34 jours de mesure. Ce jour-là, le dépassement avait alors été observé sur l'ensemble des stations de mesure.

Monoxyde de carbone (CO)



Les concentrations en monoxyde de carbone sont exprimées en mg/m^3 , et sont réglementées en moyenne glissante sur 8 heures selon :

- Une **valeur limite en moyenne 8-horaire** de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, soit $10\,000 \text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une valeur guide de $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ en moyenne journalière.

Le monoxyde de carbone, à l'instar du dioxyde d'azote, peut être utilisé comme traceur du trafic routier. Dans la mesure où ses concentrations sont faibles et souvent proches de la limite de détection de l'appareil de mesure, le CO n'est plus mesuré dans les stations automatiques d'Air Pays de la Loire, excepté depuis fin 2021 à la station de trafic à Nantes, située au boulevard des Frères de Goncourt. Cette station sert donc de comparaison.

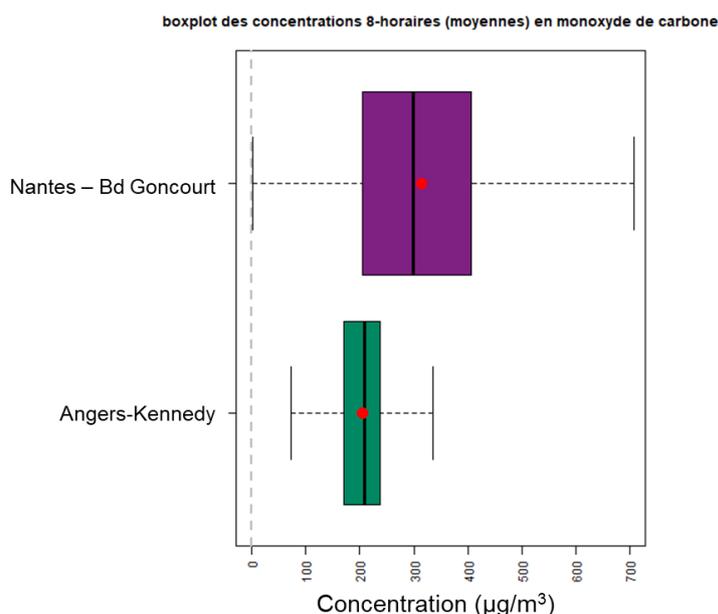


Figure 12 : boxplot des concentrations horaires en monoxyde de carbone au cours de la campagne

Les mesures de concentration en CO à Angers – Kennedy montrent que :

- La moyenne des concentrations en CO est de $204 \text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de la campagne, un niveau inférieur à celui relevé au Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes ($316 \text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces niveaux sont toutefois peu représentatifs, les mesures étant proches des limites de quantification de l'appareil.
- La concentration 8-horaire maximale a été de $0,3 \text{ mg}/\text{m}^3$ (contre $0,9 \text{ mg}/\text{m}^3$ au Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes), un niveau trente fois inférieur à la valeur limite ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$).
- Vis-à-vis des seuils OMS, la valeur guide journalière ($4 \text{ mg}/\text{m}^3$) est également respectée.

L'évolution des concentrations moyennes au cours d'une journée-type montre un signal caractéristique d'une influence de trafic routier au Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes, avec deux pics journaliers aux heures de pointe du matin et du soir. Ces pics sont plus pondérés à Angers – Kennedy. Cela suggère une moindre influence du trafic routier au niveau du parking des Quatrebarbes et des places de l'Académie et Kennedy que ce qui est enregistré au boulevard des Frères de Goncourt. Ce constat rejoint l'observation faite sur le polluant du dioxyde d'azote, également marqueur du trafic routier.

