



ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR À TERRES DE MONTAIGU

Rapport intermédiaire

Campagne été 2021



Sommaire

Synthèse	4
Introduction générale	5
Conditions météorologiques	6
1^{ère} Partie	8
Evaluation de la qualité de l'air dans la communauté d'agglomération <i>Terres de Montaigu</i>	8
Conditions expérimentales	9
Dispositif déployé	9
Résultats	10
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10
Particules inférieures à 10 µm : PM ₁₀	13
Particules inférieures à 2,5 µm : PM _{2,5}	16
Ozone (O ₃)	17
Dioxyde de soufre (SO ₂)	19
Monoxyde de carbone (CO)	20
2^{ème} Partie	21
Evaluation des concentrations de polluants atmosphériques à proximité de la centrale d'enrobé de Bellevue	21
Conditions expérimentales	22
Dispositif déployé	22
Résultats	24
Benzène (C ₆ H ₆)	24
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	25
Annexes	27

contributions

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

Mise en page : Bérangère Poussin

Métérologie 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 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 Nantes et la Roche-sur-Yon,
- 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 mois a été effectuée de juin à août 2021 pour évaluer en temps réel les concentrations des principaux polluants réglementaires (PM10, PM2.5, 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 péri-urbain du territoire de Terres de Montaigu, hors influence locale. Les mesures ont été effectuées du 19/06 au 19/08/2021.

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

- les concentrations sont inférieures aux valeurs limites réglementaires, pour tous les 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, avec un maximum de concentration de 117 µg/m³ relevé le 21 juillet,
- 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 PM2,5, 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 pollution atmosphérique,
- les niveaux en CO et SO₂ sont très faibles et proche de la limite de détection des appareils, avec des concentrations moyennes de 134 µg/m³ et 1 µg/m³, respectivement.

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

Parallèlement, du 17/06 au 12/08/2021, les mesures de polluants réglementaires associés à des centrales d'enrobés (benzène, HAP) ont été mesurés au niveau des zones riveraines situées à proximité de la centrale d'enrobé de Bellevue, au quartier Pont-Neuf.

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

- les concentrations en benzène sont faibles, avec une moyenne de 0,2 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.

Conclusions et perspectives

L'ensemble des polluants mesurés, tant à l'échelle du territoire que sous influence locale de la centrale d'enrobé, ne montrent pas une quelconque exposition à une pollution, ni chronique ni aigue. Il est fort probable que les polluants mesurés respectent les valeurs limites annuelles. Une campagne similaire en conditions hivernales, et selon le même dispositif, est prévue de janvier à mars 2022. Un rapport final regroupant les résultats des campagnes été 2021 et hiver 2022 viendra consolider les conclusions ci-dessus.

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, PM2.5, NO₂, O₃, SO₂ et CO) à proximité du centre-ville de Montaigu. Dans le même temps, le benzène et le HAP ont été mesurés en zone habitée, à proximité de la centrale d'enrobé Bellevue, afin d'évaluer les concentrations de ces polluants réglementés caractéristiques du milieu industriel.

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 réalisés 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'habitations situées à proximité du site de Bellevue.

Une campagne similaire, effectuée en conditions hivernales est prévue de janvier à mars 2022.

Un rapport final, qui fera suite à la campagne *hivernale*, viendra consolider les interprétations de ce rapport intermédiaire.

Réglementation en air ambiant

Les concentrations de polluants 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 19/06/21 au 19/08/21

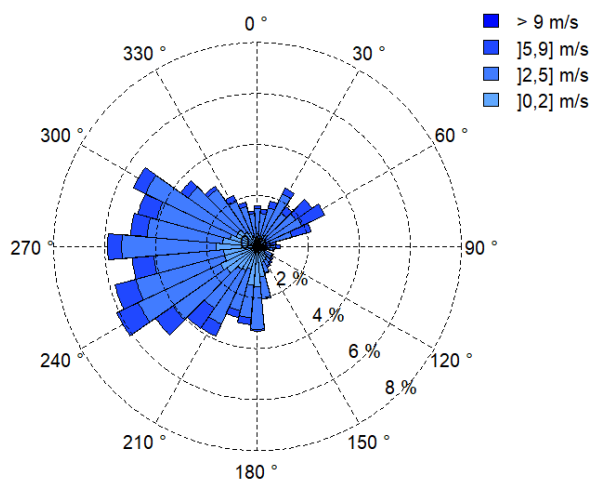


Figure 1 : rose des vents à La Roche-sur-Yon, du 19 juin au 19 août 2021

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.

La campagne 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.

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 la campagne.

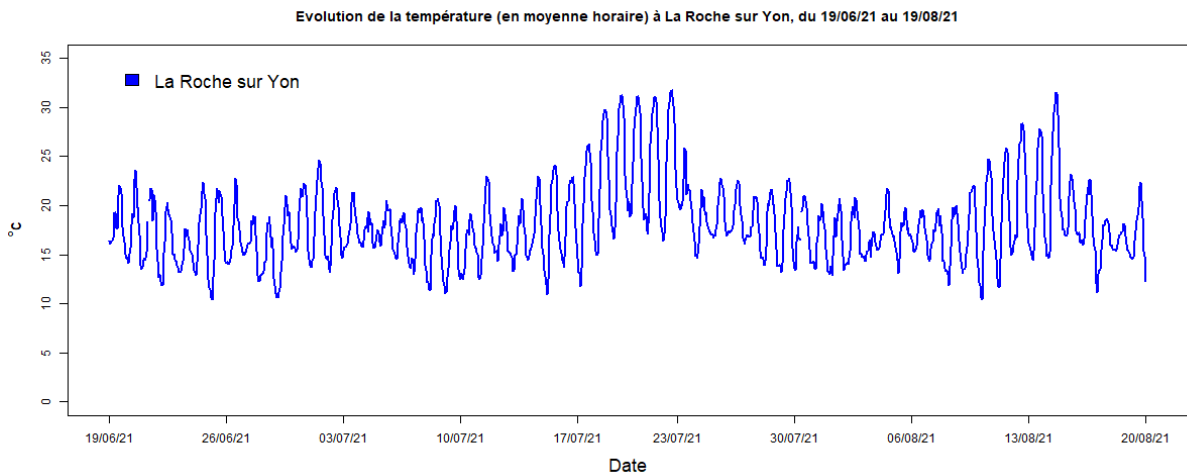


Figure 2 : évolution de la température (en moyenne horaire) à La Roche-sur-Yon, du 19 juin au 19 août 2021

La campagne a été marquée par des températures qui se situent dans les normales saisonnières (18,5°C en moyenne sur la période juin – août), avec une moyenne de 18°C sur la campagne et comprises entre 10 et 32°C en moyenne horaire.

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

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 péri-urbain 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).

Les mesures ont été effectuées du 19/06/2021 au 19/08/2021.



