



QUALITÉ DE L'AIR À TERRES DE MONTAIGU

Rapport final

Campagne été 2021 – hiver 2022



Sommaire

Synthèse	4
Introduction générale.....	5
Conditions météorologiques	6
1^{ère} Partie	8
Évaluation de la qualité de l'air dans la communauté d'agglomération <i>Terres de Montaigu</i>	8
Conditions expérimentales	9
Résultats.....	10
Dioxyde d'azote (NO₂)	10
Particules inférieures à 10 µm : PM₁₀.....	14
Particules inférieures à 2,5 µm : PM_{2,5}	17
Ozone (O₃)	19
Dioxyde de soufre (SO₂).....	21
Monoxyde de carbone (CO)	23
2^{ème} Partie	25
Évaluation des concentrations de polluants atmosphériques à proximité de la centrale d'enrobé de Bellevue	25
Conditions expérimentales	26
Résultats.....	28
Benzène (C₆H₆).....	28
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques).....	29
Annexes	32

contributions

Coordination de l'étude, interprétation et rédaction : Kristan Cuny-Guirriec
Mise en page : Bérangère Poussin
Métrologie Opérationnelle : Arnaud Tricoire, Sonia Cécile et Aline Coutable
Validation : François Ducroz et Céline Puente-Lelièvre

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 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.

remerciements

Air Pays de la Loire remercie la ville de Montaigu et ses équipes pour son assistance lors de l'installation et du retrait des appareils de mesure.

Synthèse

Contexte

Dans le cadre de son Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET), la communauté d'agglomération Terres de Montaigu a mandaté Air Pays de la Loire pour évaluer la qualité de l'air sur son territoire selon deux objectifs :

- évaluer la qualité de l'air de Terres de Montaigu au regard de la réglementation en vigueur, avec une mise en perspective des niveaux de pollution avec ceux mesurés sur les stations de mesure d'Air Pays de la Loire de La Roche-sur-Yon, Nantes et Angers ;
- évaluer l'éventuelle influence de la centrale d'enrobé de Bellevue sur les concentrations atmosphériques mesurées dans les zones riveraines à proximité.

Qualité de l'air à l'échelle du territoire de Terres de Montaigu

Une campagne de mesures sur site de deux périodes de deux mois a été effectuée du 19 juin au 19 août 2021 (phase estivale), puis du 3 février au 1^{er} avril 2022 (phase hivernale). Ces mesures ont évalué en temps réel les concentrations des principaux polluants réglementaires (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, O₃, SO₂ et CO) à proximité du centre-ville de Montaigu-Vendée, rue du Colonel Taylor. Ces mesures sont considérées comme représentatives du niveau de fond périurbain du territoire de Terres de Montaigu, hors influence locale.

Les résultats des quatre mois de campagne de mesures montrent que :

- aucun dépassement des seuils d'information et de recommandation pour les PM₁₀, l'ozone, le NO₂ ou le SO₂ n'a été observé,
- au regard des concentrations mesurées, il est fort probable que les concentrations soient inférieures aux valeurs limites réglementaires à l'échelle annuelle, pour tous les polluants,
- les niveaux en ozone ont été proches de l'objectif de qualité de 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire au cours de 2 journées,
- les niveaux en CO et SO₂ sont faibles et proche de la limite de détection des appareils, avec des concentrations moyennes de 134 µg/m³ et 1 µg/m³, respectivement.
- les valeurs guides de l'OMS (2021) ont toutefois des risques d'être dépassées pour les PM₁₀ (annuel), les PM_{2,5} (annuel et journalier) et l'ozone (moyenne 8-horaire). Ces dépassements concernant autant Montaigu-Vendée que l'ensemble de la région.
- les niveaux de polluants sont globalement proches de ceux enregistrés à La Roche-sur-Yon ou Cholet. Les concentrations moyennes relevées à Montaigu-Vendée sont de 4,1 µg/m³ pour le NO₂, 12 µg/m³ pour les PM₁₀, 6 µg/m³ pour les PM_{2,5}, et 55 µg/m³ pour l'ozone. Les mesures n'ont pas mis en évidence une problématique particulière à Terres de Montaigu en termes de polluants mesurés.

Qualité de l'air sous influence de la centrale d'enrobé

Parallèlement, du 17/06 au 12/08/2021 (phase estivale) puis du 03/02 au 04/04/2022 (phase hivernale) les mesures de polluants réglementaires associés à des centrales d'enrobé (benzène, HAP) ont été effectuées au niveau des zones riveraines situées à proximité de la centrale d'enrobé de Bellevue, au quartier Pont-Neuf.

Les résultats des quatre mois de campagne de mesures montrent que :

- les concentrations en benzène sont en moyenne de 0,3 µg/m³ sur l'ensemble de la campagne, et indiquent une forte probabilité de respect de l'objectif de qualité sur l'année (fixé à 2 µg/m³ en moyenne annuelle) ;
- les concentrations en HAP sont inférieures aux limites de détection de l'appareil en été, puis augmentent en hiver (entre 0 et 0,4 ng/m³ selon le HAP). Les concentrations en B(a)P, seul HAP réglementé, a de fortes probabilités de respecter la valeur cible en moyenne annuelle ;
- l'influence des émissions de l'usine d'enrobé sur les concentrations en polluants mesurés quartier Pont-Neuf n'a pas pu être démontrée.

Conclusions et perspectives

L'ensemble des polluants mesurés, tant à l'échelle du territoire que sous influence locale de la centrale d'enrobé, ne sont pas significativement différentes des autres villes de la région. Il est fort probable que les polluants mesurés respectent les valeurs limites annuelles. La qualité de l'air à Montaigu-Vendée est caractéristique d'un milieu de fond périurbain.

Introduction générale

Dans le cadre de son Plan Climat Air Energie Territorial, la communauté d'agglomération *Terres de Montaigu* souhaite connaître la qualité de l'air sur son territoire. En plus des données de modélisation diffusées sur l'open data d'Air Pays de la Loire, *Terres de Montaigu* souhaiterait bénéficier de données de mesures représentatives de son territoire.

Par ailleurs, les activités d'extraction de matériaux et de fabrication d'enrobé du site de Bellevue à Montaigu interrogent depuis plusieurs années les communautés riveraines. Au-delà des problématiques d'odeurs engendrées par les activités, les riverains questionnent l'impact du site sur la qualité de l'air.

En réponse à ces besoins, Air Pays de la Loire a proposé une évaluation de la qualité de l'air portant sur les polluants chimiques dont les objectifs sont les suivants :

- évaluer la qualité de l'air de la communauté d'agglomération au regard de la réglementation en vigueur, avec une mise en perspective des niveaux de pollution avec ceux mesurés sur les stations de mesure d'Air Pays de la Loire de Nantes et la Roche-sur-Yon,
- évaluer l'éventuelle influence du site de Bellevue sur les concentrations atmosphériques mesurées dans les zones riveraines à proximité.

Une campagne de mesures sur site de deux mois a été effectuée afin d'évaluer les concentrations des principaux polluants réglementaires (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃, SO₂ et CO) à proximité du centre-ville de Montaigu. En parallèle, afin d'évaluer la potentielle influence de l'usine d'enrobé sur le quartier résidentiel du Pont-Neuf situé à proximité, le benzène et le HAP ont été mesurés, ces substances étant émises par les activités d'enrobage.

Ce rapport intermédiaire, qui fait suite à la campagne *estivale* de l'été 2021, se scinde en deux parties. La première partie traitera de l'évaluation de la qualité de l'air à l'échelle du territoire Terres de Montaigu, à partir de la mesure des polluants réalisée dans le centre-ville de Montaigu-Vendée, en les confrontant aux valeurs réglementaires en vigueur en France et aux mesures effectuées dans les stations de surveillance d'Air Pays de la Loire. La seconde partie traitera de la qualité de l'air mesurée dans les zones d'habitation situées à proximité du site de Bellevue.

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.

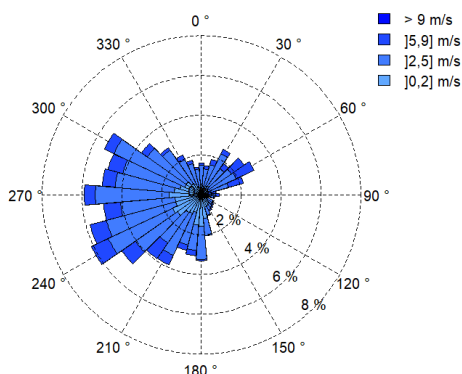
Seuil d'information : seuil à partir duquel la concentration d'un polluant atmosphérique peut représenter un risque pour la santé humaine des populations sensibles et justifie une information auprès du grand public.

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.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont un impact sur la qualité de l'air, en particulier sur la dispersion des polluants dans l'atmosphère : lors d'épisodes de vents forts, la pollution diminue. L'ensemble des données météorologiques utilisées au cours de cette campagne sont issues de la station Météo-France de La Roche-sur-Yon.

Rose des vents à La Roche-sur-Yon
du 19/06 au 19/08/2021



Rose des vents à la Roche-sur-Yon
du 03/02 au 01/04/2022

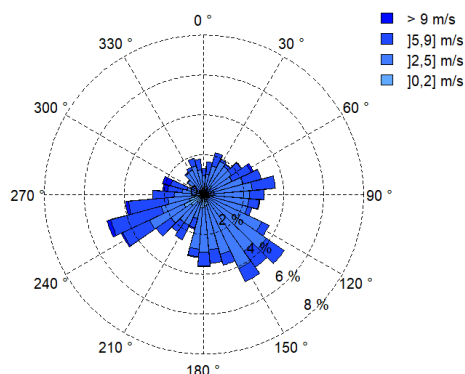


Figure 1 : rose des vents à La Roche-sur-Yon, au cours de la phase estivale (à gauche) puis de la phase hivernale (à droite) (source : Météo-France)

La figure ci-dessus représente la rose des vents mesurés à la station météo-France de La Roche-sur-Yon pendant la campagne de mesures, en phase estivale (à gauche) et en phase hivernale (à droite).

Le site de mesure au niveau du quartier Pont-Neuf, situé à 330 mètres de l'usine d'enrobé, est sous ses vents pour des vents compris entre 190°N et 280°N, avec un maximum d'exposition pour des vents compris à 240°N. Ces vents ont représenté 45 % du temps de la phase estivale, et 30 % de la phase hivernale.

Le site de mesure au bourg de Montaigu, situé à 1,6 km de l'usine d'enrobé, est sous les vents de l'industrie pour des vents compris entre 200°N et 220°N. Ces vents ont représenté 10 % du temps de la phase estivale, et 6 % de la phase hivernale.

La phase estivale a été marquée par des vents majoritaires d'ouest, représentatifs des vents de la région en cette saison. Les vents de nord-est, pourtant habituels en cette saison, ont été sous représentés pendant la campagne. Les vents sont globalement bien établis, ce qui participe à des conditions favorables à une bonne dispersion des polluants.

La campagne hivernale a été plutôt marquée par des vents de sud, notamment sud-est (120°N à 180°N) et ouest-sud-ouest (240°N à 260°N), avec des vents bien établis, favorables à la dispersion des polluants.

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.

La température peut également influencer les concentrations de polluants. La figure ci-dessous représente les températures horaires relevées à La Roche-sur-Yon pendant les deux phases de la campagne.

La phase estivale, avec une température moyenne de 18,1°C, se situe dans les normales saisonnières (18,8°C sur la période juin-août 1981-2010). La température minimale a été de 10,1°C et la température maximale de 32°C.

La phase hivernale, avec une température moyenne de 9,1°C, se situe au-dessus des normales saisonnières (7,4°C sur la période février-mars 1981-2010). La température minimale a été de -2,4°C et la température maximale de 21,1°C.

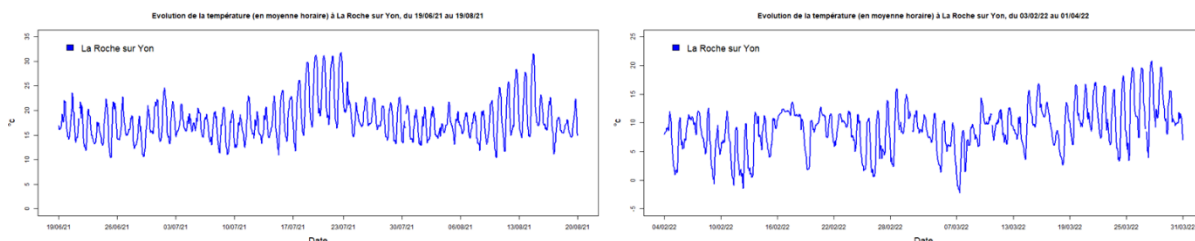


Figure 2 : évolution de la température (en moyenne horaire) à La Roche-sur-Yon, au cours de la phase estivale (à gauche) puis hivernale (à droite) (source : Météo-France)

La phase estivale a été marquée par un climat plutôt sec, avec une hauteur totale de précipitation de 45 mm sur les deux mois de mesure, soit environ deux fois moins que les normales saisonnières (moyennes entre les années 1981 et 2010 sur la période juin – août).