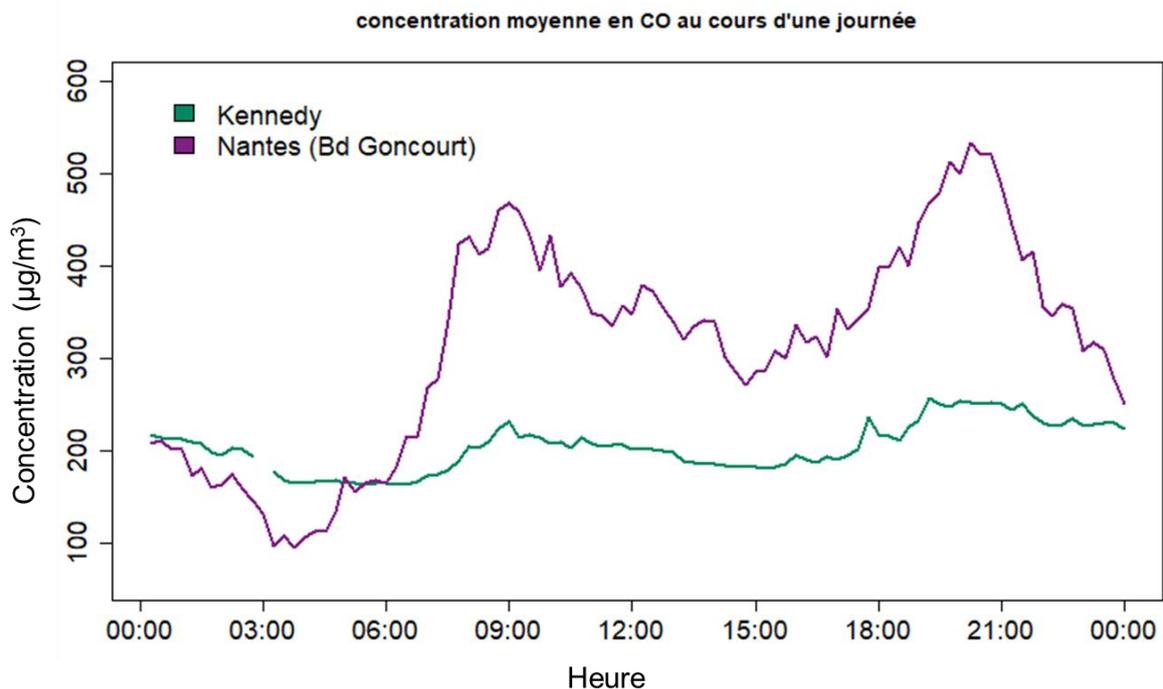


Figure 13 : évolution des concentrations moyennes en monoxyde de carbone au cours d'une journée-type

Le benzène

 <p>Le benzène (C₆H₆) est l'un des composés les plus nocifs de la famille des Composés Organiques Volatils (COV). En air extérieur, le benzène est une substance émise naturellement par les volcans et les feux de forêts. Les émissions de benzène proviennent principalement de la combustion du bois dans les petits équipements domestiques et du trafic routier.</p>	 <p>Les niveaux sont les plus élevés en période hivernale froide pour les milieux urbain et périurbain, ou selon les rejets industriels.</p>	 <p>Les zones les plus concernées se situent à proximité des axes routiers et des zones à forte densité de population.</p>	 <p>Le benzène est connu pour ses effets mutagènes et cancérogènes.</p>	 <p>De manière générale, les COV jouent un rôle majeur dans les mécanismes complexes de formation de l'ozone dans la basse atmosphère (troposphère). Ils interviennent également dans les processus conduisant à la formation des gaz à effet de serre.</p>
---	---	---	---	--

Les concentrations en benzène sont soumises à deux seuils en valeur moyenne annuelle :

- Une valeur limite fixée à 5 µg/m³ ;
- Un objectif de qualité de 2 µg/m³.

Les mesures de benzène s'effectuent à l'aide de tubes à diffusion passive, qui ont été exposés à l'air pendant 1 semaine. Les résultats correspondent donc à une concentration moyenne en benzène sur 1 semaine, pour chaque semaine d'exposition. Les roses des vents par semaine de mesure sont présentées en annexe.

Le graphique ci-dessous présente les résultats de ces mesures au cours des 4 semaines de mesure.

