



# Évaluation de la qualité de l'air autour de la chaufferie biomasse de Donges

Hiver 2022 / 2023



# Sommaire

<b>Synthèse</b> .....	<b>4</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>5</b>
<b>Modélisation des zones de retombées maximales</b> .....	<b>6</b>
Le modèle ADMS Urban .....	6
Données d'entrée.....	6
Résultats.....	7
<b>Dispositif de mesure</b> .....	<b>8</b>
Taux de disponibilité des mesures .....	9
Conditions météorologiques .....	9
<b>Situation vis-à-vis de la réglementation</b> .....	<b>10</b>
Résultats pour les particules PM10 .....	10
Résultats pour les particules PM2.5 .....	12
<b>Évaluation de l'influence de la chaufferie</b> .....	<b>14</b>
Fonctionnement de la chaufferie .....	14
Influence sur les particules fines.....	14
Part estimée de combustion biomasse.....	16
<b>Conclusions</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>19</b>

## Contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Kristan Cuny-Guirriec,  
Mise en page : Bérangère Poussin,  
Exploitation du matériel de mesure : Sonia Cécile  
Validation : François Ducroz, Céline Puente Lelièvre, David Bréhon.

## Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://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 Donges pour avoir mis à disposition le stade de Donges afin d'y effectuer nos mesures. Nous remercions également ENGIE, l'exploitant de la chaufferie, pour ses informations sur le fonctionnement de la chaufferie de Donges.

# Synthèse

## Contexte

Dans le cadre de son Plan Climat Air Energie et Territoire (PCAET), la CARENE a pour objectif de réduire ses émissions de gaz à effets de serre en atteignant 25 % de production d'énergie renouvelable d'ici 2030. Pour cela, une chaufferie mixte bois et gaz a été implantée rue du Stade à Donges. Cette chaufferie permet d'alimenter certains bâtiments publics de la ville de Donges en chauffage collectif, notamment des établissements scolaires, des résidences et des espaces sportifs. La chaufferie devrait contribuer à hauteur de 3 % de son objectif de la filière énergie renouvelable thermique.

Ces activités peuvent être émettrices de particules fines, notamment lors de la combustion du bois. Dans un cadre de vérification et limitation des nuisances sanitaires de la chaufferie, la CARENE a sollicité Air Pays de la Loire afin d'évaluer l'impact de ses émissions sur la qualité de l'air, notamment sur les concentrations en particules PM10 et PM2.5. L'objectif est double :

- Évaluer les zones de retombées maximales des émissions de la chaufferie ;
- Évaluer l'impact de la chaufferie sur la qualité de l'air, notamment vis-à-vis de la réglementation sur la qualité de l'air en France.

## Moyens

Les zones de retombées maximales des émissions de la chaufferie ont été identifiées par modélisation.

Conjointement, des mesures automatiques ont été installées au stade de Donges, établissement recevant du public à proximité de la chaufferie, afin de mesurer les PM10 et PM2.5 au cours de la période de chauffe entre le 16 décembre 2022 et le 16 février 2023. Également, la part issue de combustion biomasse de ces particules a été estimée.

## Résultats

La modélisation montre que :

- Des retombées en PM10 et PM2.5 localisées dans les 100 premiers mètres de la chaufferie ;
- Une surconcentration maximale en PM10 et en PM2.5 estimée à +4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et +3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, respectivement, et localisée à proximité immédiate de la chaufferie ;
- La surconcentration en particules sur les habitations les plus proches de la chaufferie est estimée à moins de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

Les mesures automatiques de PM10 et PM2.5 ont mis en évidence que :

- L'influence de la chaufferie n'est pas démontrée sur les teneurs en PM10 et PM2.5, ni sur la part estimée de carbone suie d'origine biomasse ;
- Les niveaux enregistrés sont représentatifs d'un milieu périurbain, avec influence du chauffage individuel au bois ;
- Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Valeur réglementaire	PM10	PM2.5
Objectif de qualité (an)	☺	☺
Valeur limite (an)	☺	☺
Seuil d'information (jour)	☺	-
Valeur guide OMS (an)	☺	☺
Valeur guide OMS (jour)	☹ (1 journée*)	☹ (19 jours*)

☺ : respect de la valeur réglementaire ; ☹ probabilité de dépassement de la valeur réglementaire ; ☹ dépassement constaté de la valeur réglementaire

\* les journées de dépassement de la valeur guide OMS correspondent à des épisodes d'élévation des concentrations en particules PM10 et PM2.5, associées à des périodes fraîches où le recours au chauffage individuel est accru entre le 19 et le 26 janvier puis entre le 8 et le 15 février. Ces dépassements sont constatés sur l'ensemble des stations permanentes.