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

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures					
		PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO
Rue du Colonel Taylor	du 19/06 au 19/08/21	100 %	100 %	97 %	99 %	99 %	99 %

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 concernées par plusieurs types de réglementations, à savoir :

- un seuil d'information et de recommandation, fixé dès que la moyenne horaire de ces concentrations dépasse 200 µg/m³, et un seuil d'alerte fixé à 400 µg/m³ en moyenne horaire,
- la moyenne horaire de la concentration ne doit pas dépasser 200 µg/m³ plus de 18h par an (valeur limite),
- la moyenne annuelle de la concentration ne doit pas dépasser 40 µg/m³ (valeur limite), l'objectif de qualité en moyenne annuelle est fixé au même niveau.

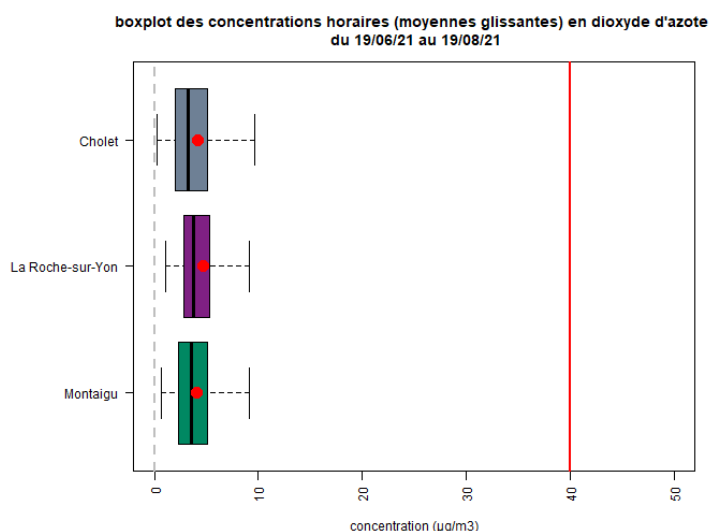
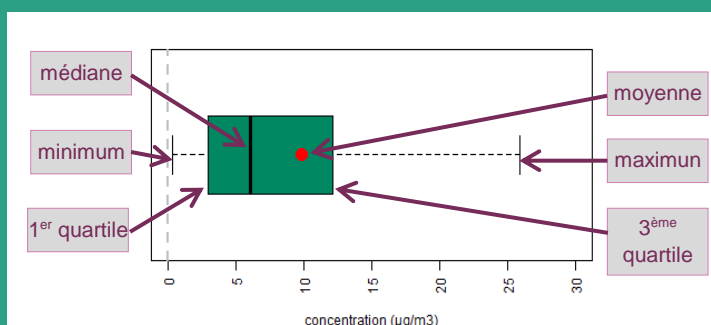


Figure 4 : boxplot des concentrations en NO₂. La valeur limite annuelle est représentée par le trait rouge

Méthodologie

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



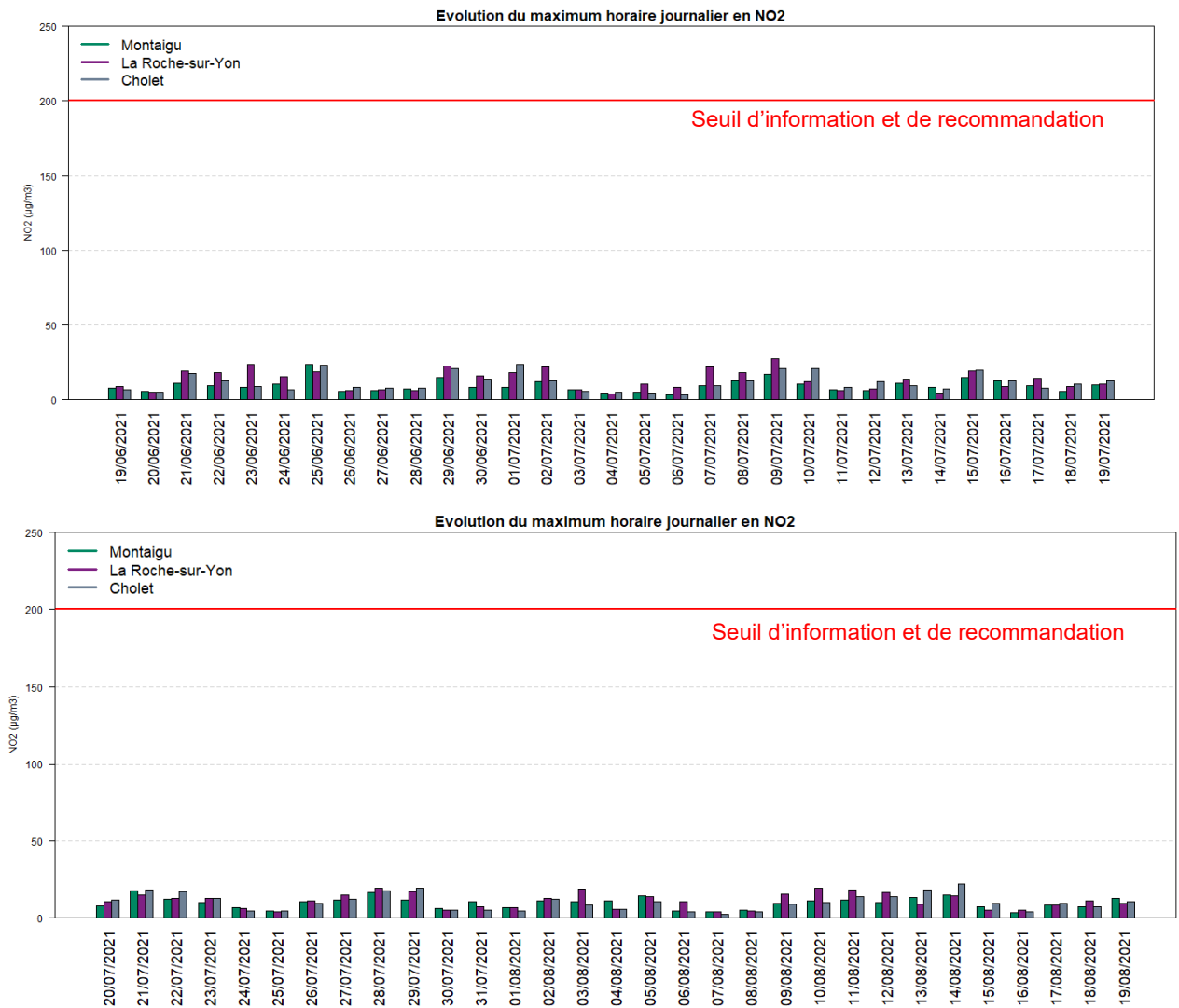


Figure 5 : maximas horaires journaliers des concentrations en NO₂

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

- la moyenne mesurée à Montaigu-Vendée est à 4,1 µg/m³, soit le même ordre de grandeur que celles enregistrées à La Roche-sur-Yon et Cholet : 4,7 µg/m³ et 4,1 µg/m³ respectivement,
- les moyennes sur les deux mois de mesures indiquent une forte probabilité que la valeur limite soit respectée au cours de l'année,
- le maxima horaire au cours de la campagne a été de 24 µg/m³ soit 12 % du 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.