La phase hivernale a été plus arrosée, avec un cumul de 78 mm sur les deux mois de mesure, ce qui reste inférieur aux normales saisonnières (136 mm en moyenne sur la période février – mars entre 1981 et 2010).

1^{ère} Partie

Évaluation de la qualité de l'air dans la communauté d'agglomération *Terres de Montaigu*

Conditions expérimentales

Dispositif déployé

Afin de répondre aux objectifs de l'évaluation, un laboratoire mobile a été installé à Montaigu-Vendée, rue du Colonel Taylor, en zone habitée à 400 m du centre-ville. Les mesures effectuées dans le centre-ville de Montaigu-Vendée sont considérées comme représentatives du milieu périurbain de l'ensemble du territoire de Terres de Montaigu, hors potentielle influence locale.

Ce laboratoire, équipé d'analyseurs automatiques, permet un suivi en temps réel des niveaux de polluants dans l'air (mesures tous les quarts d'heure) : les PM₁₀, particules de diamètre inférieur à 10 µm et PM_{2,5}, particules de diamètre inférieur à 2,5 µm, le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃), le dioxyde de soufre (SO₂) et le monoxyde de carbone (CO).



Figure 3 : localisation du laboratoire mobile de mesure à proximité du centre-ville de Montaigu, et illustration du laboratoire mobile

Période de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée en deux périodes afin de disposer des conditions météorologiques contrastées et avoir une meilleure représentativité des mesures sur l'année :

- du 19 juin au 19 août 2021, en condition estivale
- du 4 février au 31 mars 2022, en condition hivernale

Taux de validité des mesures

Le tableau ci-dessous donne les taux de disponibilité des mesures sur les 2 phases de la campagne :

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures					
		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO
Rue du Colonel Taylor	du 19/06 au 19/08/21	100 %	100 %	97 %	99 %	99 %	99 %
	du 04/02 au 31/03/22	99 %	99 %	99 %	97 %	98 %	98 %

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)

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

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

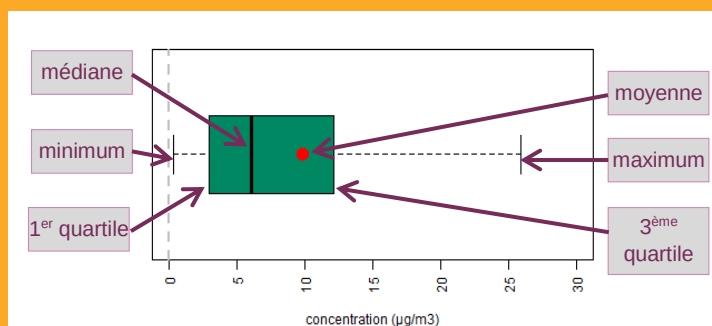
- Une **valeur limite en moyenne annuelle** fixée à 40 µg/m³ ;
- Une **valeur limite en moyenne horaire** fixée à 200 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an ;
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixée à 200 µg/m³ en moyenne horaire ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise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

La figure ci-dessous représente, sous forme d'un boxplot (cf. encadré *Méthodologie*) la répartition statistique des mesures sur les 3 sites de mesure, au cours des deux phases 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 :



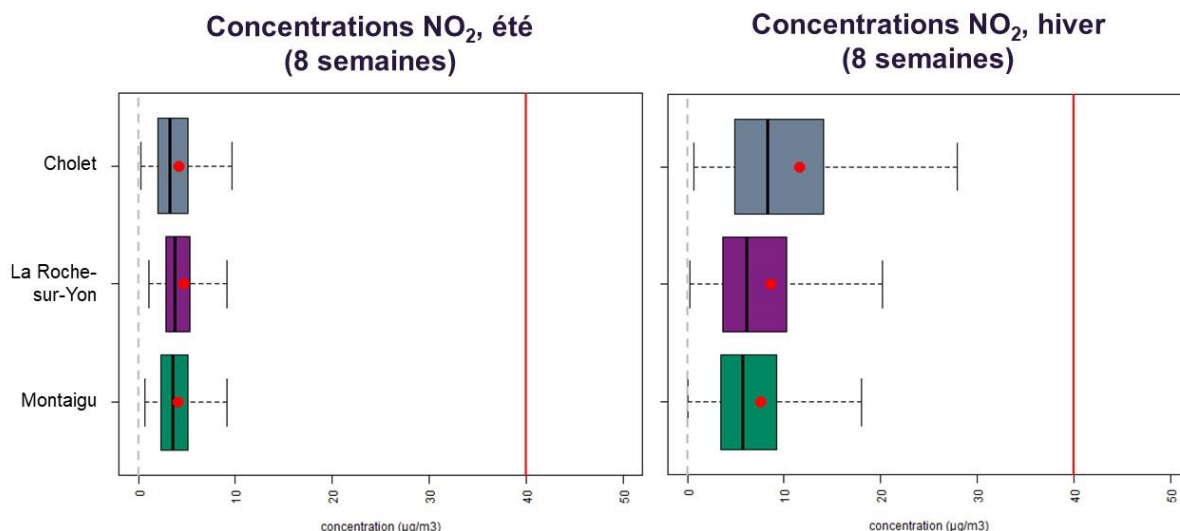


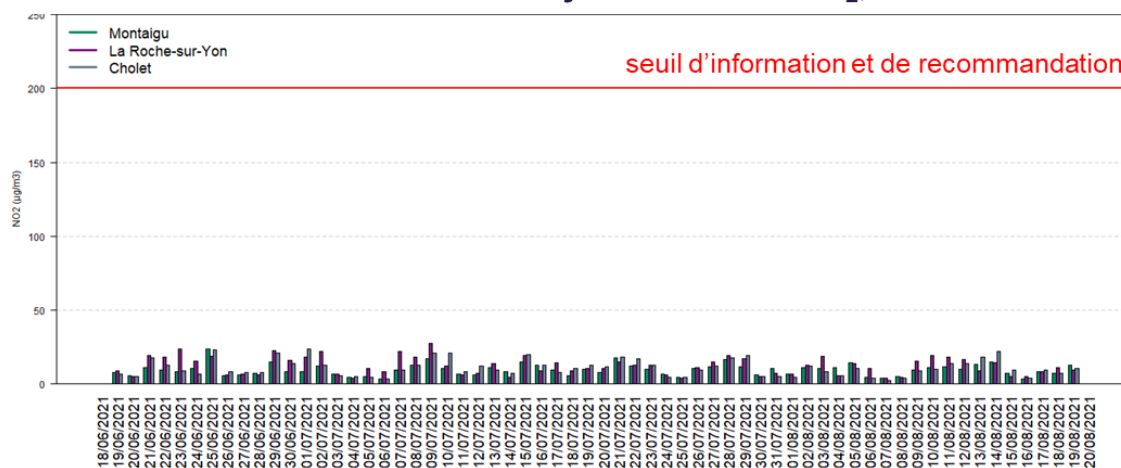
Figure 4 : boxplot des concentrations en NO_2 au cours de la phase estivale (à gauche) et hivernale (à droite). La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge.

En été, les concentrations sont comparables sur l'ensemble des 3 sites ($4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montaigu-Vendée et Cholet et $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à La Roche-sur-Yon), traduisant une homogénéité de la zone. En hiver, les concentrations relevées à Montaigu ($7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont inférieures à celles relevées sur les 2 autres sites de comparaisons ($8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à La Roche-sur-Yon et $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Cholet). Cela s'explique par le contexte plus urbain de Cholet et La Roche-sur-Yon que Montaigu, avec un trafic routier plus conséquent. Les niveaux plus élevés en hiver qu'en été s'expliquent par des conditions météorologiques plus favorables à l'accumulation des polluants en hiver.

Ces résultats montrent que :

- les moyennes sur les quatre mois de mesures à Montaigu-Vendée ($5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) **indiquent une forte probabilité que la valeur limite** ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et que **l'objectif de qualité** ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) **soient respectés** au cours de l'année ;
- **vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec les sites de mesure permanente à La Roche-sur-Yon et Cholet, qui enregistrent une concentration moyenne de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'année 2021, il est probable que la valeur guide annuelle soit respectée à Montaigu.

Maximum-horaire journalier en NO₂, été



Maximum-horaire journalier en NO₂, hiver

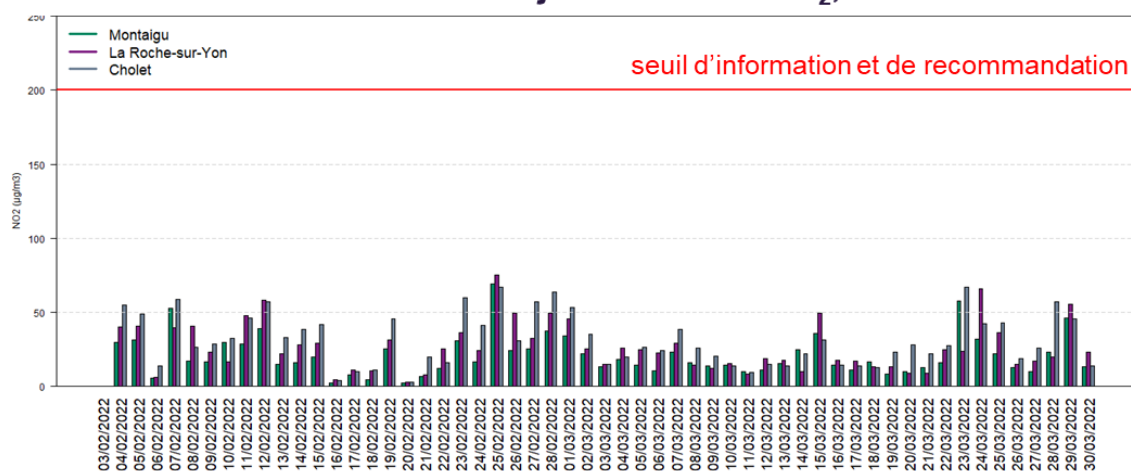


Figure 5 : maxima horaires journaliers des concentrations en NO₂ au cours de la phase estivale (en haut) puis hivernale (en bas)

Les mesures de NO₂ à Montaigu-Vendée, sur quatre mois de mesures permettent d'établir que :

- l'évolution des concentrations en NO₂ est synchrone sur l'ensemble des sites ;
- le maxima horaire au cours de la campagne a été de 69,4 µg/m³, un niveau plus de 2 fois inférieur au seuil d'information et de recommandation ;
- **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.

Sources d'influence du NO₂

Afin de déceler les éventuelles influences d'émission de NO₂ qui pourraient impacter les mesures de concentration effectuées au niveau du site de mesure à Montaigu, des roses de pollution sont effectuées (cf. encadré *Roses de pollution*).

Roses de pollution

Ce type de graphique indique les niveaux de polluants en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo-France à La Roche-sur-Yon. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vent les concentrations sont les plus élevées.