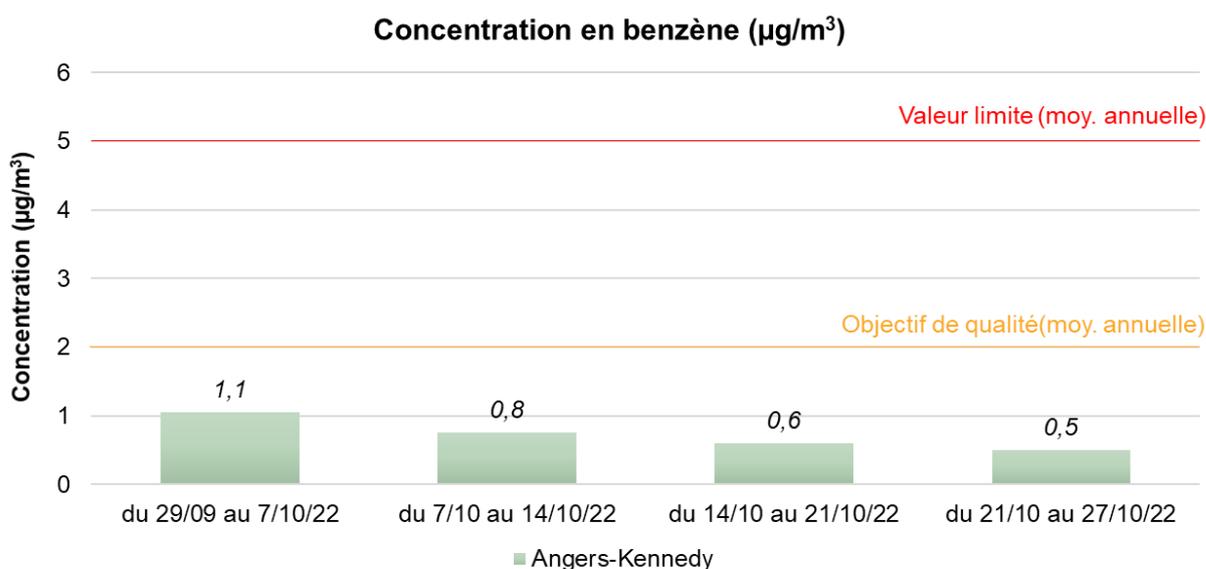


Figure 14 : évolution de la moyenne hebdomadaire en benzène au cours de la campagne de mesure

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations en benzène sont en baisse au fil du mois de mesure. Elles sont divisées par 2 entre la première semaine (1,1 µg/m³) et la dernière semaine (0,5 µg/m³). Cela peut être mis en lien avec l'évolution des conditions météo, passant de conditions anticycloniques favorables aux inversions thermiques la première semaine, à des conditions de plus en plus dégradées au fil du mois, facilitant la dispersion des polluants (cf. page 7) ;
- La concentration moyenne en benzène au cours des 4 semaines est de 0,7 µg/m³, une valeur inférieure à l'objectif de qualité (2 µg/m³) et *a fortiori* à la valeur limite annuelle (5 µg/m³).

Conclusions et perspectives

Dans le cadre de son projet d'aménagement des places Kennedy et Académie à Angers, la collectivité Angers Loire Métropole a sollicité Air Pays de la Loire afin d'effectuer un diagnostic de la qualité de l'air en situation *avant-projet* puis en situation *après projet*.

L'aménagement, qui vise à élargir l'espace accessible aux mobilités douces, comprend également la construction d'un parking en silo, qui suscite des interrogations des riverains alentours. L'enjeu, ici, est l'émission de polluants caractéristiques du trafic routier. Pour cela, Air Pays de la Loire a mesuré en continu pendant 1 mois les polluants suivants : particules PM10 et PM2.5, dioxyde d'azote NO₂, monoxyde de carbone CO, et benzène.