Les niveaux en NO₂, faibles, sont habituels en été, du fait de la diminution du trafic automobile. Les concentrations sont plus importantes en hiver (trafic automobile, chauffage, stagnation des polluants...), ce que viendra confirmer la campagne hivernale de 2022.

Roses de pollution

Les figures ci-dessous sont des roses de concentration ou 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.

La rose de pollution du NO₂ à Montaigu-Vendée (ci-dessous, à gauche) montre un profil semblable à celui observé à La Roche-sur-Yon ou Cholet. Les concentrations les plus importantes sont relevées pour des vents d'est (les pales de la rose sont les plus longues aux directions de 50° à 110° environ). Cela s'explique par le fait que les vents d'est sont caractéristiques de périodes plutôt anticycloniques, favorisant l'accumulation des polluants. Les concentrations en NO₂ à Terres de Montaigu correspondent aux niveaux de fond, rencontrés sur la région.

N.B. Aucune direction privilégiée des niveaux de concentrations 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.

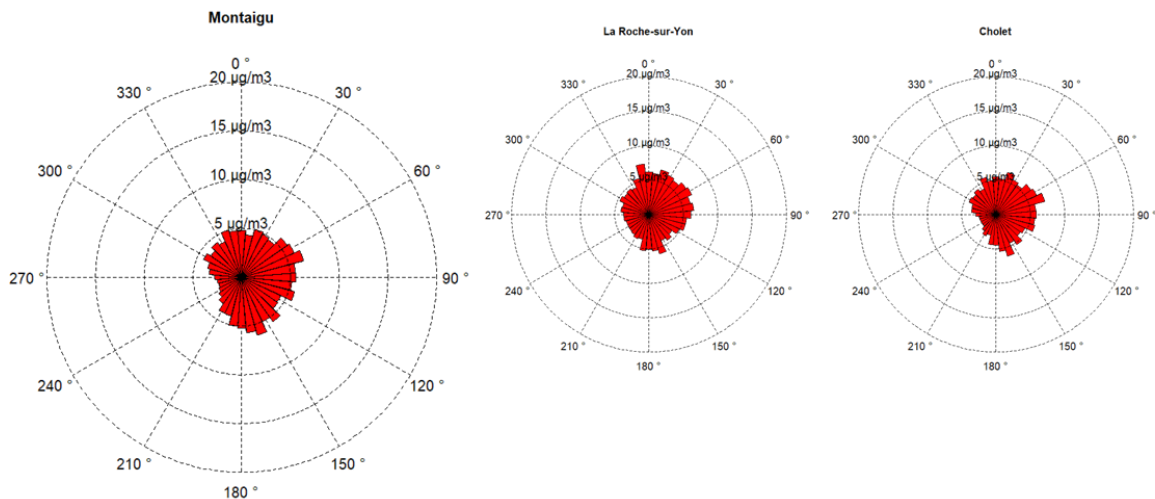


Figure 6 : roses de pollution des concentrations en NO₂ à Montaigu-Vendée (à gauche), la Roche-sur-Yon (au centre) et Cholet (à droite)

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 cancérogènes.</p>	<p>🌳</p> <p>Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes. Certaines particules fines, appelées « carbone suie », contribueraient au réchauffement climatique.</p>
--	---	--	---	--

Les concentrations en particules PM10 sont réglementées 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.

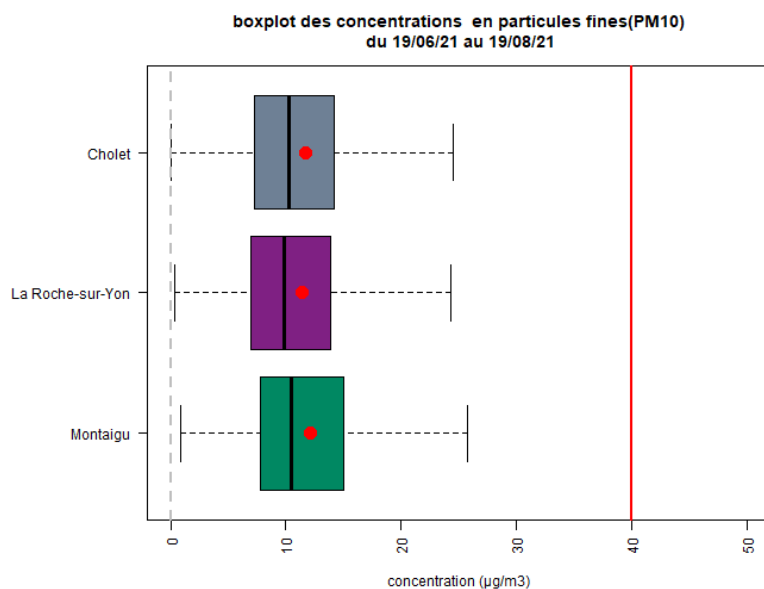


Figure 7 : boxplot des concentrations horaires en PM10 sur les 2 mois de mesures. La valeur limite annuelle est représentée par un trait rouge