La manière de lire une rose de pollution est la suivante : dans une direction de vent donnée (en degrés), la longueur de la pale correspond à la moyenne de concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

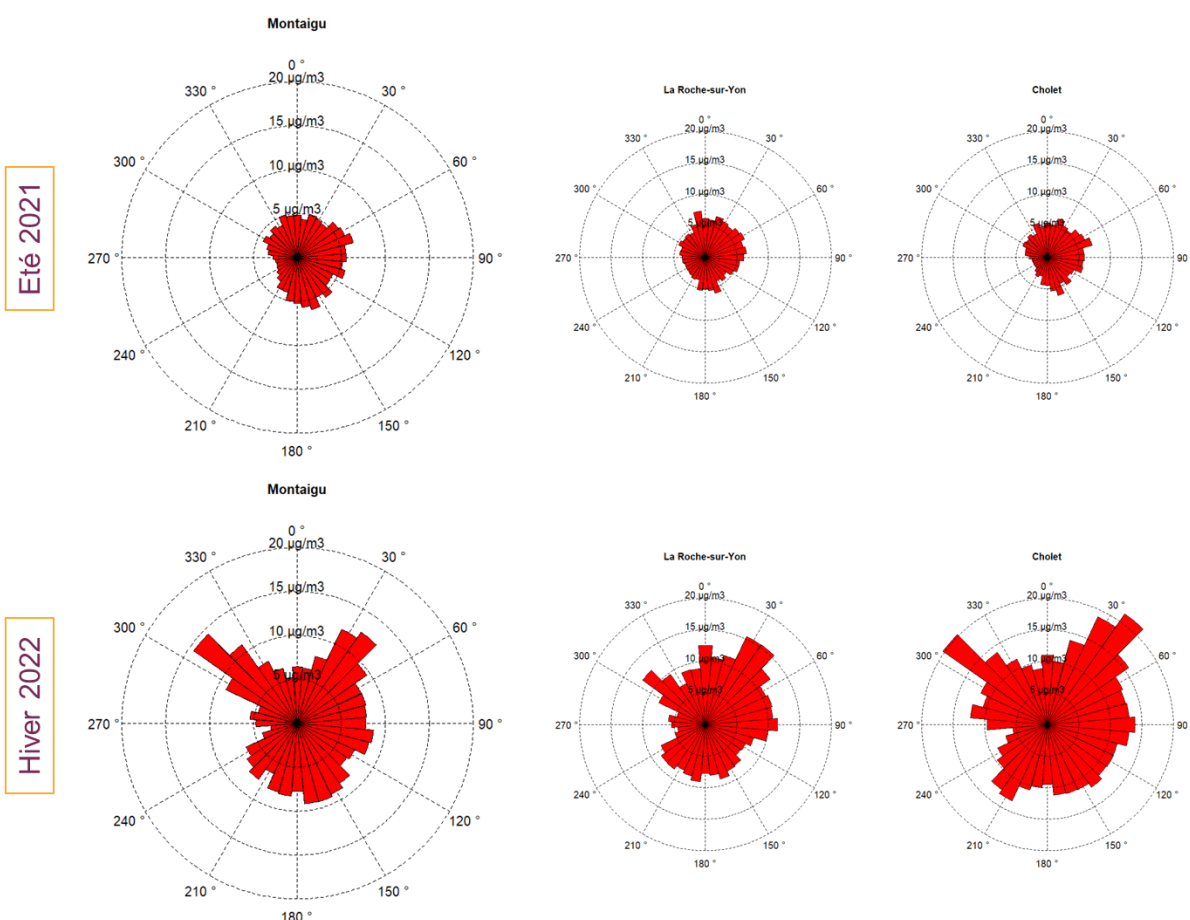


Figure 6 : roses de pollution des concentrations en NO₂ à Montaigu-Vendée (à gauche), La Roche-sur-Yon (au centre) et Cholet (à droite), pour les phases estivales et hivernales.

Les roses de pollution du NO₂ à Montaigu-Vendée montrent un profil semblable à celui observé à la Roche-sur-Yon et Cholet, ne démontrant aucune influence particulière à Montaigu.

De même, aucune direction privilégiée des niveaux de concentration par vents de sud-ouest n'est enregistrée, ce qui suggère une absence d'influence des émissions de la centrale d'enrobé de Bellevue sur le site de mesure.

Particules inférieures à 10 µm : PM₁₀

 Les particules fines PM₁₀ et PM_{2,5} 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 PM_{2,5} sont essentiellement liées au chauffage au bois, à l'industrie, à l'agriculture et aux transports routiers.	 Les épisodes de pollution par les particules fines se produisent principalement l'hiver ou au printemps.	 Les phénomènes sont généralement de grande envergure (échelle régionale ou nationale). La pollution produite localement s'ajoute alors à une pollution importée d'autres régions.	 Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.	 Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes. Certaines particules fines, appelées « carbone suie », contribueraient au réchauffement climatique.
--	---	--	--	--

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

- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 50 µg/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 sur les phases estivale et hivernale, totalisant 4 mois de mesure. Les mesures effectuées à Montaigu sont comparées à celles effectuées à Cholet et à La-Roche-sur-Yon.

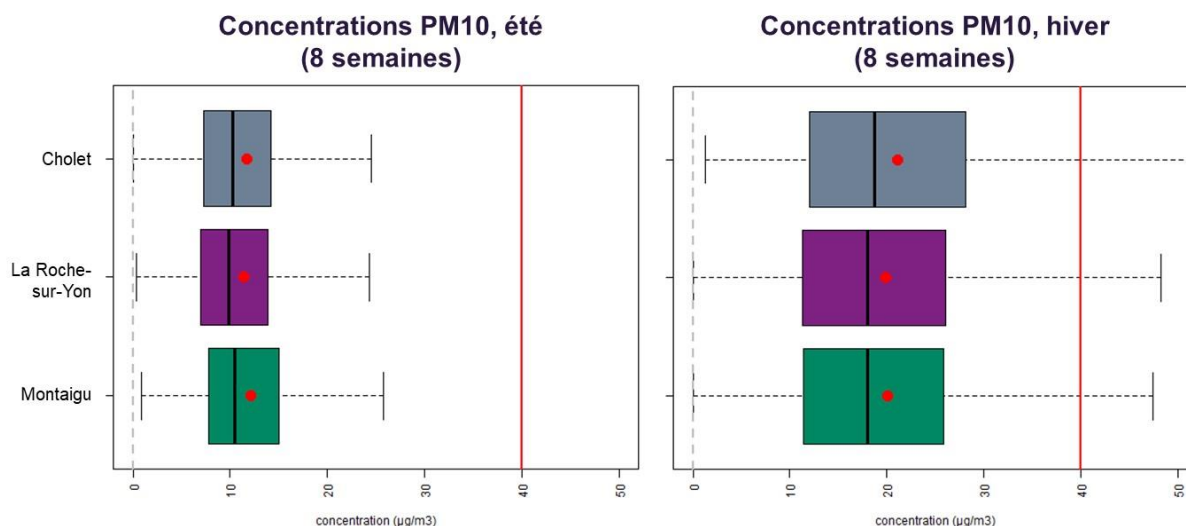


Figure 7 : boxplot des concentrations horaires en PM₁₀ au cours de la phase estivale (à gauche) et hivernale (à droite). La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge.

Ces résultats montrent que :

- les moyennes sur les quatre mois de mesures à Montaigu-Vendée (16,2 µg/m³), ont des niveaux similaires à ceux enregistrés à La Roche-sur-Yon et Cholet (de 15,6 µg/m³ et 16,5 µg/m³, respectivement)
- les stations de mesures permanentes de La Roche-sur-Yon et Cholet respectent les seuils réglementaires annuels en 2021. Par comparaison, il est donc **fort probable** que la **valeur limite** (40 µg/m³) et que l'**objectif de qualité** (30 µg/m³) soient respectés à Montaigu au cours de l'année ;
- **vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec les sites de mesure permanente à La Roche-sur-Yon et Cholet, il est probable que la valeur guide annuelle soit dépassée à Montaigu.

À échelle journalière, les concentrations moyennes-journalières ne dépassent pas le seuil d'information et de recommandation sur les 4 mois de mesure, quel que soit le site considéré.

Concentrations journalières PM10

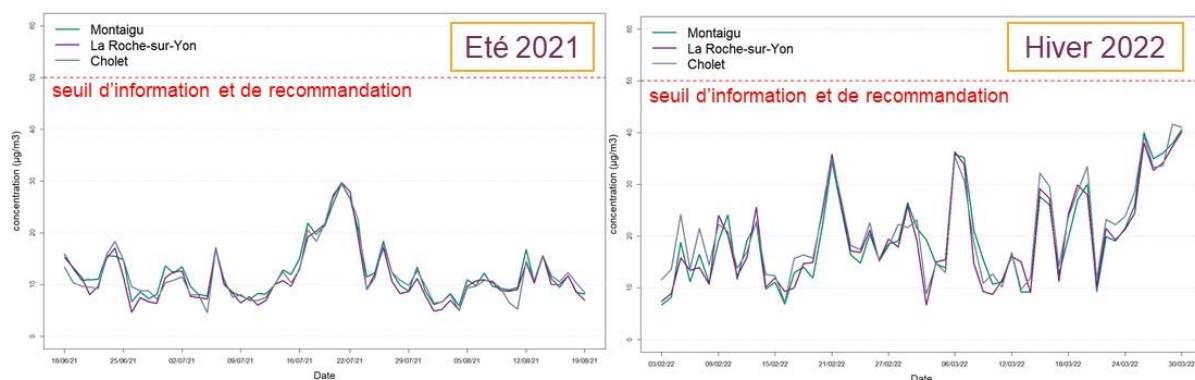


Figure 8 : évolution des moyennes journalières des concentrations en PM₁₀ au cours des phases estivale (à gauche) et hivernale (à droite)

Les mesures de PM₁₀ à Montaigu-Vendée sur quatre mois de mesures permettent d'établir que :

- l'évolution des concentrations 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 40,6 µg/m³ , **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 est respectée tout au long de la campagne.

Sources d'influence des PM₁₀

Les concentrations en particules fines sont généralement influencées par des tendances régionales : on retrouve des valeurs équivalentes sur des territoires proches.

Les roses de pollution des mesures en PM₁₀ à Montaigu-Vendée montrent que les concentrations les plus importantes en été sont enregistrées par flux de nord-est (de 50°N à 80°N). Cette configuration est en effet assez classique de conditions anticycloniques, qui permettent le maintien et l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. En hiver, la provenance des PM₁₀ est multidirectionnelle, provenant à la fois du nord-est, sud, et nord-ouest.

La rose de pollution de Montaigu présente un profil très similaire à ce qui est mesuré à La Roche-sur-Yon ou Cholet. Les concentrations en PM₁₀ à Terres de Montaigu suivent des variations régionales.

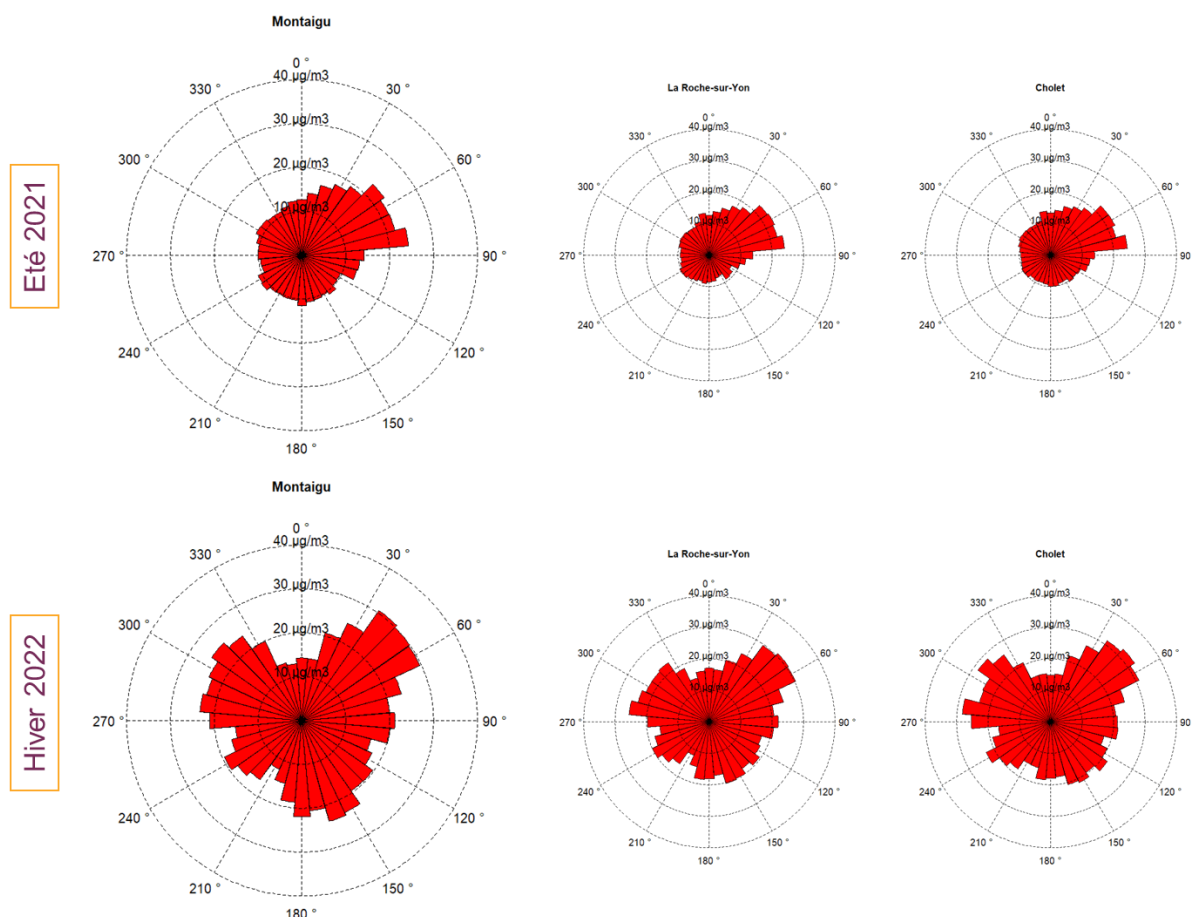


Figure 9 : roses de pollution des concentrations en PM₁₀ à Montaigu-Vendée (à gauche), la Roche-sur-Yon (au centre) et Cholet (à droite) pour les phases estivale et hivernale

N.B. Aucune direction privilégiée des niveaux de concentration par vents de sud-ouest n'est enregistrée, ce qui suggère une absence d'influence des émissions de la centrale d'enrobé de Bellevue sur le site de mesure.