# Introduction

Dans le cadre de son plan climat air énergie, la CARENE s'est donné pour objectif d'atteindre 25 % d'énergie renouvelable d'ici 2030. Pour cela, elle a lancé un projet de chaufferie mixte bois et gaz qui s'est implantée rue du Stade à Donges. Cette chaufferie biomasse, exploitée par ENGIE, permet d'alimenter un réseau de chaleur renouvelable incluant plusieurs bâtiments publics, notamment des établissements scolaires, des résidences et des espaces sportifs. Ce projet couvre 80 % des besoins en chaleur de ces établissements, et devrait contribuer à hauteur de 3 % de son objectif de la filière énergie renouvelable thermique.

Dans ce contexte, la CARENE a sollicité Air Pays de la Loire afin de déterminer l'impact de cette nouvelle installation sur la qualité de l'air. Ce travail repose sur deux objectifs :

- **Identifier les zones de retombées maximales** des émissions de la chaufferie : pour cela, une modélisation des retombées atmosphériques a été réalisée à partir des caractéristiques techniques de la chaufferie communiquées par ENGIE ;
- **Évaluer l'impact des émissions de la chaufferie sur la qualité de l'air** de la ville de Donges. Pour cela, une campagne de mesure a été déployée au cours de la période de chauffe, du 16 décembre 2022 au 16 février 2023. Les mesures de concentrations de particules PM10 et PM2.5 ont permis de comparer les niveaux relevés à la réglementation en vigueur. En outre, les mesures de carbone suie issue de combustion biomasse ont permis d'évaluer l'influence spécifique de la chaufferie sur cette exposition aux particules.

Les mesures se sont effectuées au stade de Donges. En plus d'être un établissement recevant du public, ce site a été sélectionné pour sa proximité avec la chaufferie (moins de 200 mètres) et son exposition aux vents dominants de la région.

# Modélisation des zones de retombées maximales

Afin d'évaluer l'impact de l'installation de la nouvelle chaufferie à Donges, une étude de modélisation a été entreprise. L'objectif est d'identifier les zones d'impact maximal des rejets de la chaufferie en particules PM10 et PM2.5. Ainsi, seuls les rejets issus de l'installation de la chaufferie sont modélisés, les autres sources ne sont pas incluses.

## Le modèle ADMS Urban

Les concentrations de particules ont été modélisées par le système ADMS (Atmospheric Dispersion Modeling System) développé en Grande-Bretagne par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants Ltd) et largement utilisé par les AASQA et les bureaux d'études afin d'identifier les zones les plus impactées.

Il s'agit d'un modèle gaussien qui utilise une description continue de la couche limite plutôt que les classes de stabilité de Pasquill. La surélévation du panache est calculée à partir d'une modélisation de trajectoire 3D.

De nombreux paramètres influencent la dispersion des polluants depuis une cheminée. Afin de construire un modèle correspondant le plus possible à l'activité réelle du site, plusieurs caractéristiques de l'installation sont utilisées pour la réalisation de la modélisation :

- **Géométrie des sources** : hauteur des rejets par rapport au sol (m), diamètre interne des cheminées (m), coordonnées géographiques X et Y des sources (système métrique) ;
- **Paramètres thermodynamiques** : température du rejet (°C), vitesse d'éjection (m/s) ou débit des fluides (Nm<sup>3</sup>/h) ;
- **Caractéristiques physico-chimiques** : concentration des polluants à l'émission (mg/m<sup>3</sup>) et leur variation (régime de marche de l'installation), granulométrie des particules ;
- **Description simple du bâti à proximité immédiate des sources sous forme de bâtiments rectangulaires** : coordonnées géographiques du centre des bâtiments et orientation, longueur, largeur et hauteur des bâtiments (m) ;
- **Paramètres météorologiques** : vitesse du vent, en m/s, direction du vent, en °, température, en °C, humidité relative, en %, couverture nuageuse, en octa, précipitations, en mm.