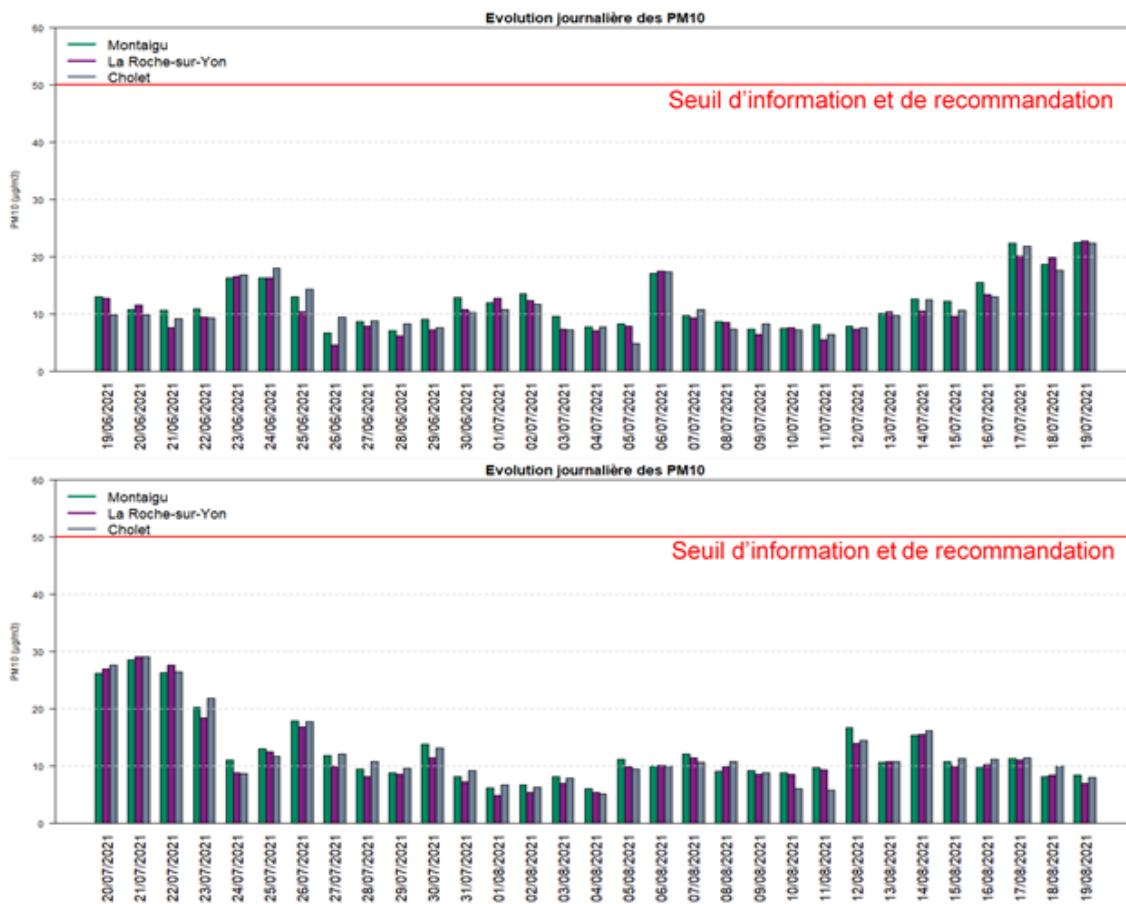


Figure 8 : évolution des moyennes journalières des concentrations en PM10

Les mesures en PM10 à Montaigu-Vendée sur cette campagne montrent des niveaux respectant la réglementation :

- le seuil d'information et de recommandation n'a pas été dépassé au cours la campagne et à fortiori le seuil d'alerte,
- la moyenne sur la campagne a été de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montaigu-Vendée, contre $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à La Roche-sur-Yon et $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Cholet, soit des valeurs homogènes au niveau régional,
- la moyenne en PM10 relevée sur les deux mois de mesure indique une forte probabilité que l'objectif de qualité ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'année) soit respecté, et qu'à fortiori la valeur limite, définie à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'année, soit respectée.

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

La rose de pollution des mesures de PM10 à Montaigu-Vendée (ci-dessous à gauche) montre que les concentrations les plus importantes sont enregistrées par flux de nord-est (de 50° à 80°). Cette configuration est en effet assez classique de conditions anticycloniques, qui permettent le maintien et l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. Elle 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, sans que nos mesures ne mettent en évidence de source locale significative.

N.B. Aucune direction privilégiée des niveaux de concentrations 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.

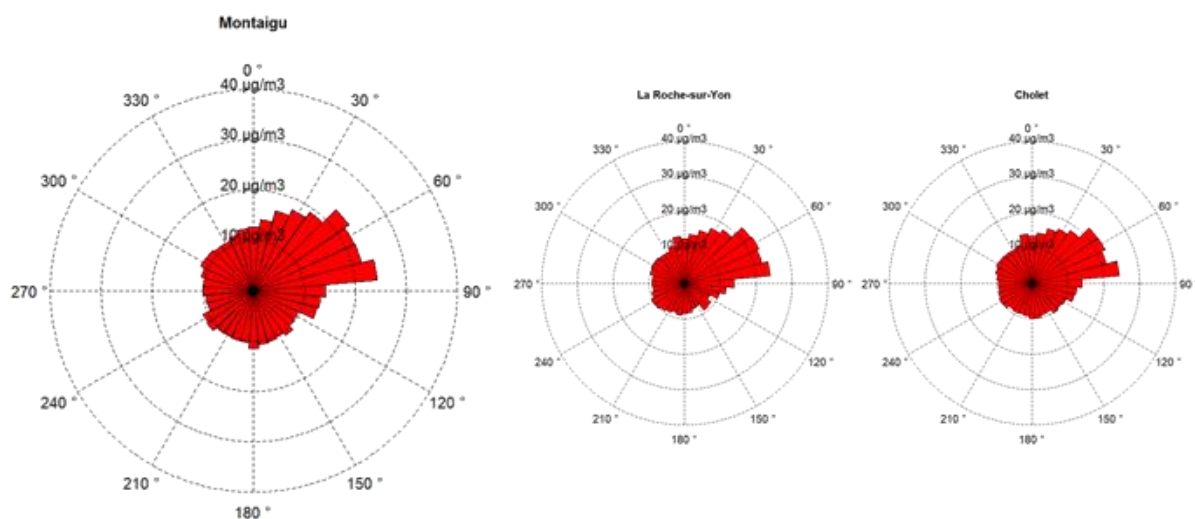


Figure 9 : roses de pollution des concentrations en PM10 à Montaigu-Vendée (à gauche), la Roche-sur-Yon (au centre) et Cholet (à droite)

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

Les concentrations en particules PM_{2,5} sont soumises à deux seuils en valeur moyenne annuelle :

- une valeur limite annuelle fixée à 25 µg/m³
- un objectif de qualité de 10 µg/m³

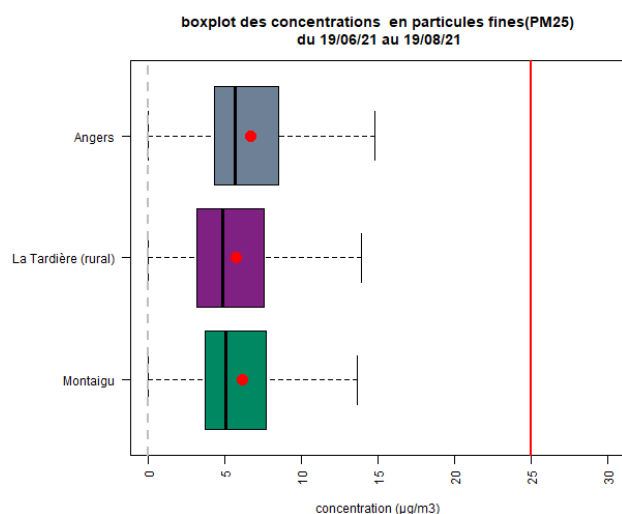


Figure 10 : boxplot des concentrations en PM_{2,5} sur les 2 mois de mesures. La valeur limite annuelle est représentée par un trait rouge

La concentration moyenne en PM_{2,5} sur la campagne a été de 6 µg/m³ à Montaigu-Vendée. Un niveau similaire a été mesuré à Angers et à la Tardière (respectivement 7 et 6 µg/m³).¹

Ainsi, à Terres de Montaigu, les concentrations en PM_{2,5} montrent une forte probabilité de respecter la valeur limite annuelle.