Particules inférieures à 2,5 µm : PM_{2,5}

Les concentrations en particules PM_{2,5} 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 PM_{2,5} sur les phases estivale et hivernale, totalisant 4 mois de mesure. Les mesures effectuées à Montaigu sont comparées à celles effectuées à Angers en milieu urbain de fond, et à la Tardière en milieu rural de fond¹.

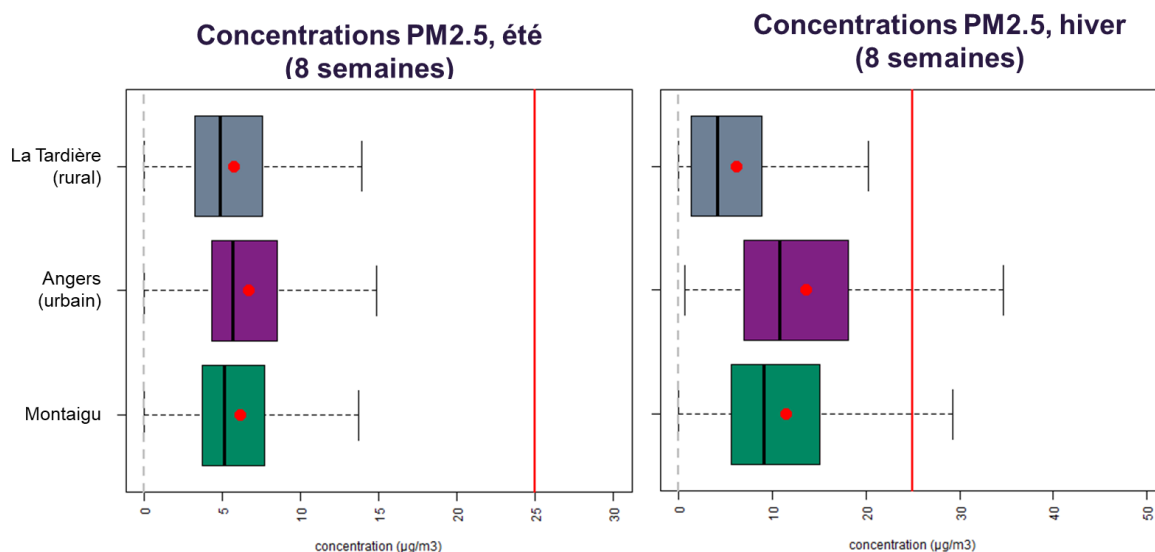


Figure 10 : boxplot des concentrations horaires en PM_{2,5} au cours de la phase estivale (à gauche) et hivernale (à droite). La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge.

Ces résultats montrent que :

- les moyennes sur les quatre mois de mesures à Montaigu-Vendée, de 8,8 µg/m³ (6,1 µg/m³ en été et 11,5 µg/m³ en hiver), ont des niveaux intermédiaires à ceux enregistrés en milieu urbain à Angers (10,2 µg/m³) et en milieu rural à La Tardière (6,0 µg/m³), et sont caractéristiques d'un **milieu périurbain** ;
- les moyennes sur les quatre mois de mesures indiquent une **forte probabilité que la valeur limite** (25 µg/m³) **et que l'objectif de qualité** (10 µg/m³) **soient respectés** au cours de l'année à Montaigu-Vendée ;
- **vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, par comparaison avec les sites de mesure permanente à La Roche-sur-Yon et Cholet, il est probable que la valeur guide annuelle soit dépassée à Montaigu.

A échelle journalière, l'évolution des moyennes journalières confirme ce comportement caractéristique d'un milieu périurbain à Montaigu, avec une évolution des concentrations journalières en PM_{2,5} synchrone entre les 3 sites de mesure, et des niveaux systématiquement intermédiaires à ceux relevés à Angers et La Tardière.

Vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS, la valeur guide journalière (15 µg/m³) est dépassée 6 jours au total sur les 4 mois de campagne, ce qui représente 5 % du temps de mesure.

¹ Les PM_{2,5} ne sont pas mesurées aux stations de Cholet et La Roche-sur-Yon, la comparaison est donc faite par rapport aux concentrations relevées à Angers (milieu urbain) et La Tardière (milieu rural).

Concentrations journalières PM_{2,5}

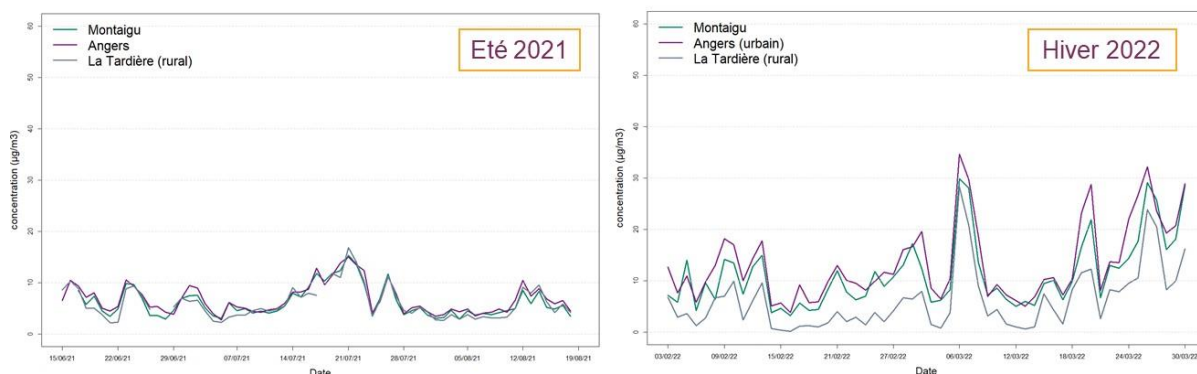


Figure 11 : évolution des concentrations journalières en PM_{2,5} au cours de la campagne estivale (à gauche) et hivernale (à droite)

Sources d'influence des PM_{2,5}

Comme pour les PM₁₀, la rose de pollution des mesures de PM_{2,5} à Montaigu-Vendée montre que les concentrations les plus importantes sont enregistrées par flux de nord-est en été, et par flux de nord-est et nord-ouest en hiver. Le profil est également très similaire à ce qui est mesuré ailleurs dans la région (Angers et La Tardière). Cela s'explique par le fait que les concentrations en particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}) suivent souvent des tendances régionales voire nationales, avec une élévation des concentrations par flux de nord-est qui correspond à des conditions anticycloniques, favorisant le maintien des polluants dans l'atmosphère.

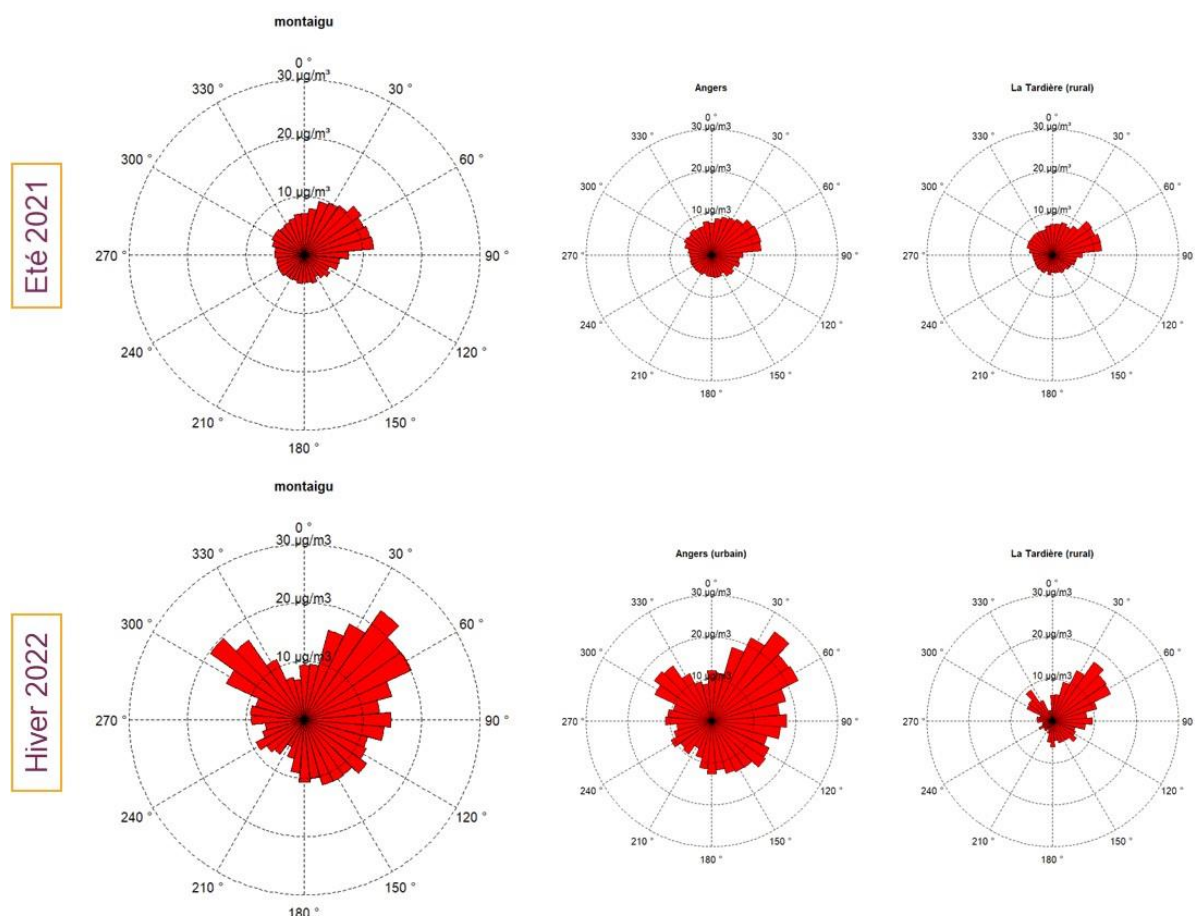


Figure 12 : roses de pollution des concentrations en PM_{2,5} à Montaigu-Vendée (à gauche), Angers (au centre) et La Tardière (à droite) pour la phase estivale et hivernale

N.B. Aucune direction privilégiée des niveaux de concentration par vents de sud-ouest n'est enregistrée, ce qui suggère une absence d'influence des émissions de la centrale d'enrobé de Bellevue sur le site de mesure.

Ozone (O₃)

? La basse atmosphère contient naturellement peu d'ozone. Toutefois, en atmosphère polluée ce gaz se forme par réaction chimique entre gaz précurseurs (en particulier NO_x et COVNM). Ces réactions sont amplifiées par les rayonnements solaires ultraviolets.	🕒 Les niveaux moyens en ozone sont les plus élevés au printemps (avril à juin) et les niveaux de pointe sont maximaux en période estivale (juillet et août). Les concentrations sont minimales en début de matinée et maximales en fin d'après-midi.	📍 Les concentrations restent faibles près des axes de circulation où certains gaz d'échappement détruisent l'ozone. Il peut présenter des niveaux élevés en milieu urbain éloigné des axes routiers, dans les quartiers périurbains et en zone rurale. Les zones littorales présentent des niveaux nocturnes et matinaux plus élevés.	🧑‍🦱 L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi que des irritations oculaires. Ses effets sont très variables selon les individus.	🌳 L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (rendement des cultures...) et sur certains matériaux (caoutchouc...). Il contribue également à l'effet de serre.
---	---	--	--	---

Les concentrations en Ozone sont réglementées par :

- Un seuil d'information et de recommandation fixé à 180 µg/m³ en moyenne horaire,
- Un seuil d'alerte fixé à 240 µg/m³ en moyenne horaire, pour le 1^{er} seuil,
- Un objectif de qualité fixé à 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire.
- A titre d'information, l'OMS (2021) indique une valeur-guide de 100 µg/m³ en moyenne sur 8 heures.