Les niveaux de pollution enregistrés sont **caractéristiques d'un milieu urbain de fond**. Les résultats montrent en outre que :

- Les concentrations en dioxyde d'azote et monoxyde de carbone, traceurs du trafic routier, sont similaires à celles relevées en milieu urbain de fond à Angers (Beaux-Arts), et sont inférieures à celles relevées en contexte de trafic routier (Bd des Frères de Goncourt à Nantes, Bd du Roi René à Angers) ;
- Les concentrations en PM10 et PM2.5 sont supérieures, de +1,5 µg/m³ et +1 µg/m³, respectivement, par rapport à la station urbaine de référence à Angers (Beaux-Arts) ;
- Les seuils d'information et de recommandation, et *a fortiori* les seuils d'alerte, n'ont pas été dépassés au cours de la campagne pour l'ensemble des polluants étudiés ;
- L'objectif de qualité, et *a fortiori* les valeurs limites ont de fortes probabilités de ne pas être dépassés au cours d'une année civile pour l'ensemble des polluants étudiés, excepté pour les PM2.5.
- Vis-à-vis des seuils OMS, il a été constaté un dépassement de la valeur guide journalière pour les polluants NO₂ et PM2.5. A échelle annuelle, il est probable que la valeur guide annuelle soit dépassée pour le NO₂, les PM10 et PM2.5.

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats pour les polluants réglementaires, en moyenne sur les 4 semaines de mesure. Une comparaison est également faite aux valeurs guides OMS, à titre informatif.

Polluant	Angers-Kennedy	Beaux-Arts (Angers)	Bd du Roi René (Angers)	Bd Frères Goncourt (Nantes)	Comparaison aux seuils réglementaires	Comparaison aux valeurs guides OMS
NO ₂ (µg/m ³)	11,9	11,8	22,1	34,2	😊 annuel 😊 horaire	😊 annuel 😞 journalier
PM10 (µg/m ³)	17,9	16,4	16,1	16,9	😊 annuel 😊 journalier	😊 annuel 😊 journalier
PM2.5 (µg/m ³)	9,1	8		9,4	😊 valeur limite 😞 objectif de qualité	😊 annuel 😞 journalier
CO (µg/m ³)	204			316	😊	😊
Benzène (µg/m ³)	0,7				😊	😊

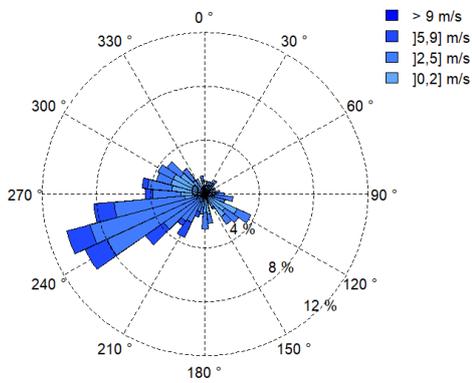
Annexes

- annexe 1 : Roses des vents hebdomadaires
- annexe 2 : Air Pays de la Loire
- annexe 3 : techniques d'évaluation
- annexe 4 : types des sites de mesure
- annexe 5 : polluants
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2022

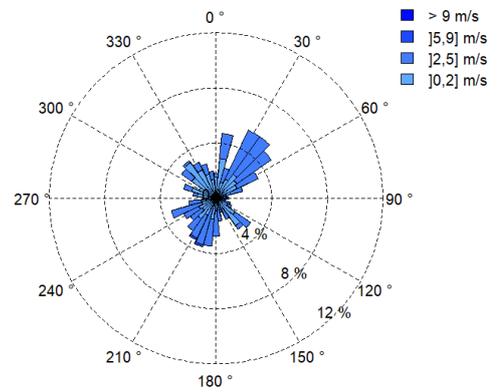
Annexe 1 : roses des vents hebdomadaires

Ci-dessous sont présentées les roses des vents hebdomadaires pour chacune des 4 semaines où les mesures de benzène par tubes à diffusion passive ont été effectuées.