## Données d'entrée

### Paramètres des sources

Les paramètres géométriques et thermodynamiques des sources ont été fournis par ENGIE, exploitant de la chaufferie de Donges, et sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les 2 cheminées de la chaudière bois et de la chaudière gaz ont été prises en compte pour cette modélisation.

	Chaudière bois	Chaudière gaz
Coordonnées X (m) EPSG : 2154	434254	434253
Coordonnées Y (m) EPSG : 2154	6716320	6716319
Hauteur (m)	4,7	6,4
Diamètre de rejet (m)	0,16	0,08
Vitesse d'éjection (m/s)	2,6	3,0
Puissance (kW)	490	381,3
Débit massique (g/s)	388,2	143,7
Débit (m <sup>3</sup> /h)	1086	402
Température de rejet (°C)	161	73
Emissions de PM10 (g/s)	5,00 x 10 <sup>-3</sup>	1,85 x 10 <sup>-3</sup>
Emissions de PM2.5 (g/s)	3,01 x 10 <sup>-3</sup>	1,11 x 10 <sup>-3</sup>

## Paramètres du bâti

Le modèle ADMS Urban permet la prise en compte des bâtiments des sources d'émissions. Ceux-ci peuvent en effet influencer la dispersion des polluants en faisant office d'écrans bloquants ou au contraire en provoquant une concentration des polluants au sol. Les 2 bâtiments relatifs à la chaufferie ainsi que la hauteur et le diamètre des cheminées ont bien été pris en compte. Leurs caractéristiques géométriques (dimension, hauteur, diamètre des cheminées etc.) ont été fournies par ENGIE, l'exploitant de la chaufferie.

La localisation des maisons individuelles autour de la chaufferie a également été prise en compte.

## Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées pour cette étude sont extraites des données météo horaires de 2021 sur la station Météo-France de GRON, située à Montoir-de-Bretagne.

# Résultats

Les résultats de la modélisation sont traités sous système d'information géographique et intégrés sous forme de cartes de pollution montrant l'évolution spatiale des concentrations issues des seules émissions de la chaufferie biomasse de Donges.

La pollution par les poussières PM10 modélisées dans l'environnement de la chaufferie montrent des apports localisés aux abords de l'établissement, avec une influence qui reste inférieure à 100 mètres de la source (figure 1). La surconcentration maximale est de  $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, localisée à 10 mètres à l'est immédiat des cheminées, en zone inhabitée.

Les premières habitations situées au nord et à l'est de la chaufferie sont concernées par un faible apport annuel moyen en PM10, inférieur à  $+1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les établissements recevant du public à proximité de la chaufferie (EHPAD *Les Clos Fleuri*, stade municipal de Donges) ne semblent pas être influencés par les émissions de la chaufferie. Il n'y a aucune habitation au sud et à l'ouest de la chaufferie.



Figure 1 : concentrations moyennes en PM10 (à gauche) et PM2.5 (à droite) modélisées sur une année

Les modélisations de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 montrent des résultats similaires à ceux enregistrés pour les PM10, avec une influence localisée aux abords immédiats de la chaufferie. L'influence reste cantonnée aux 100 premiers mètres de la source, avec des surconcentrations inférieures à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les surconcentrations moyennes annuelles dépassent le microgramme à partir de 35 mètres sur un axe sud-ouest / nord-est (correspondant aux vents dominants). La surconcentration maximale est de  $+2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , localisée à 10 mètres à l'est immédiat des cheminées, en zone inhabitée. Les premières habitations au nord et à l'est peuvent être concernées par un apport en PM2.5 de  $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

# Dispositif de mesure

Afin de répondre aux objectifs de la surveillance, un laboratoire mobile a été installé au stade de Donges, à proximité d'un quartier résidentiel situé à l'est, et d'un établissement recevant du public (l'EHPAD Le Clos Fleuri) situé au nord.

Ce site est situé à 190 mètres de la chaufferie, et est sous son influence par vents d'ouest (compris entre 260°N et 280°N), vents dominants dans la région.