La figure ci-dessous présente, sous forme d'un boxplot, les statistiques de mesure d'ozone sur les phases estivale et hivernale, totalisant 4 mois de mesure. Les mesures effectuées à Montaigu sont comparées à celles effectuées à Cholet et La Roche-sur-Yon.

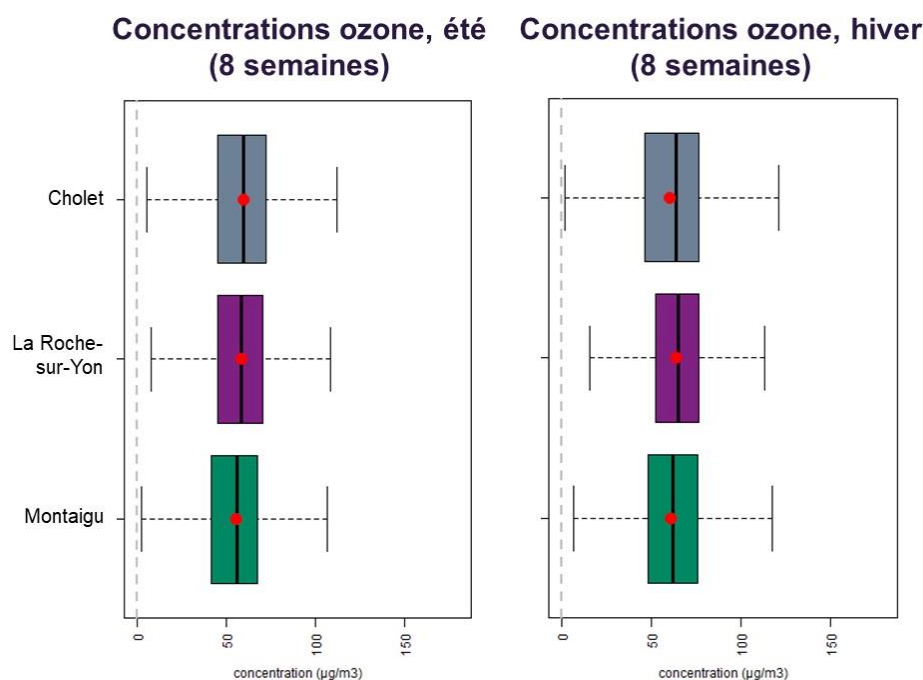


Figure 13 : boxplot des concentrations horaires en ozone au cours de la phase estivale (à gauche) et hivernale (à droite)

Ces résultats montrent que :

- la moyenne des concentrations en ozone à Montaigu-Vendée est de 58 µg/m³, (55,3 µg/m³ en été et 60,7 µg/m³ en hiver), des niveaux similaires à ceux relevés à Cholet (59,6 µg/m³) et La Roche-sur-Yon (61 µg/m³). L'ozone est en effet régi par des phénomènes de grande échelle, notamment météorologiques, qui expliquent des niveaux homogènes à l'échelle régionale ;

Les maxima des concentrations horaires ne dépassent jamais le seuil d'information et de recommandation – et a fortiori le seuil d'alerte, sur les 4 mois de mesure quel que soit le site considéré.

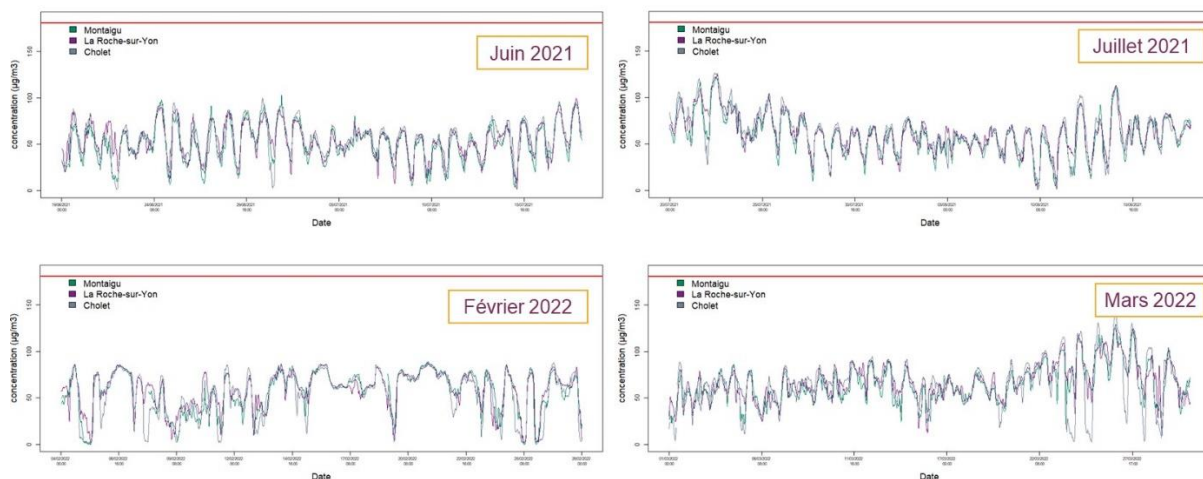


Figure 14 : évolution de la concentration moyenne horaire en ozone au cours de la phase estivale (en haut) et hivernale (en bas). Le seuil d'alerte est représenté par le trait rouge.

Les mesures de concentration en O₃ à Montaigu-Vendée montrent que :

- à Montaigu-Vendée, le seuil d'information et de recommandation – et a fortiori le seuil d'alerte, n'a jamais été atteint au cours des 4 mois de mesure – le maximum horaire ne dépassant pas 129 µg/m³ ;
- le maximum de concentration 8-horaire a été **proche de l'objectif de qualité** à Montaigu-Vendée : 117 µg/m³ mesurés en moyenne sur 8 heures, le 21 juillet 2021, et 119 µg/m³ mesuré en moyenne 8-horaire le 26 mars 2022. Cet objectif de qualité est atteint à La Roche-sur-Yon et Cholet.
- **vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS**, la valeur guide en moyenne sur 8 heures a une forte probabilité d'être régulièrement dépassée au cours d'une année, quel que soit le site de mesure considéré.

Dioxyde de soufre (SO₂)



Le dioxyde de soufre provient généralement de la combinaison des impuretés soufrées des combustibles fossiles avec l'oxygène de l'air, lors de leur combustion. Les procédés de raffinage du pétrole rejettent aussi des produits soufrés. Il existe des sources naturelles de dioxyde de soufre (éruptions volcaniques, feux de forêt).



Ponctuellement, en fonction des émissions industrielles, des phénomènes naturels et de la direction des vents.



Les zones sous les vents des établissements industriels émetteurs sont les plus touchées.



Le SO₂ est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les particules fines.



Le SO₂ se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

Les concentrations en dioxyde de soufre sont réglementées à 4 niveaux :

- Une **valeur limite en moyenne journalière** fixée à 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2) ;
- Une **valeur limite horaire** fixée à 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 26h par an (percentile 99,73) ;
- Un **seuil d'information et de recommandation** fixé à 300 µg/m³ en moyenne horaire ;
- Un **seuil d'alerte** fixé à 500 µg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une valeur guide de 40 µg/m³ en moyenne journalière.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des mesures en SO₂ effectuées sur les 2 phases de la campagne :

		Moyenne sur la campagne (mg/m ³)	Maximum jour (mg/m ³)	Maximum horaire (mg/m ³)
Campagne estivale	MONTAIGU	1	2,4	4,3
	Saint-Nazaire	1	4,5	5,8
Campagne hivernale	MONTAIGU	1,2	3,3	5,2
	Saint-Nazaire	1,7	3,9	5,4

À échelle journalière, les mesures sont proches des limites de détection, et les niveaux sont similaires entre les 2 sites de mesure.

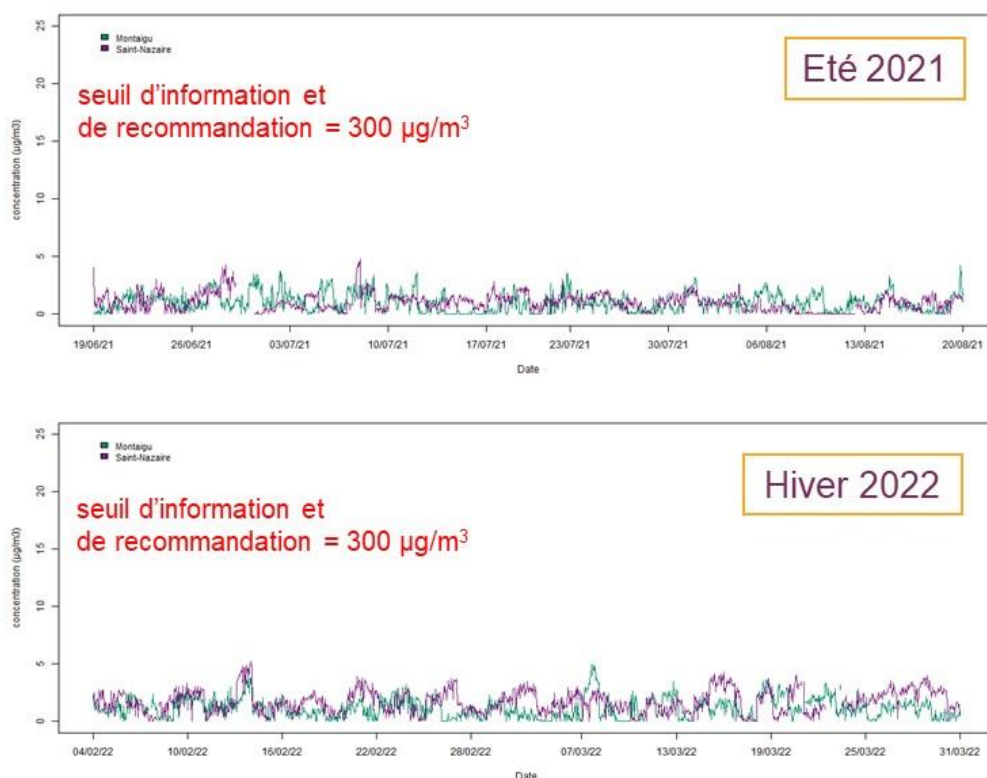


Figure 15 : évolution de la concentration moyenne horaire en dioxyde de soufre à Montaigu-Vendée (courbe verte) et comparaison avec les mesures dans la ville de Saint-Nazaire (courbe violette), au cours de la phase estivale et hivernale

Les mesures de concentration en SO₂ à Montaigu-Vendée montrent que :

- les concentrations en SO₂ mesurées pendant la campagne sont faibles, et proches des limites de détection des appareils,
- pendant la campagne, les valeurs réglementaires horaires ont été largement respectées : le maximum horaire a atteint 5,2 µg/m³ à Montaigu-Vendée, contre 5,8 µg/m³ mesuré sur le site de comparaison à Saint-Nazaire ;
- de même, les valeurs limites ont de grandes probabilités d'être respectées.

Monoxyde de carbone (CO)

 Gaz inodore, incolore et inflammable, le CO se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques et des produits pétroliers.	 Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts. En cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique, des teneurs élevées en CO peuvent être relevées dans les habitations.	 Les niveaux sont plus élevés à proximité des voies de circulation à fort trafic, dans des espaces couverts. Cela peut également être le cas à l'intérieur d'habitations équipées de système de chauffage défaillant.	 Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation de l'organisme. Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Ils s'aggravent avec l'augmentation de sa concentration (nausées, vomissements...) et peuvent aller jusqu'au coma et à la mort.	 Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone CO₂, et contribue ainsi de manière indirecte à l'effet de serre.
---	---	---	---	---

Les concentrations en monoxyde de carbone sont exprimées en mg/m³, et sont réglementées en moyenne glissante sur 8 heures selon :

- Une **valeur limite en moyenne 8-horaire** de 10 mg/m³, soit 10 000 µg/m³ ;
- À titre d'information, l'OMS (2021) préconise une *valeur guide de 4 mg/m³ 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 aux mesures estivales.

Le tableau ci-dessous synthétise les mesures en CO effectuées au cours des 2 phases de la campagne :

		Moyenne sur la campagne (µg/m ³)	Maximum jour (µg/m ³)	Maximum 8-horaire (µg/m ³)
Campagne estivale	MONTAIGU	134	304	334
	MONTAIGU	147	257	435
Campagne hivernale	Nantes – Bd Goncourt	315	525	1 118

Les mesures de concentration en CO à Montaigu-Vendée montrent que :

- la moyenne des concentrations en CO à Montaigu-Vendée est de 141 µg/m³ sur les 4 mois de mesure ;
- au cours de la phase hivernale, les concentrations mesurées à Montaigu-Vendée sont inférieures à celles relevées sur le site de trafic à Nantes (Boulevard des Frères de Goncourt), cela s'explique par la proximité de la station de mesure nantaise avec le trafic routier, émetteur de monoxyde de carbone.