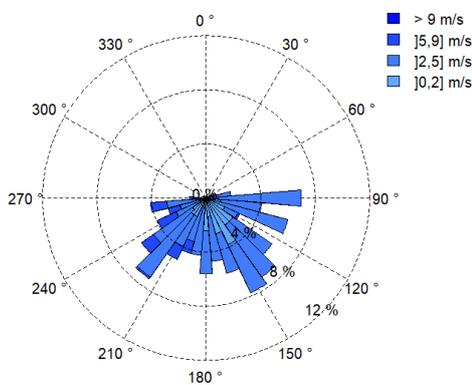
Rose des vents à l'aéroport Angers Beaucozé
du 29/09 au 07/10/22



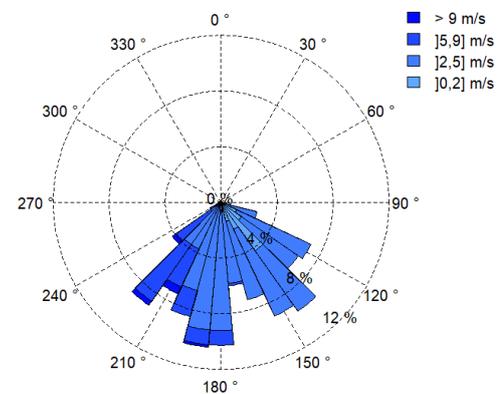
Rose des vents à l'aéroport Angers Beaucozé
du 07/10 au 14/10/22



Rose des vents à l'aéroport Angers Beaucozé
du 14/10 au 21/10/22



Rose des vents à l'aéroport Angers Beaucozé
du 21/10 au 27/10/22



Annexe 2 : Air Pays de la Loire

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

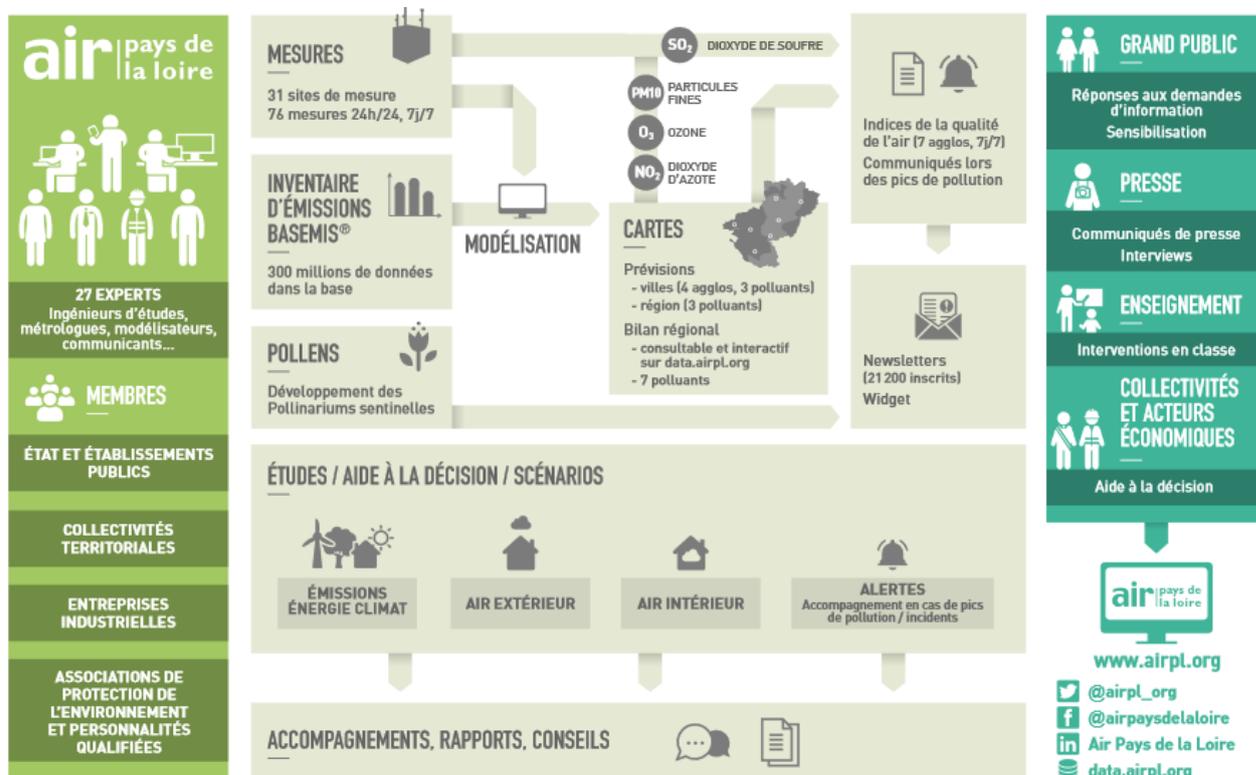
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- 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-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