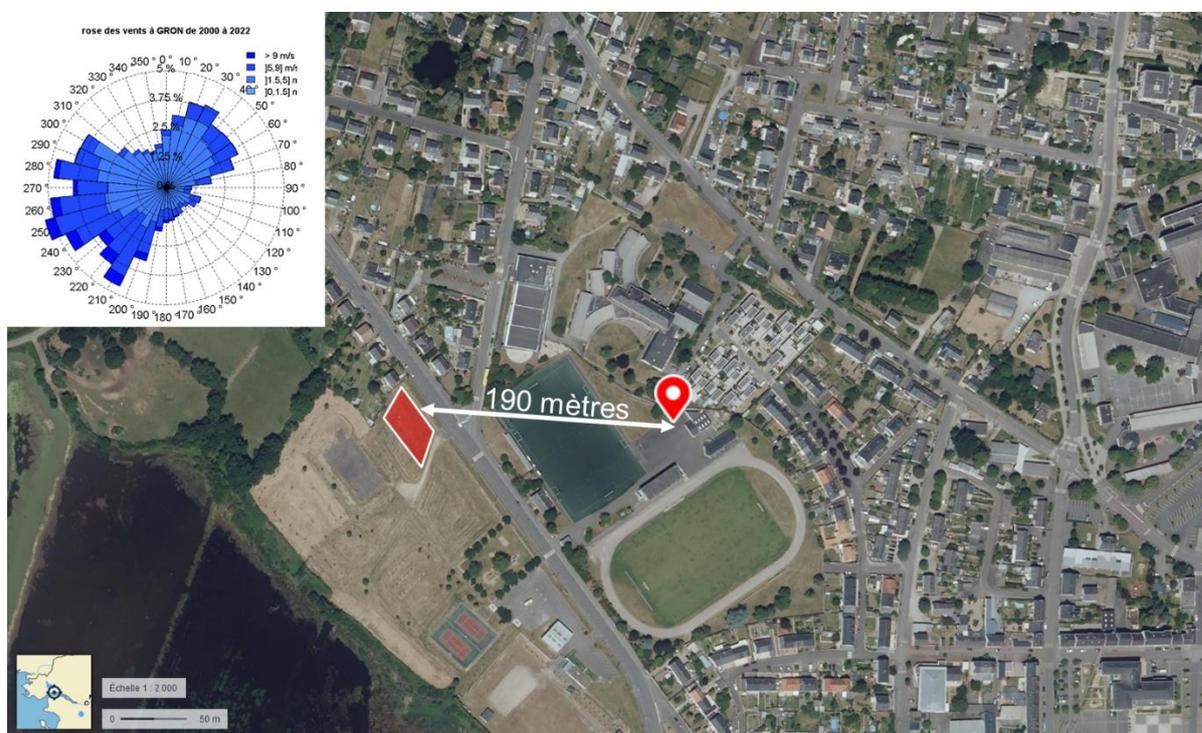


Figure 2 : emplacement du laboratoire mobile de mesure (balise rouge) et sa situation vis-à-vis de la chaufferie biomasse de Donges (polygone rouge). La rose des vents moyens à GRON (2000 à 2022) est également représentée (source : Météo-France)

Le laboratoire mobile est équipé d'analyseurs automatiques permettant la mesure en continu des particules PM10 et PM2.5, au pas de temps horaire, par granulomètre optique FIDAS. Le granulomètre optique FIDAS est basé sur la détection de la lumière diffusée par les aérosols pour déterminer leur taille et leur nombre par classe de taille, suivie d'une conversion en masse selon un algorithme spécifique.

En complément, l'estimation de la part issue de combustion biomasse des particules a été mesurée par un aéthalomètre AE-33. Ce type de mesure permet d'estimer la part émise par la combustion de biomasse et de la distinguer de la part émise par combustion fossile. La part de combustion biomasse peut être conjointement issue de la chaufferie et du chauffage individuel, sans possibilité de discriminer l'une ou l'autre des sources.

Les mesures ont été effectuées du 16 décembre 2022 au 16 février 2023, pendant la saison de chauffe. Au cours de cette période, la chaudière bois a été arrêtée entre le 20 janvier et 24 janvier, puis entre le 30 janvier et le 3 février. Durant ces arrêts, la chaudière gaz continuait à fonctionner en relai.

À des fins de comparaison, les mesures effectuées au stade de Donges sont comparées aux mesures permanentes effectuées sur le réseau de stations de mesure d'Air Pays de la Loire.