La figure ci-dessous montre l'évolution des concentrations 8-horaires en monoxyde de carbone.

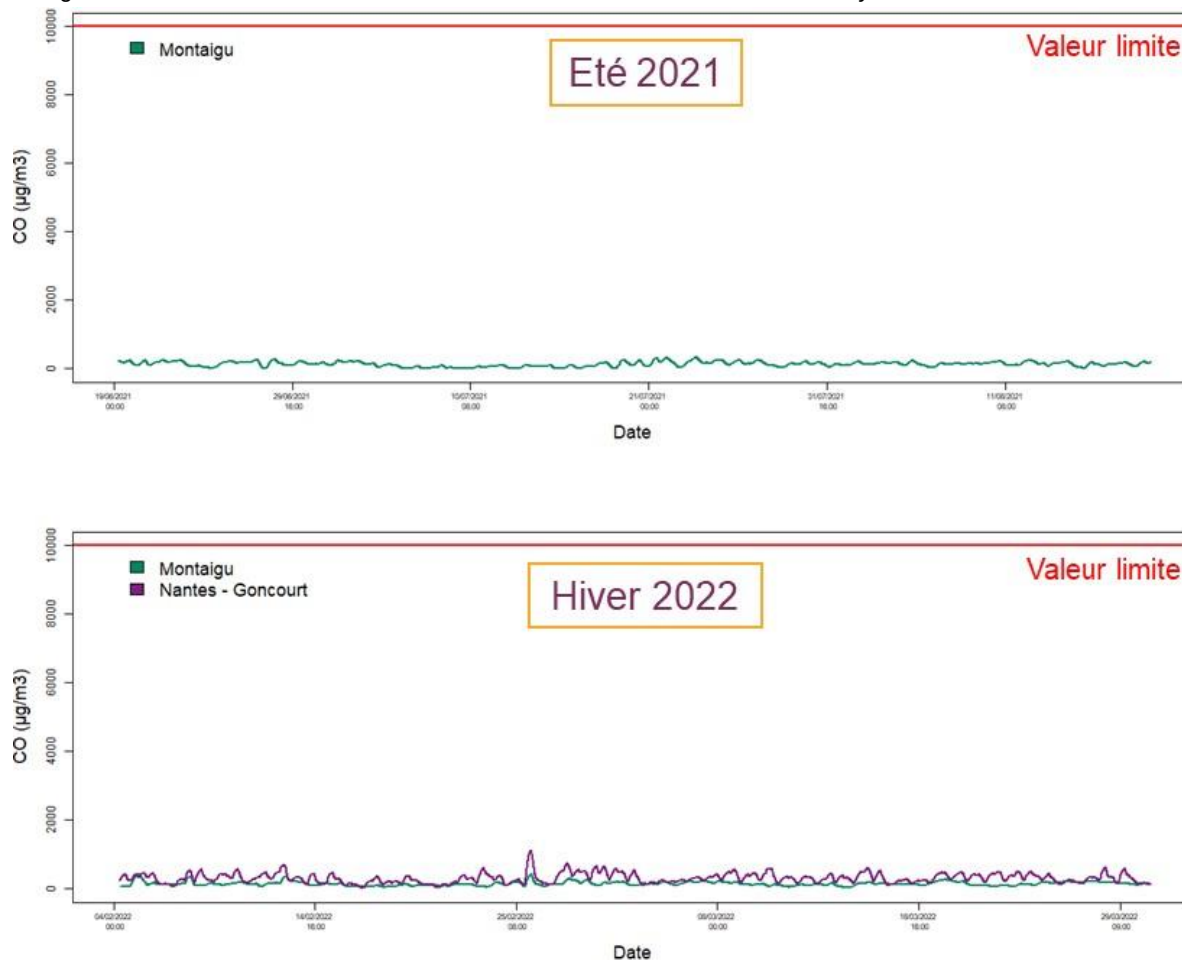


Figure 16 : évolution de la concentration moyenne 8-horaire en monoxyde de carbone, au cours de la phase estivale et hivernale

Ces résultats montrent que :

- les concentrations mesurées pendant la campagne sont faibles et régulièrement proches des limites de détection de l'appareil ;
- pendant la campagne, la valeur limite 8-horaire a été largement respectée : le maximum 8-horaire a atteint 435 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montaigu au cours de la campagne hivernale, un niveau 96 % plus faible que la valeur limite ;
- vis-à-vis des seuils préconisés par l'OMS, aucune journée ne dépasse la valeur guide de 4 mg/m^3 en moyenne journalière ;

2^{ème} Partie

Évaluation des concentrations de polluants atmosphériques à proximité de la centrale d'enrobé de Bellevue

Conditions expérimentales

Dispositif déployé

Afin de répondre aux objectifs de l'évaluation, un préleveur haut débit et des tubes à diffusion passive (dits « tubes passifs ») ont été installés rue du sous-lieutenant Boisseleau, quartier Pont-Neuf à Montaigu-Vendée, en zone habitée à 275 mètres de l'installation et dans l'axe des vents dominants de sud-ouest.

Les HAP sont évalués à partir du prélèvement des particules fines PM₁₀ sur filtres, via un préleveur haut débit, avec analyse différée en laboratoire. Les HAP mesurés sont ceux listés dans la directive européenne 2004/107/CE, soit : le benzo(a)pyrène (BaP, le seul à pouvoir être comparé à une valeur cible), le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(j)fluoranthène, l'indeno(1,2,3-cd)pyrène, le dibenzo(a,h)anthracène, le benzo(a)anthracène et le benzo(g,h,i)perylène.

Le prélèvement est journalier (1 filtre par jour). Toutefois, l'analyse porte sur 10 filtres par phase, soit 20 filtres au total, sélectionnés pour refléter les conditions météorologiques (direction et vitesse du vent) d'impact maximum, mais aussi en fonction des jours où des plaintes de riverains ont été relevées. Les résultats indiquent la concentration moyenne pour la journée.

Le benzène est évalué par tubes à diffusion passive. Cette méthode est basée sur le transport par diffusion moléculaire des polluants de l'air extérieur vers une zone de piégeage constituée d'une cartouche adsorbante spécifique. Les tubes passifs sont exposés pendant 2 semaines, en doublon de manière à vérifier la reproductibilité des mesures, puis envoyés en laboratoire pour analyse, soit 8 échantillons pour cette campagne. Les résultats reflètent la concentration moyenne sur 2 semaines.

Période de mesure

Les prélèvements au cours de la phase estivale ont été effectués du 17/06 au 12/08/2021.

Il est important de noter que l'usine d'enrobé a connu une période d'arrêt du 31/07 au 23/08, correspondant à une période de zéro émission.

Les prélèvements au cours de la phase hivernale ont été effectués du 03/02 au 01/04/2022 inclus. **Au cours de cette période, l'usine d'enrobé a connu une période d'arrêt du 11/02 au 20/02/2022.**

Taux de validité des mesures

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures	
		Benzène	HAP
quartier Pont-Neuf	du 17/06 au 12/08/21	100 %	97 %
	du 03/02 au 01/04/22	100 %	98 %



Figure 17 : localisation du préleveur haut débit (HAP) et des tubes passifs (benzène) dans le quartier Pont-Neuf (indicateur orange). La centrale d'enrobé est matérialisée en bleu, et le site de mesure à l'échelle du territoire Terres de Montaigu (partie 1) en rouge

Résultats

Durant la période de mesure, on considère que les capteurs situés au quartier Pont-Neuf sont sous l'influence des activités d'extraction de matériaux et de fabrication d'enrobé du site de Bellevue lorsque les vents sont compris entre 190 et 280°, avec un maximum d'influence pour des vents orientés à 240°. Au cours des 2 phases de la campagne, le site de mesure était donc favorablement placé pour être sous les vents du site de Bellevue, dont l'influence est estimée à 45 % du temps de la phase estivale, et 30 % du temps de la phase hivernale (cf. rose des vents de la Roche-sur-Yon, page 6). Cela permet de mieux évaluer son potentiel impact sur la qualité de l'air.

Benzène (C₆H₆)

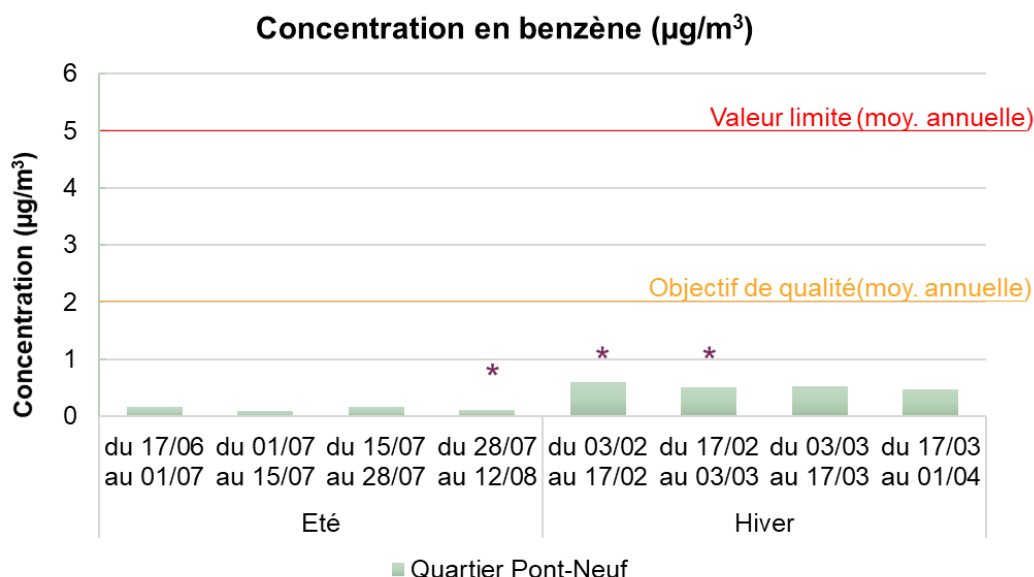
 Le benzène [C₆H₆] est l'un des composés les plus nocifs de la famille des Composés Organiques Volatils (COV). En air extérieur, le benzène est une substance émise naturellement par les volcans et les feux de forêts. Les émissions de benzène proviennent principalement de la combustion du bois dans les petits équipements domestiques et du trafic routier.	 Les niveaux sont les plus élevés en période hivernale froide pour les milieux urbain et périurbain, ou selon les rejets industriels.	 Les zones les plus concernées se situent à proximité des axes routiers et des zones à forte densité de population.	 Le benzène est connu pour ses effets mutagènes et cancérogènes.	 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.
---	---	---	---	--

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

Le benzène a été mesuré par tubes de prélèvement exposés en doublon, par tranche de 15 jours. Chaque mesure représente donc une valeur moyenne sur 15 jours, pendant les 4 quinzaines de la campagne de juin à août 2021, puis les 4 quinzaines de la campagne de février à avril 2022.

Le graphique ci-dessous détaille les résultats des prélèvements de benzène :



* = périodes intégrant un arrêt de l'usine d'enrobé

Figure 18 : évolution de la moyenne bi-hebdomadaire en benzène au cours des phases estivale (à gauche) et hivernale (à droite)

Les concentrations en benzène relevées sur les périodes de mesure sont faibles, comprises entre 0,1 et 0,2 µg/m³ en été, et entre 0,5 et 0,6 µg/m³ en hiver.

Les résultats indiquent une **forte probabilité de respecter l'objectif de qualité**, et à fortiori la valeur limite au cours de l'année.

De plus, les mesures effectuées lors des périodes d'arrêt de l'usine d'enrobé montrent des valeurs similaires aux périodes d'activité, démontrant l'**absence d'influence du site industriel sur les teneurs moyennes en benzène** dans son environnement.

HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)

 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés formés de noyaux aromatiques. Ils sont générés sous forme gazeuse ou particulaire par la combustion incomplète de combustibles fossiles et de biomasse. Le plus étudié est le benzo(a)pyrène B(a)P.	 Les niveaux sont les plus élevés lors de périodes hivernales (propices à l'utilisation du chauffage au bois).	 Les zones les plus concernées sont les zones résidentielles ou rurales utilisant le chauffage au bois.	 Associées aux particules fines, le benzo(a)pyrène peut pénétrer dans les alvéoles pulmonaires et constitue un agent mutagène et cancérigène. Le benzo(a)pyrène est considéré comme traceur du risque cancérigène lié aux HAP dans l'air ambiant.	 Certains HAP, dont le benzo(a)pyrène, sont toxiques pour l'environnement. Ils contaminent sols, eaux et aliments et génèrent du stress oxydant dans les organismes vivants.
--	--	---	--	--

Parmi les nombreux HAP, un seul est réglementé : le benzo(a)pyrène (BaP) par :

- une valeur cible fixée à 0,001 µg/m³ (soit 1 ng/m³) en moyenne annuelle

8 HAP ont été analysés : le benzo(a)pyrène, le benzo(a)anthracène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(j)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(ghi)pérylène, le dibenzo(a,h)anthracène et l'indénom(1,2,3-cd)pyrène.

Les PM₁₀ – contenant les HAP, sont collectés quotidiennement sur des filtres, ce qui représente 119 filtres au total. Parmi ces 119 filtres, 10 filtres par phase (soit 20 filtres au total sur la campagne) ont été sélectionnés pour analyse.

Ces journées ont été sélectionnées en fonction des relevés de plaintes odorantes émises par les riverains et réceptionnées par la Mairie de Montaigu, et en fonction de la direction de vents lorsque ceux-ci placent le site de mesure sous l'influence des potentielles émissions du site de Bellevue. Pour chacune des phases, 2 à 3 jours ont également été sélectionnés comme *témoins*, soit en raison de l'arrêt des activités de l'usine, soit en raison de la non exposition du site de mesure aux vents de l'industrie. La comparaison des concentrations relevées au cours des jours témoins avec les autres jours où le site de mesure est influencé par les émissions de l'industrie permet d'évaluer sa potentielle influence sur l'exposition de la population aux HAP.

	date	concentration en B(a)P (en ng/m ³)	% temps sous les vents de l'industrie [190°N ; 280°N]	vitesse de vent moyenne (m/s)	commentaire
Phase 1 (été)	22/06	< L.Q.	0 %	4,2	2 plaintes relevées alors que le site de mesure n'est pas sous les vents
	25/06	< L.Q.	54 %	2,4	3 plaintes relevées
	30/06	< L.Q.	50 %	2,4	3 plaintes relevées
	03/07	< L.Q.	79 %	2,8	Aucune plainte relevée, alors que le site de mesure est sous les vents
	05/07	< L.Q.	84 %	4,9	2 plaintes relevées
	13/07	< L.Q.	34 %	4,3	1 plainte relevée
	15/07	< L.Q.	19 %	2,9	4 plaintes relevées
	28/07	< L.Q.	97 %	3,7	2 plaintes relevées
	16/07	< L.Q.	0 %	4,4	Témoin (pas sous les vents)
Phase 2 (hiver)	06/08	< L.Q.	95 %	4,9	Témoin (usine à l'arrêt)
	04/02	0,07	57 %	3,6	
	22/02	< L.Q.	96 %	3,4	5 plaintes relevées
	24/02	0,04	40 %	3,9	2 plaintes relevées
	25/02	0,3	39 %	1,7	1 plainte relevée
	02/03	0,08	45 %	2,5	1 plainte relevée, pic de poussière
	03/03	< L.Q.	8 %	3,5	1 plainte relevée, pic de poussière
	29/03	0,05	61 %	2,3	
	16/02	< L.Q.	99 %	7,9	Témoin (usine à l'arrêt)
	17/02	< L.Q.	98 %	5,2	Témoin (usine à l'arrêt)
	06/03	0,1	0 %	4	Témoin (jamais sous les vents)

Tableau 1 : sélection des journées d'intérêt pour l'analyse des filtres pour chacune des phases
L.Q. = limite de quantification de l'appareil (L.Q. = 0,03 ng/m³ pour le B(a)P)

Au cours de la phase estivale, sur l'ensemble des 10 filtres analysés, les mesures sur les 8 HAP analysés sont toutes inférieures aux limites de détection de l'appareil. Ainsi, sur la période de mesure, aucune exposition à une potentielle pollution n'est déterminée pour ces HAP.

En revanche, au cours de la phase hivernale, les 8 HAP présentent quelques variations, comme le montre le graphique ci-dessous :

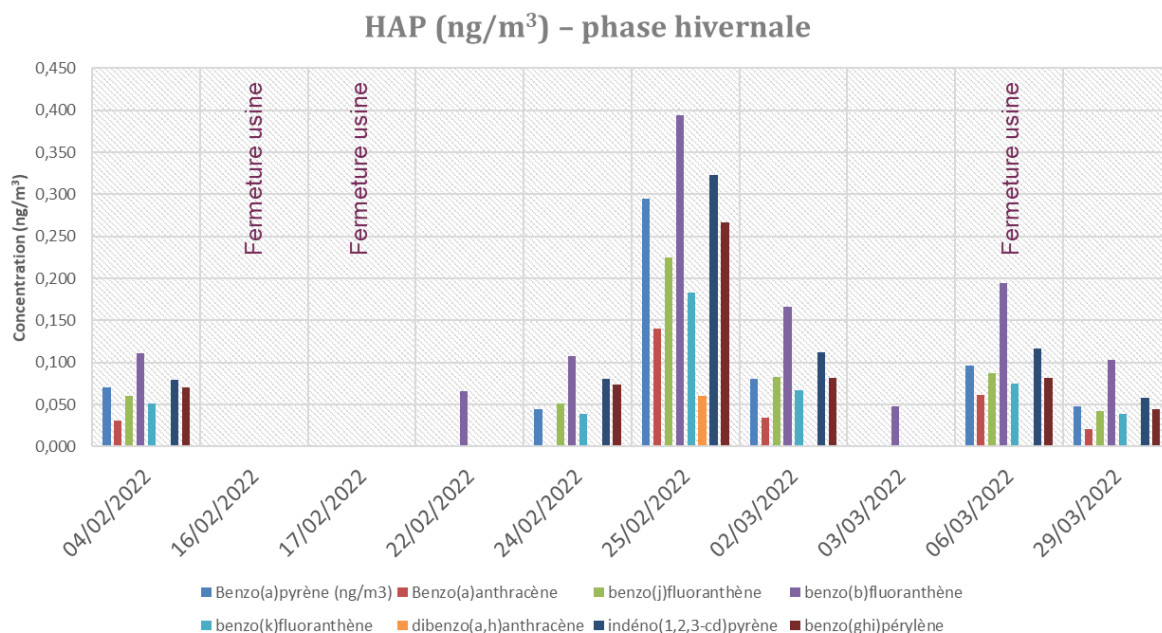
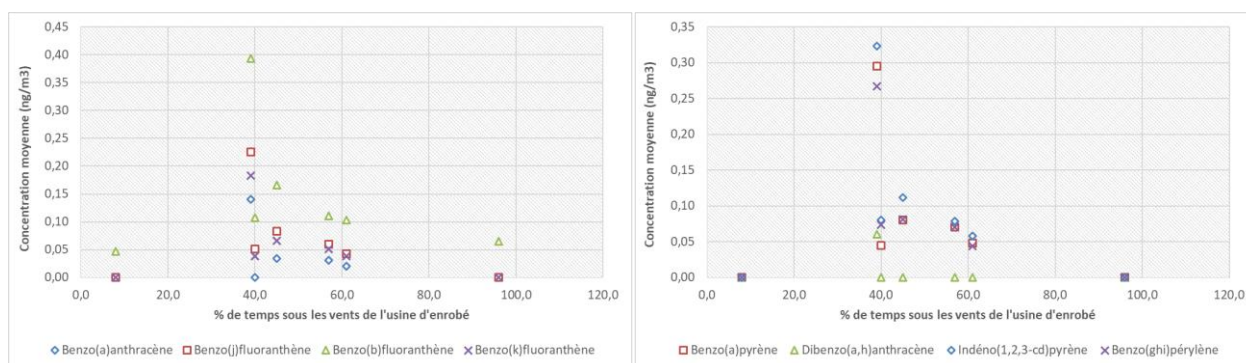


Figure 19 : évolution des moyennes journalières des 8 HAP relevés dans le quartier Pont-Neuf pour les 10 jours d'intérêt de la phase hivernale. Les journées témoins - où l'usine est à l'arrêt ou lorsque le site de mesure n'est pas sous les vents de l'usine, sont mentionnées.

Ces résultats montrent que :

- il est considéré comme fort probable que le B(a)P, seul HAP réglementé en France, respecte la valeur cible annuelle ;
- les concentrations les plus élevées sont relevées le 25/02, journée caractérisée par des vents faibles, favorables à l'accumulation de polluant au niveau du site de mesure ;
- pour les journées où le quartier Pont-Neuf est exclusivement sous les vents de l'usine d'enrobé (05/07, 28/07, 22/02), les concentrations enregistrées sont inférieures à la limite de quantification, tout comme les journées où le quartier Pont-Neuf est sous les vents de l'usine d'enrobé alors que l'usine est à l'arrêt (06/08, 16/02, 17/02) ;
- la journée du 06/03, considérée comme témoin, enregistre des concentrations en HAP du même ordre de grandeur que les autres journées où le site de mesure est sous l'influence de l'industrie. Or, au cours de cette journée, le site de mesure n'a jamais été sous les vents de l'usine. Les concentrations mesurées correspondent donc au bruit de fond atmosphérique ;
- l'influence de l'industrie sur les teneurs en HAP au quartier Pont-Neuf n'est donc pas mise en évidence ;

La figure-ci-dessous montre la relation entre les concentrations relevées en HAP lorsque l'usine est en activité, et le pourcentage de temps où le site de mesure est sous les vents de l'usine d'enrobé :



Sur l'ensemble des HAP considérés, aucune corrélation n'est mise en évidence entre la teneur en HAP et le pourcentage de temps où le quartier Pont-Neuf a été sous les vents de l'industrie. L'influence des émissions de l'usine d'enrobé sur les concentrations mesurées en HAP au Quartier Pont-Neuf n'est donc pas démontrée.

Conclusions et perspectives

La communauté d'agglomération *Terres de Montaigu* a confié à Air Pays de la Loire une mission d'évaluation de la qualité de l'air sur son territoire. Les principaux polluants réglementaires (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, O₃, SO₂ et CO) ont été mesurés pendant 4 mois en conditions météorologiques contrastées. **Ces 4 mois de mesure donnent une indication sur la probabilité de respect des seuils réglementaires définis à échelle annuelle.** Ce rapport final est une analyse complète des résultats des deux phases de mesure de la campagne, la première phase ayant eu lieu en été 2021, et la seconde phase en hiver 2022.

Les niveaux de pollution enregistrés à Montaigu-Vendée sont considérés comme représentatifs du niveau périurbain du territoire Terres de Montaigu. Ils montrent que :

- les concentrations moyennes des polluants réglementaires sont proches de celles relevées sur les stations permanentes d'Air Pays de la Loire, lesquelles respectent les valeurs limites réglementaires. Il est donc considéré comme fort probable que les concentrations à Terres de Montaigu soient inférieures aux valeurs limites réglementaires, pour l'ensemble des polluants ;
- aucun dépassement des seuils d'information et de recommandation pour les PM₁₀, l'ozone, le NO₂ ou le SO₂ n'a été observé ;
- les niveaux en ozone O₃ ont été proches de l'objectif de qualité de 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire le 21 juillet 2021 (117 µg/m³) et le 26 mars 2022 (119 µg/m³) ;
- les niveaux de polluant sont globalement proches de ceux enregistrés à La Roche-sur-Yon ou Cholet. Les mesures n'ont pas mis en évidence une problématique particulière à Terres de Montaigu en termes de pollution atmosphérique ;
- les niveaux en CO et SO₂ sont faibles, avec des concentrations moyennes de 141 µg/m³ et 1 µg/m³, respectivement, soit des valeurs proches des limites de détection de l'appareil.

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats pour les polluants réglementaires, en moyenne sur les 4 mois de mesure :

Polluant	Montaigu-Vendée	La Roche-sur-Yon	Cholet	Angers	La Tardière	Saint-Nazaire	Nantes, Bd des frères de Goncourt
PM ₁₀ (µg/m ³)	16,2	15,6	16,5				
PM _{2,5} (µg/m ³)	8,8			10,2	6		
NO ₂ (µg/m ³)	5,8	6,7	7,9				
O ₃ (µg/m ³)	58	61	59,6				
SO ₂ (µg/m ³)	1,1					1,4	
CO (µg/m ³)	141						315 (hiver)

La qualité de l'air relevée à Terres de Montaigu à l'issue de ces 4 mois de mesure est donc caractéristique d'un milieu de fond périurbain.