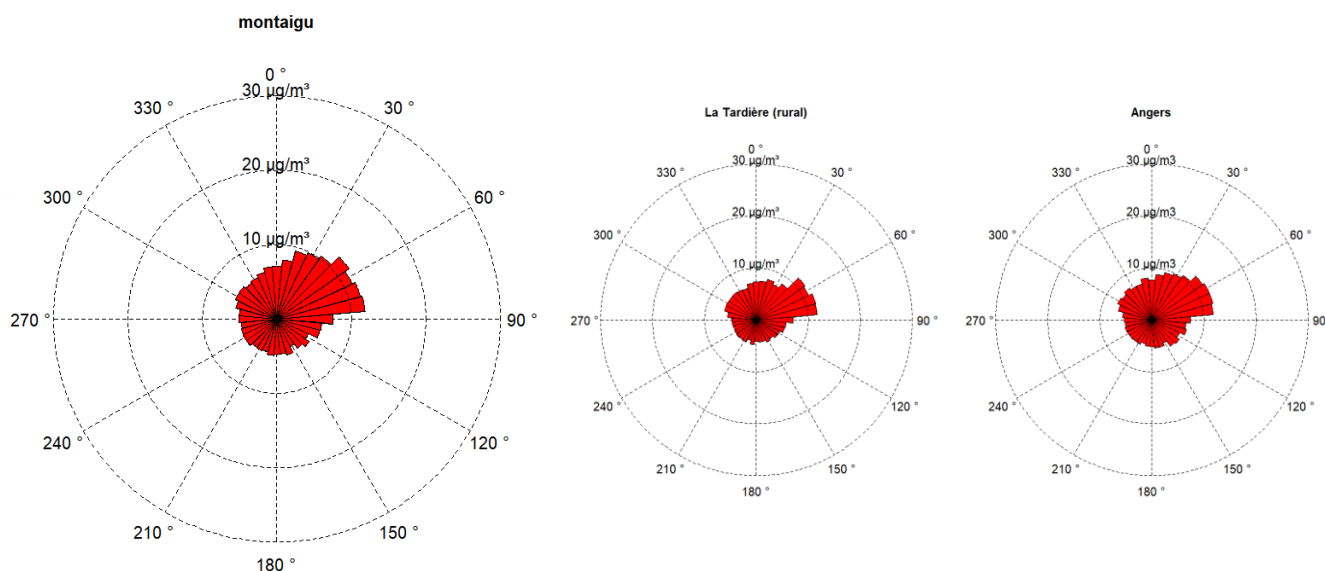


Figure 11 : roses de pollution des concentrations en PM_{2,5} à Montaigu-Vendée (à gauche), La Tardière (au centre) et Angers (à droite).

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. Le profil est également très similaire à ce qui est mesuré ailleurs dans la région. 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.

N.B. Aucune direction privilégiée des niveaux de concentrations 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.

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

Ozone (O₃)

 <p>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.</p>	 <p>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.</p>	 <p>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.</p>	 <p>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.</p>	 <p>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.</p>
---	---	--	--	---

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.