Annexe 3 : techniques d'évaluation

Mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

méthode - normes

Le dioxyde d'azote est détecté par la technique de chimiluminescence - norme **NF EN 14211**.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl, lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

Mesures des concentrations atmosphériques en particules PM10 et PM2.5

méthode – normes

Les mesures de poussières fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS, selon la norme **NF EN 16450**. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme **NF EN 12341**. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1^{er} janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en poussières fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

Mesures des concentrations atmosphériques en monoxyde de carbone

méthode - normes

Le monoxyde de carbone est détecté par la technique d'absorption infrarouge – norme **NF EN 14626**.

pas de temps

Tous les quarts d'heure.

étalonnage

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl, lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

Mesures des concentrations atmosphériques en benzène

méthode – normes

Les tubes passifs sont des systèmes spécifiques dont le principe est l'absorption du benzène après diffusion au travers d'un corps poreux. L'analyse du piège sera réalisée en laboratoire par thermodésorption et chromatographie en phase gazeuse, conformément à la norme **NF EN 14662-4**.

pas de temps

Tous les 7 jours

Annexe 4 : types des sites de mesure

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



sites urbains

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



sites périurbains

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



sites 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 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.



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 5 : polluants

Les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (53 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

Les particules (ou poussières)

Les particules ou poussières 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 nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

Le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (60 %) par le chauffage urbain, collectif ou individuel. Le trafic routier, vient en deuxième position avec 31 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO₂). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

Le CO est dangereux car non décelable. Son effet toxique se manifeste à de très faibles concentrations en exposition prolongée. Le CO est principalement un poison sanguin. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers symptômes de l'intoxication sont les seuls signaux d'alarme : maux de tête, une vision floue, des malaises légers, des palpitations. Si les concentrations de CO sont élevées, l'intoxication se traduit par des nausées, des vomissements, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement puis la mort. La gravité de l'intoxication dépend de la quantité de CO fixé par l'hémoglobine. Elle est donc liée à plusieurs facteurs : la concentration de CO dans l'air, la durée d'exposition et le volume respiré.

Le benzène

Le benzène est un composé organique volatile (COV) de la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Il est émis lors de la combustion de carburants (notamment dans les gaz d'échappement), ou par évaporation lors de leur fabrication, de leur stockage ou de leur utilisation. La combustion du bois et la fumée de cigarette sont également des sources de benzène. Le benzène est classé comme cancérigène de catégorie 1 (cancérogène avérés pour l'Homme) par le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC).

Annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2022

SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

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

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 ⁽¹⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽²⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽³⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽²⁾ 200 ⁽³⁾	-	500 ⁽²⁾
	Moyenne 24-horaire	ou à partir du 2 ^e jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)		80 ou à partir du 2 ^e jour de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	-

(1) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire.
(2) dépassé pendant 3h consécutives.
(3) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

Seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

Seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	OXYDES D'AZOTE (NO _x)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2,5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	5	-	20 ⁽¹⁾	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽¹⁾	-	-	-	125 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 ⁽⁶⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁷⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	18 000 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

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

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

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

Valeurs guides de l'OMS :

	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	15 µg/m ³ ^a	5 µg/m ³	45 µg/m ³ ^a	15 µg/m ³	100 µg/m ³ ^a (moy. sur 8h)	-	200 µg/m ³ (moy. horaire)	10 µg/m ³	500 µg/m ³ (moy. sur 10 min)	-	100 mg/m ³ (moy. sur 15 min)
					60 µg/m ³ ^b (saison de pointe)		25 µg/m ³ ^a (moy. sur 24h)		40 µg/m ³ ^a (moy. sur 24h)		35 mg/m ³ (moy. horaire)
											10 mg/m ³ (moy. sur 8h)
											4 mg/m ³ ^a (moy. sur 24h)



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