Polluant	Station industrielle	Fond péri-urbain <sup>1</sup>	Contexte de chaufferie
PM10	Plessis (Donges)	Saint-Etienne-de-Montluc	Chabossière (Rezé)
PM2.5	Plessis (Donges)	Bouteillerie (Nantes)	Chabossière (Rezé)
AE33		Bouteillerie (Nantes) <sup>2</sup>	

<sup>1</sup>la station Léon Blum, à Saint-Nazaire, a eu des dysfonctionnements au cours de la campagne, et ne peut donc être utilisée comme station de référence pour les PM10 et les PM2.5.

<sup>2</sup>les données d'AE33 à la Bouteillerie ont connu un incident technique à partir du 6 janvier 2023. La comparaison avec les données de Donges ne peut se faire que du 16 décembre 2022 au 6 janvier 2023.

# Taux de disponibilité des mesures

	PM10	PM2.5	AE33 (part biomasse)
Taux de validité des mesures sur 2 mois de campagne	96 %	95 %	88 %

## Conditions météorologiques

La figure ci-dessous représente la rose des vents mesurés à la station Météo-France de Montoir-de-Bretagne au cours de la campagne de mesure, du 16 décembre 2022 au 16 février 2023.

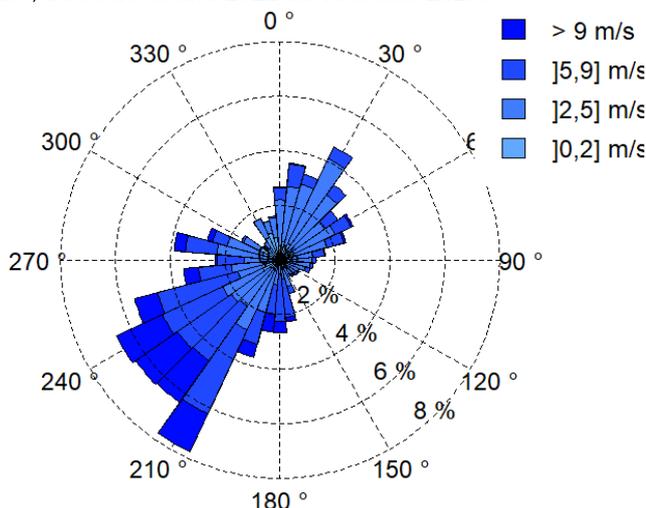


Figure 3 : rose des vents à Montoir-de-Bretagne du 16/12/2022 au 16/02/2023

Les vents ont deux composantes principales au cours de la campagne :

- une composante sud-ouest (entre 210°N et 250°N) dont les vents sont bien établis, voire forts, et associés à un flux océanique perturbé, qui sont les plus favorables à une dispersion des polluants,
- une composante nord-est (entre 0°N et 70°N) dont les vents sont peu établis, associés à des situations anticycloniques qui sont les plus favorables à une accumulation des polluants émis localement.

Les vents d'ouest (compris entre 260°N et 290°N) sont sous-représentés au cours de la campagne par rapport à la moyenne des vents sur 20 ans.

Le site de mesure était sous l'influence de la chaufferie pour des vents compris entre 260°N et 280°N. Ces vents ont représenté 9 % du temps de la campagne.

La température joue également un rôle dans la dispersion ou l'accumulation des polluants. Sur la figure ci-dessous est présentée l'évolution horaire des températures à Montoir-de-Bretagne, sur la même période.