boxplot de la concentration horaire glissante en ozone, du 19/06/21 au 19/08/21

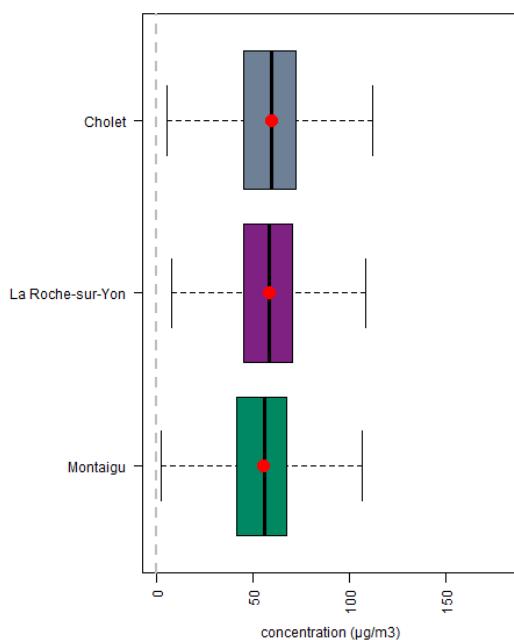


Figure 12 : boxplot des concentrations en O₃ sur les 2 mois de mesure

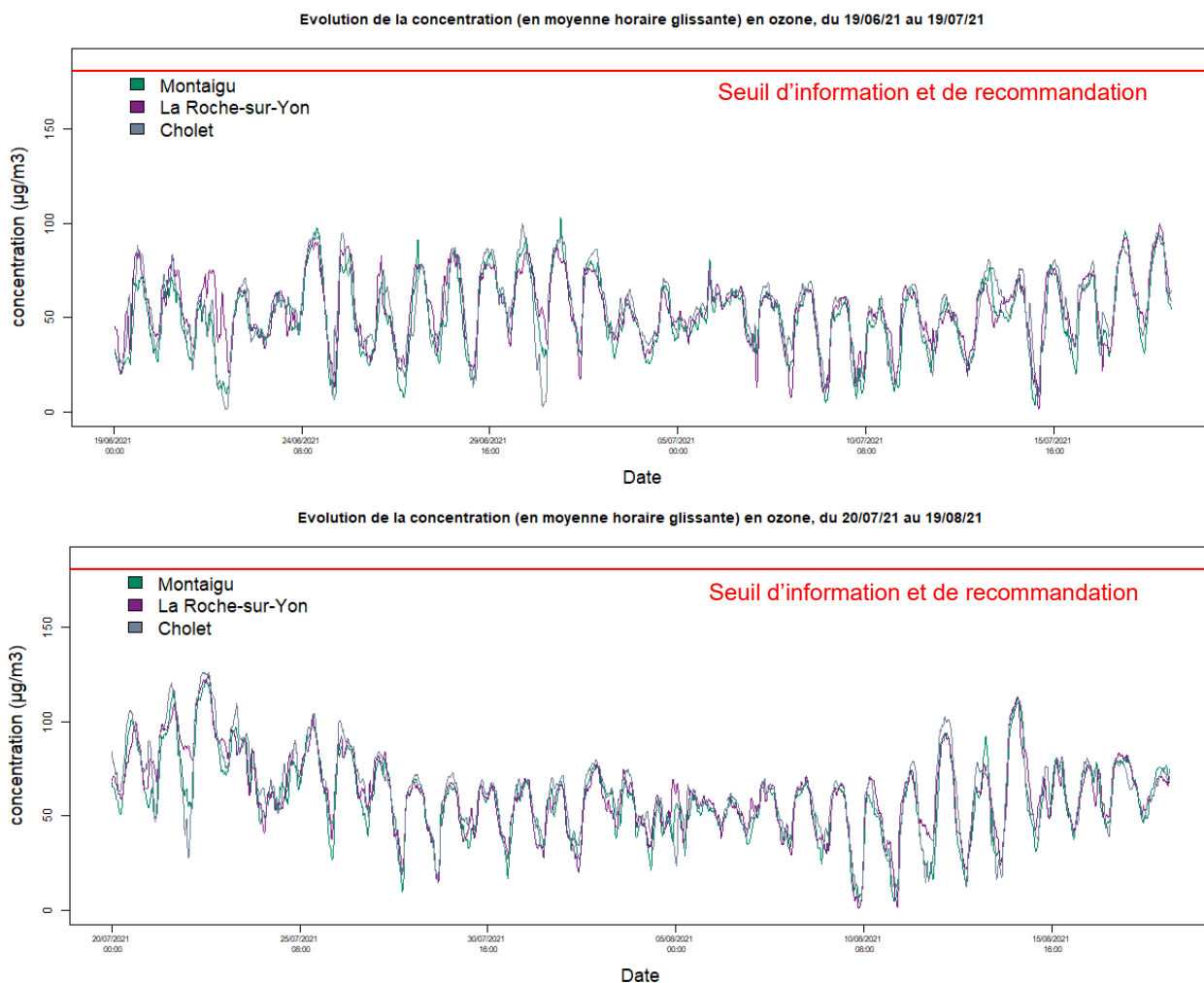


Figure 13 : évolution de la moyenne horaire de la concentration en ozone

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

- les niveaux sont homogènes par rapport aux villes repères : l'ozone est régi par des phénomènes, notamment météorologiques, de grande échelle. La moyenne des concentrations en ozone à Montaigu-Vendée est de 55 µg/m³, contre 59 et 58 µg/m³ à La Roche-sur-Yon et Cholet,
- le seuil d'information et recommandation n'a pas été atteint. Le maximum horaire à Montaigu-Vendée a été de 122 µg/m³. A la Roche-sur-Yon et Cholet, le maximum est proche : 124 et 126 µg/m³ respectivement,
- 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.

A la Roche-sur-Yon et Cholet, l'objectif de qualité a été atteint : 120 et 124 µg/m³ respectivement.

Dioxyde de soufre (SO₂)

 <p>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).</p>	 <p>Ponctuellement, en fonction des émissions industrielles, des phénomènes naturels et de la direction des vents.</p>	 <p>Les zones sous les vents des établissements industriels émetteurs sont les plus touchées.</p>	 <p>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.</p>	 <p>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.</p>
---	---	--	--	--

Les concentrations en SO₂ sont réglementées à plusieurs niveaux :

- 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,
- des valeurs limites de 20 µg/m³ (en moyenne annuelle et hivernale, pour la protection de la végétation), 125 µg/m³ en moyenne journalière (jusqu'à 3 jours par an) et 350 µg/m³ en moyenne horaire (jusqu'à 24h par an),
- un objectif de qualité fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle.

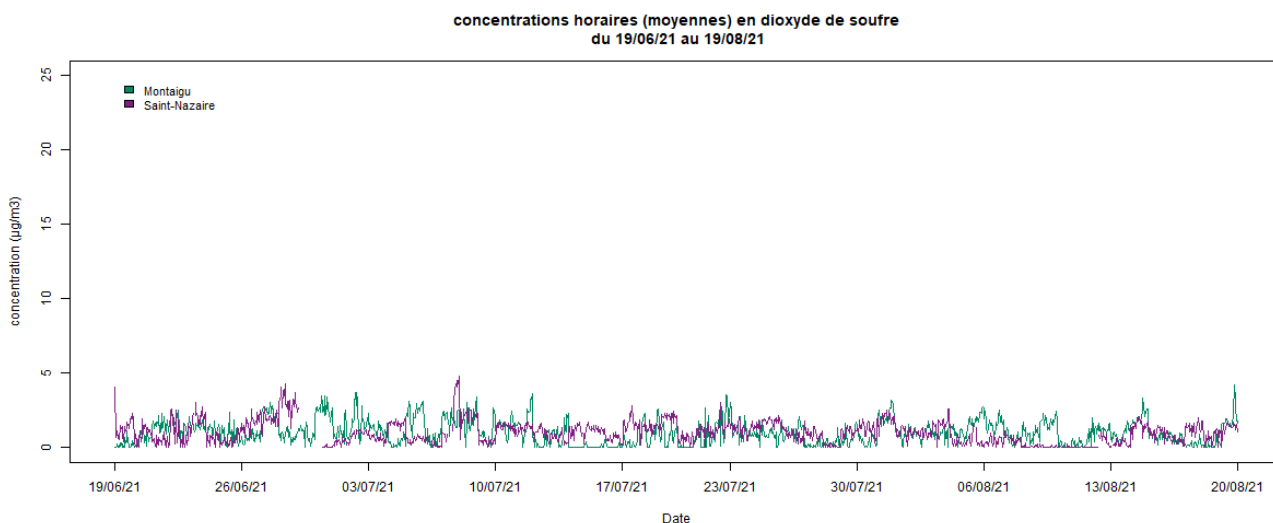


Figure 14 : évolution de la moyenne horaire de la concentration en dioxyde de soufre à Montaigu-Vendée (courbe verte), et comparaison avec les mesures dans la ville de Saint-Nazaire (courbe violette)

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 4,3 µg/m³ à Montaigu-Vendée,
- de même, les niveaux en SO₂ sont inférieurs aux valeurs limites : en moyenne 1 µg/m³ de SO₂ a été mesuré à Montaigu-Vendée, comme à Saint-Nazaire (1 µg/m³).

Monoxyde de carbone (CO)



Les concentrations en CO sont réglementées par :

- une valeur limite fixée à 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 8-horaire