Parallèlement, une évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement industriel du site d'enrobé de Bellevue a été menée. Ce site soulève en effet des questions de la part des riverains sur les potentiels impacts de ces activités sur leur santé. Les polluants qui ont été mesurés pendant 4 mois sont le benzène et les HAP, ces polluants étant particulièrement émis par les usines d'enrobé.

Les niveaux de pollution enregistrés à proximité du site industriel de Bellevue montrent que :

- les concentrations en benzène sont faibles, de 0,3 µg/m³ en moyenne sur la campagne,
- il est fort probable que les teneurs en benzène ne dépassent pas l'objectif de qualité (fixé à 2 µg/m³ sur un an), et a fortiori la valeur limite en moyenne annuelle ;
- les niveaux en HAP sont inférieurs aux limites de quantification de l'appareil en été, et variable en hiver avec des concentrations comprises entre 0 et 0,4 ng/m³ selon le HAP, sans démontrer une éventuelle influence du site industriel de Bellevue sur la qualité de l'air au niveau du quartier Pont-Neuf ;
- les concentrations en B(a)P, seul HAP réglementé en France, ont de fortes chances de respecter la valeur cible annuelle de 1 ng/m³ ;
- le site de mesure à proximité de l'usine d'enrobé n'a pas montré d'influence de cette dernière sur les concentrations en HAP et benzène, et ce même lorsque des plaintes d'odeurs ont été relevées ;
- une étude de nez pourrait être envisagée afin de déterminer les notes olfactives pouvant être à l'origine des gênes des riverains.

Annexes

- annexe 1 : résultats en benzène
- annexe 2 : résultats en HAP
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : techniques d'évaluation
- annexe 5 : types des sites de mesure
- annexe 6 : polluants
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2021/2022

Annexe 1 : résultats en benzène

période de prélèvement		concentrations moyennes en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	objectif de qualité (en moyenne annuelle, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	valeur limite (en moyenne annuelle, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Phase 1 (été)	du 17/06 au 01/07	0,2	2	5
	du 01/07 au 15/07	0,1		
	du 15/07 au 28/07	0,2		
	du 28/07 au 12/08 <i>période de fermeture</i>	0,1		
Phase 2 (hiver)	Du 03/02 au 17/02	0,6		
	Du 17/02 au 03/03	0,5		
	Du 03/03 au 17/03	0,5		
	Du 17/03 au 01/04	0,5		

Annexe 2 : résultats en HAP

Période de mesure		Benzo(a)anthracène (ng/m ³)	Benzo(i)fluoranthène (ng/m ³)	Benzo(b)fluoranthène (ng/m ³)	Benzo(k)fluoranthène (ng/m ³)	Benzo(a)pyrène (ng/m ³)	Dibenzo(a,h)anthracène (ng/m ³)	Indéno(1,2,3-cd)pyrène (ng/m ³)	Benzo(ghi)pérylène (ng/m ³)
Phase 1 (été)	22/06	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	25/06	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	30/06	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	03/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	05/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	13/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	15/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	16/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	28/07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	06/08	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
Phase 2 (hiver)	04/02	0,03	0,06	0,11	0,05	0,07	< L.Q.	0,08	0,07
	16/02	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	17/02	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	22/02	< L.Q.	< L.Q.	0,07	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	24/02	< L.Q.	0,05	0,11	0,04	0,04	< L.Q.	0,08	0,07
	25/02	0,14	0,22	0,39	0,18	0,30	0,06	0,32	0,27
	02/03	0,03	0,08	0,17	0,07	0,08	< L.Q.	0,11	0,08
	03/03	< L.Q.	< L.Q.	0,05	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
	06/03	0,06	0,09	0,19	0,08	0,10	< L.Q.	0,12	0,08
	29/03	0,02	0,04	0,10	0,04	0,05	< L.Q.	0,06	0,04

Annexe 3 : 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.

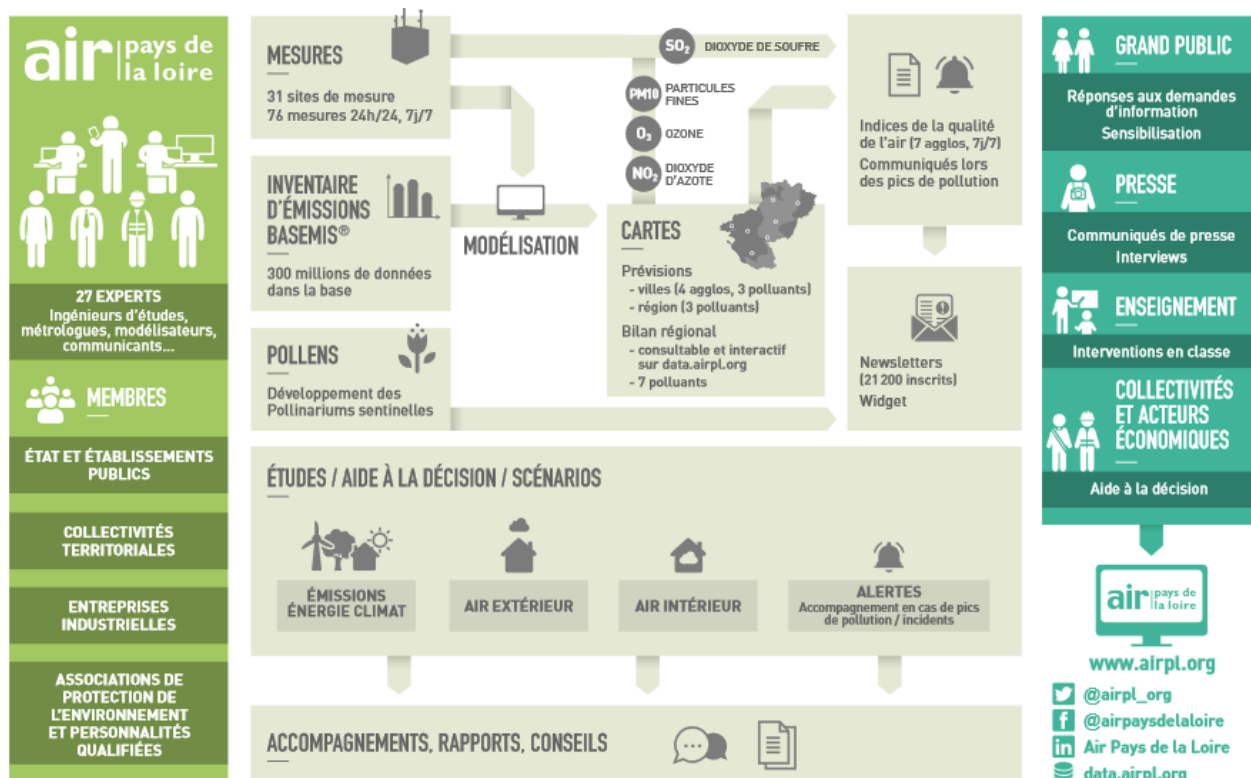
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- 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 4 : 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 ozone

méthode - normes

L'ozone est mesuré par la technique de spectrométrie d'absorption UV selon la norme **NF EN 14625**.

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 dioxyde de soufre

méthode - normes

Le dioxyde de soufre est détecté par la technique de fluorescence UV - norme **NF EN 14212**.

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 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 particules PM₁₀ et PM_{2,5}

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 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 15 jours

Mesures des concentrations atmosphériques en HAP

méthode – normes

Les mesures de HAP sont effectuées par prélèvements de particules fines PM_{10} sur filtres puis analyse en laboratoire : extraction par ultrasons, séparation par chromatographie gazeuse et analyse par double spectrométrie de masse, conformément à la norme NF EN 15549.

Les HAP mesurés seront ceux listés dans la directive européenne 2004/107/CE. Ce sont : le benzo(a)pyrène (BaP, le seul à pouvoir être comparé à une valeur cible), le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(j)fluoranthène, l'indeno(1,2,3-cd)pyrène, le dibenzo(a,h)anthracène, et le benzo(a)anthracène. Le benzo(g,h,i)perylène sera également recherché.

pas de temps

journalier

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 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 6 : polluants

L'ozone (O₃)

C'est le polluant secondaire majeur qui se forme par l'action des ultraviolets du soleil sur les polluants primaires, directement émis par les sources, que sont les oxydes d'azote, les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone. C'est un polluant chimique présent au niveau du sol : on parle d'ozone troposphérique que l'on distingue de l'ozone stratosphérique, observé à une vingtaine de kilomètres d'altitude et qui forme la couche d'ozone.

Capable de pénétrer profondément dans les poumons, l'ozone provoque à forte concentration une inflammation et une hyperréactivité des bronches. Des irritations du nez et de la gorge surviennent généralement, accompagnées d'une gêne respiratoire. Des irritations oculaires sont aussi observées.

Les enfants dont l'appareil respiratoire est en plein développement, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires chroniques et les personnes âgées sont souvent plus sensibles à la pollution par l'ozone.

Les effets de l'ozone se trouvent accentués par les efforts physiques intenses, lesquels en augmentant le volume d'air inspiré, accroissent celui d'ozone inhalé.

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 fines (ou poussières)

Les particules fines 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 PM_{2,5} (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 dioxyde de soufre (SO₂)

C'est le principal composant de la pollution « acide ». Malgré une diminution de 60 % en France entre 1980 et 1990, du essentiellement à la réduction de la production électrique par les centrales thermiques, le SO₂ provient à plus de 80 % de l'utilisation des combustibles contenant du soufre (fuel et charbon).

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, jeunes enfants...). Les efforts physiques intenses accroissent les effets du dioxyde de soufre. Aux concentrations habituellement observées dans l'environnement, une très grande proportion du dioxyde de soufre inhalé est arrêtée par les sécrétions muqueuses du nez et des voies respiratoires supérieures. Le dioxyde de soufre qui atteint le poumon profond, passe dans la circulation sanguine puis est éliminé par voie urinaire. Des études épidémiologiques ont montré qu'une hausse des taux de dioxyde de soufre s'accompagnait notamment d'une augmentation du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire.

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 cancérogène de catégorie 1 (cancérogène avérés pour l'Homme) par le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC).

Les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont composés d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure comprend au moins 2 cycles aromatiques. Ils sont émis à la fois par des sources naturelles (volcans, feux de forêt) et des sources anthropiques (activités humaines telles que l'industrie et transports routiers, ...). Les plus légères (jusqu'à 3 cycles aromatiques) sont présentes à l'état gazeux dans l'air ambiant, et les plus lourdes ont tendance à se fixer sur les particules en suspension. Les HAP sont des molécules biologiquement actives qui, une fois accumulées dans les tissus organiques, se prêtent à des réactions de transformation en métabolite. Ces métabolites ainsi formés peuvent avoir un effet plus ou moins marqué en se liant à des molécules telles que les protéines, l'ARN, l'ADN et en provoquant des dysfonctionnements cellulaires.

Le Benzo(a)pyrène (B(a)P) est l'un des HAP les plus toxiques et le plus étudié, de par son caractère mutagène et fortement cancérigène.

Annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2021-2022

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 ou à partir du 2 ^e jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	400 ⁽²⁾ 200 ⁽³⁾	-	500 ⁽²⁾
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 ^e jour de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	-

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

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

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

AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS											
		OZONE (O ₃)	DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)	OXYDES D'AZOTE (NO _x)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2,5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	5	-	20 ⁽¹⁾	0,5	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽²⁾	-	-	-	125 ⁽³⁾	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽⁵⁾	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁶⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 ⁽⁷⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation
(2) à ne pas dépasser plus de 35 par an (percentile 95,4 annuel)
(3) à ne pas dépasser plus de 3 par an (percentile 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.

	PARTICULES FINES PM2,5		PARTICULES PM10		OZONE O ₃		DIOXYDE D'AZOTE NO ₂		DIOXYDE DE SOUFRE SO ₂		MONOXYDE DE CARBONE CO
	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme (moy. sur 24h)	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	Court terme	Long terme (moy. annuelle)	
Valeurs OMS	15 µg/m³ ^a	5 µg/m³	45 µg/m³ ^a	15 µg/m³	100 µg/m³ ^a (moy. sur 8h) 60 µg/m³ ^b (saison de pointe)	-	200 µg/m³ (moy. horaire) 25 µg/m³ ^a (moy. sur 24h)	10 µg/m³	500 µg/m³ (moy. sur 10 min) 40 µg/m³ ^a (moy. sur 24h)	-	100 mg/m³ (moy. sur 15 min) 35 mg/m³ (moy. horaire) 10 mg/m³ (moy. sur 8h) 4 mg/m³ ^a (moy. sur 24h)



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