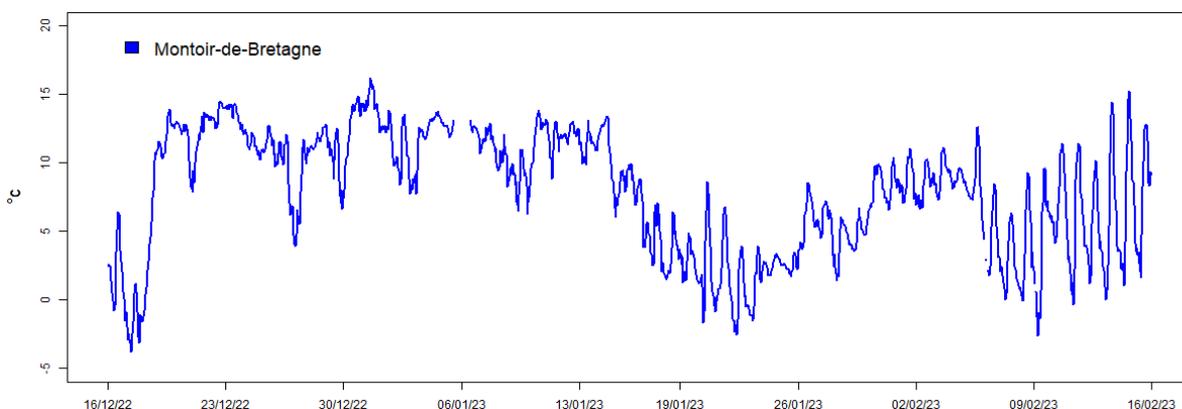


Figure 4 : évolution de la température en moyenne horaire à Montoir-de-Bretagne, du 16/12/2022 au 16/02/2023

Du 16 décembre 2022 au 15 janvier 2023, la période est marquée par de faibles amplitudes thermiques et des températures douces, associées à des conditions atmosphériques perturbées favorables à la dispersion des polluants.

Du 15 au 26 janvier, puis sur la première quinzaine de février, l'amplitude thermique journalière augmente avec des températures régulièrement négatives en matinée. Ces conditions atmosphériques sont favorables à des couches d'inversion thermique en matinée, qui ont pour effet de bloquer les polluants à la surface et de les accumuler localement.

En moyenne sur la campagne, la température a été de 7,9°C. La température minimale a été de -4°C et la température maximale a atteint 16,3°C.

# Situation vis-à-vis de la réglementation

## Résultats pour les particules PM10



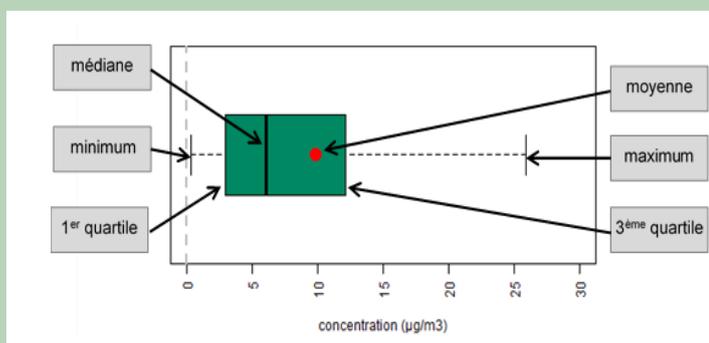
Les concentrations en particules PM10 sont réglementées en France à quatre niveaux :

- Un **seuil d'information** et de recommandation fixé à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière et d'un **seuil d'alerte** fixé à 80 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière ;
- Cette valeur journalière de 50 µg/m<sup>3</sup> ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an (valeur limite en moyenne journalière) ;
- La moyenne annuelle de la concentration est elle aussi l'objet d'une **valeur limite**, fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>,
- Un **objectif de qualité** fixé à 30 µg/m<sup>3</sup> ;
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de 45 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière, et 15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous représente sous forme de bloxplot (cf. encadré Méthodologie) la distribution statistique des concentrations horaires relevées tout au long de la campagne de mesure.

### Méthodologie

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



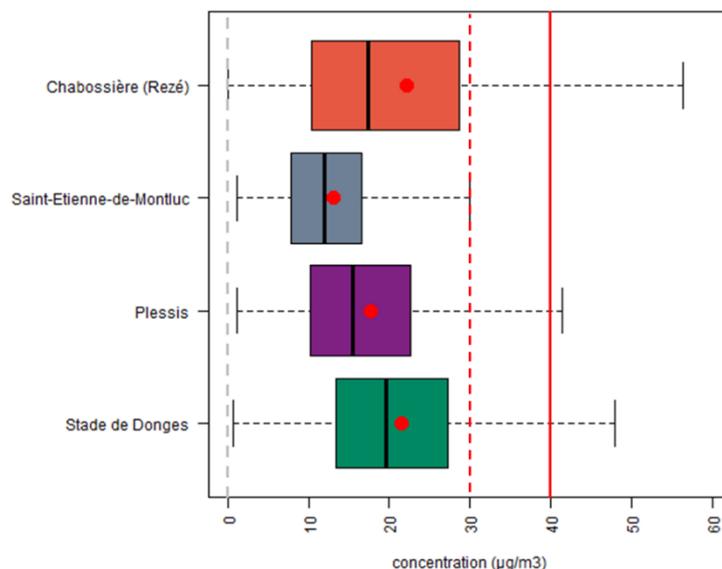


Figure 5 : boxplot des concentrations horaires en PM10 du 16/12/2022 au 16/02/2023. La valeur limite annuelle est matérialisée par la ligne rouge (trait plein) et l'objectif de qualité par la ligne tireté