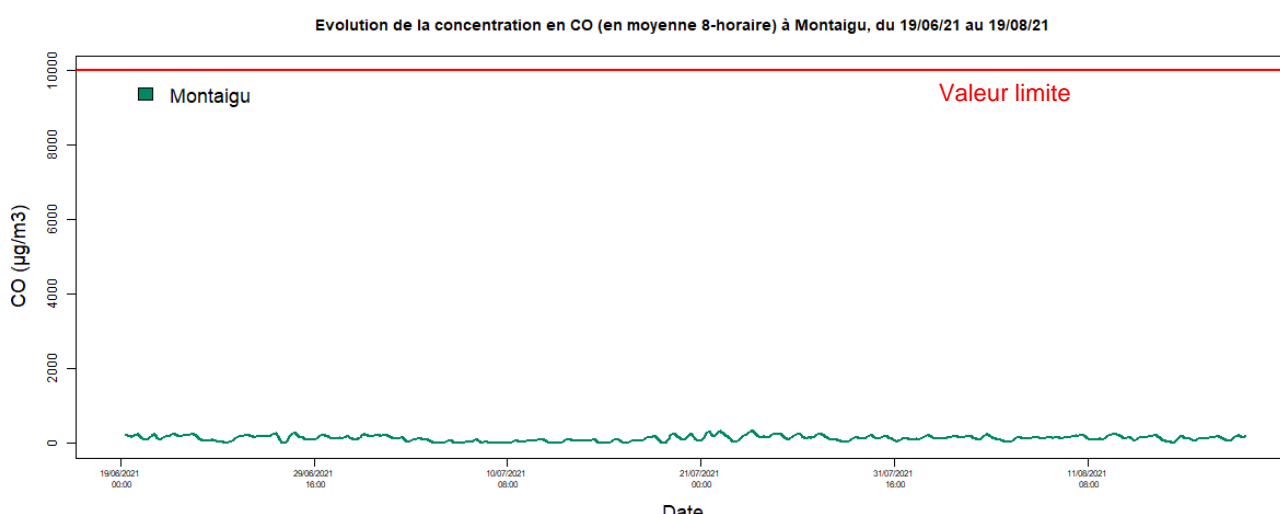


Figure 15 : évolution de la moyenne 8-horaire de la concentration en monoxyde de carbone

Le CO n'est plus mesuré dans les stations automatiques d'Air Pays de la Loire dans la mesure où ses concentrations sont très faibles, proches de la limite de détection de l'appareil de mesure. Il n'est donc pas possible de comparer les mesures avec d'autres sites.

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

- les concentrations mesurées pendant la campagne sont très faibles, et 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 334 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montaigu, un niveau 97 % plus faible que la valeur limite,
- la moyenne sur la campagne est de 134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 par prélèvement sur filtre des particules fines PM10, 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, 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.

Les prélèvements ont été effectués du 19/06/2021 au 19/08/2021.

Il est important de noter que l'usine d'enrobé a connu une période d'arrêt du 31/07/2021 au 23/08/2021, correspondant à une période de zéro émission.

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures	
		Benzène	HAP
quartier Pont-Neuf	du 19/06 au 19/08/21	100 %	97 %

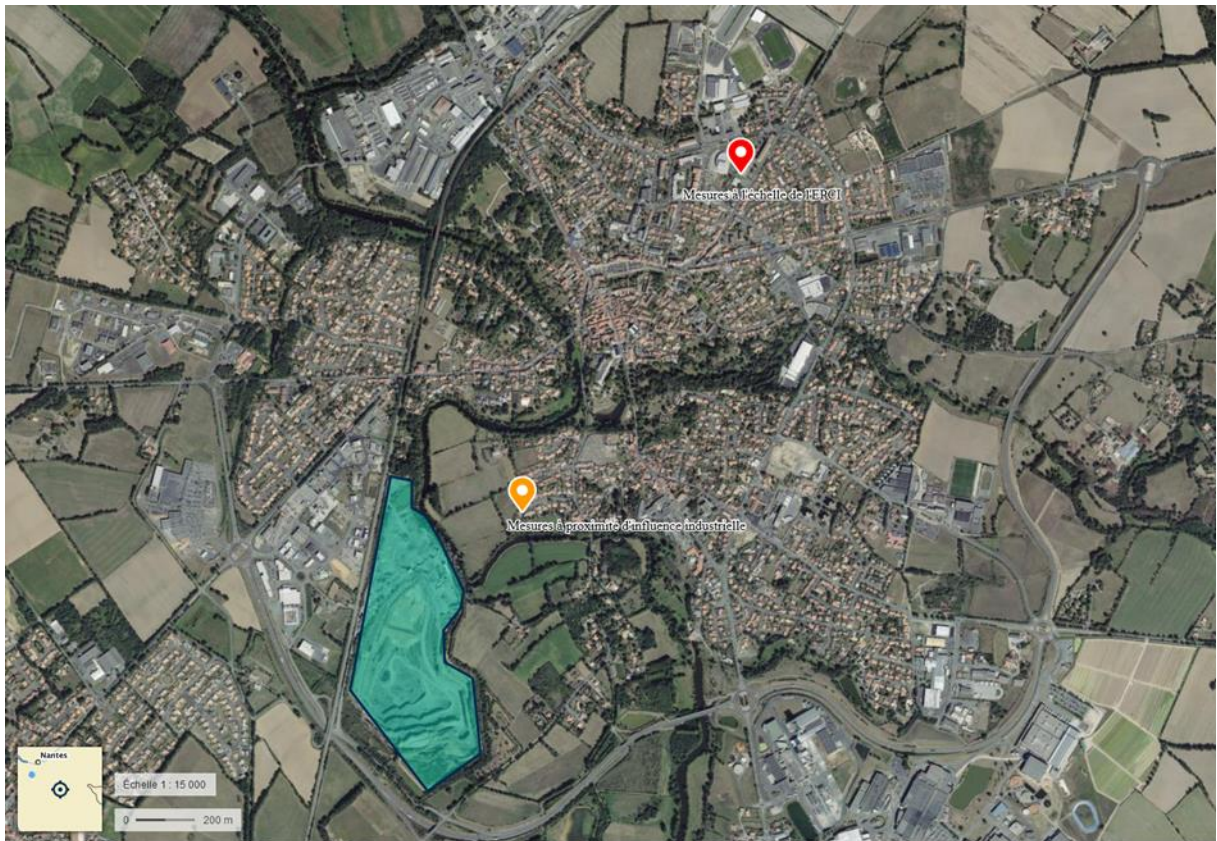


Figure 16 : localisation du préleveur haut débit (HAP) et des tubes passifs (benzène) dans le quartier Pont-Neuf (indicateur orange). La centrale d'enrobé est matérialisée en bleu, et le site de mesure à l'échelle du territoire Terres de Montaigu (partie 1) en rouge

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 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 46 % du temps de la campagne (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)

 <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 cancérigènes.</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

Le benzène a été mesuré par tubes de prélèvement exposés en doublon, par tranche de deux semaines, pendant les 8 semaines de campagne de juin à août 2021.

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

période de prélèvement	concentrations moyennes en benzène (en µg/m ³)	objectif de qualité (en moyenne annuelle, µg/m ³)	valeur limite (en moyenne annuelle, µg/m ³)
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		

Les concentrations en benzène relevées sur les périodes de mesure sont faibles, et proches des limites de détection.

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 de la période 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.

Les concentrations en benzène étant en général plus élevées en hiver, la campagne d'hiver prévue en janvier-mars 2022 permettra de compléter ces conclusions.

HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)

 <p>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.</p>	 <p>Les niveaux sont les plus élevés lors de périodes hivernales (propices à l'utilisation du chauffage au bois).</p>	 <p>Les zones les plus concernées sont les zones résidentielles ou rurales utilisant le chauffage au bois.</p>	 <p>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.</p>	 <p>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.</p>
--	--	---	--	--

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

- une valeur cible fixée à 0,001 µg/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 HAP ont été prélevés sur filtres, à raison d'un filtre par jour.

En fin de campagne, 10 filtres correspondant à des journées d'intérêt ont été sélectionnés.

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.

8 jours ont été identifiés, pour lesquels le préleveur a été dans l'axe des vents du site industriel et pour lesquels des plaintes de riverains ont été enregistrées.

2 jours ont été choisis comme témoins : l'un car le site de mesure n'était pas sous les vents, alors que des plaintes ont été relevées ; et l'autre car le site industriel était fermé ce jour-là, stoppant ses potentielles émissions.

date	concentration en BaP (en ng/m ³)	direction de vent moyenne (en °)	vitesse de vent moyenne (m/s)	commentaire
22/06	< L.Q.	238	4,2	2 plaintes relevées
25/06	< L.Q.	272	2,4	3 plaintes relevées
30/06	< L.Q.	269	2,4	3 plaintes relevées
03/07	< L.Q.	225	2,8	Aucune plainte relevée, alors que le site de mesure est sous les vents
05/07	< L.Q.	217	4,9	2 plaintes relevées
13/07	< L.Q.	293	4,3	1 plainte relevée
15/06	< L.Q.	308	2,9	4 plaintes relevées
28/07	< L.Q.	228	3,7	2 plaintes relevées
16/07	< L.Q.	86	4,4	Témoin (pas sous les vents)
06/08	< L.Q.	73	4,9	Blanc terrain (site fermé)

L.Q. = limite de quantification de l'appareil, qui est de 0,03 ng/m³

Sur l'ensemble des 10 filtres analysés, les mesures sur les 8 HAP analysés sont systématiquement 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.

Les plaintes d'odeurs pourraient être liées à d'autres polluants. Pour cela, une étude de nez pourrait s'avérer utile afin de déterminer les notes olfactives, et ainsi mieux orienter les polluants à mesurer pouvant être à l'origine des gênes répertoriées.

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, PM2.5, NO₂, O₃, SO₂ et CO) ont été mesurés pendant 2 mois. Ce rapport intermédiaire est une analyse des résultats de la première campagne, effectuée à l'été 2021.

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

- les concentrations sont 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 frôlé l'objectif de qualité de 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire le 21 juillet,
- les niveaux de polluants 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 très faibles, avec des concentrations moyennes de 134 µg/m³ et 1 µg/m³, respectivement, soit des valeurs proches des limites de détection de l'appareil.

Parallèlement, une mission d'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 2 mois sont le benzène et les HAP, ces polluants étant particulièrement émis par les usines d'enrobés.

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

- les concentrations en benzène sont très faibles, de 0,2 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, ne démontrant aucune pollution pour les HAP mesurées,
- l'ensemble des mesures n'ont pas permis de mettre en évidence une éventuelle influence du site industriel de Bellevue sur la qualité de l'air à Terres de Montaigu,
- une étude de nez pourrait être envisagée afin de déterminer les notes olfactives pouvant être à l'origine des gênes des riverains, et ainsi mieux orienter les polluants à analyser.

Une campagne similaire, selon le même dispositif, est prévue de janvier à mars 2022. Un rapport final regroupant les résultats des campagnes été 2021 et hiver 2022 viendra consolider les conclusions ci-dessus.

Annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : techniques d'évaluation
- annexe 3 : types des sites de mesure
- annexe 4 : polluants
- annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2021

Annexe 1 – 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.

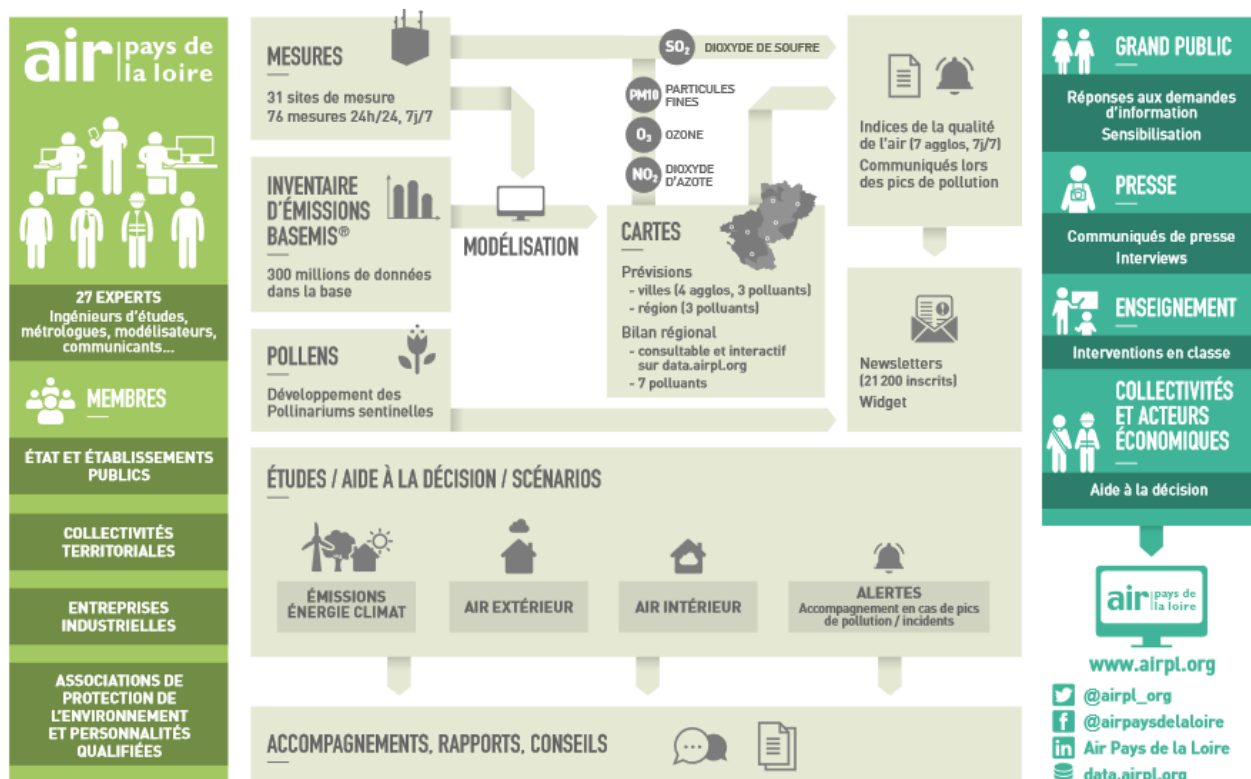
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- 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 2 : 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

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 PM10 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 3 : 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 4 : 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 cancérigène de catégorie 1 (cancérigène 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 5 : seuils de qualité de l'air 2021

SEUILS DE DÉCLENCHÉMENT 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	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	25	5	-	20 ⁽¹⁾	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽²⁾	-	-	-	125 ⁽³⁾	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽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 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.



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