Ces résultats montrent que :

- La concentration moyenne en PM10 au stade de Donges, de  $21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , est proche de celle relevée à la station permanente de Chabossière à Rezé ( $22,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), et plus élevée que celles relevées à Saint-Etienne-de-Montluc ( $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et Plessis ( $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- L'objectif de qualité, fixé à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et a fortiori la valeur limite fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ont une forte probabilité de ne pas être dépassé en moyenne annuelle par comparaison aux mesures permanentes qui n'ont pas dépassée ces valeurs en 2022 ;
- La valeur guide de l'OMS fixée à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle a toutefois un risque d'être dépassé, cette valeur ayant été dépassée en 2022 sur les stations de mesures permanentes.

La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations journalières en PM10 sur les 2 mois de mesure.

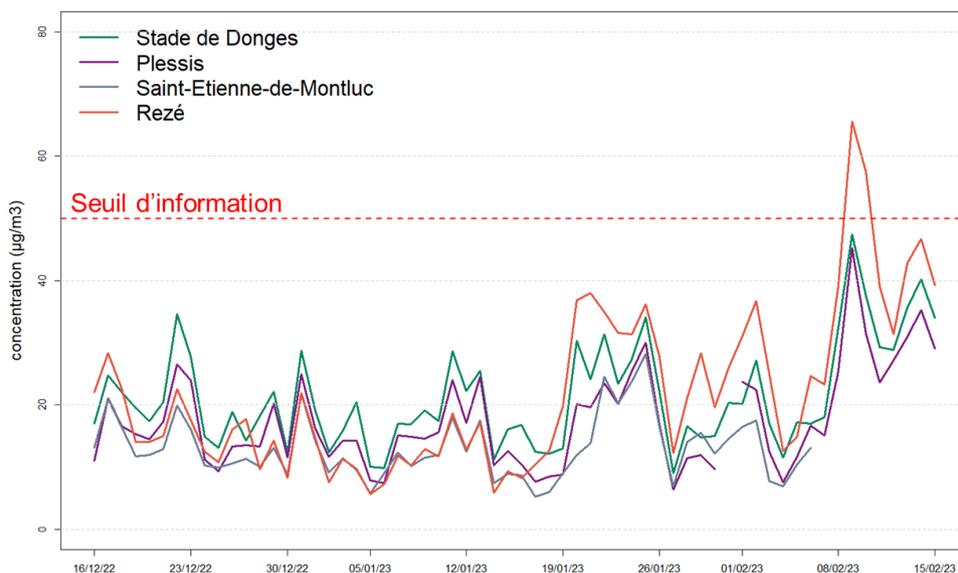


Figure 6 : évolution des concentrations moyennes journalières en PM10 au cours de la campagne

Ces résultats montrent que :

- L'évolution des concentrations journalières en PM10 est synchrone entre les sites de mesure, traduisant une influence régionale sur ce polluant ;
- Les concentrations sont toutefois systématiquement supérieures au stade de Donges qu'à Plessis, suggérant une influence locale plus marquée sur ce site ;
- Le seuil d'information et de recommandation est dépassé 2 journées sur le site de la Chabossière (Rezé), les 9 et 10 février. Ces jours-là, un épisode de pollution aux particules fines était en cours sur une large partie de la France. Les concentrations relevées au site du stade de Donges atteignent  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sans dépasser le seuil d'information. La valeur guide journalière de l'OMS ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y est toutefois dépassée.

# Résultats pour les particules PM2.5

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

- Une valeur limite annuelle fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- Un objectif de qualité de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- À titre d'information, l'OMS indique une valeur guide de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière, et  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

La figure ci-dessous, sous la forme d'un boxplot, permet de représenter la distribution statistique des concentrations en PM2.5 relevées sur les 2 mois de mesure.

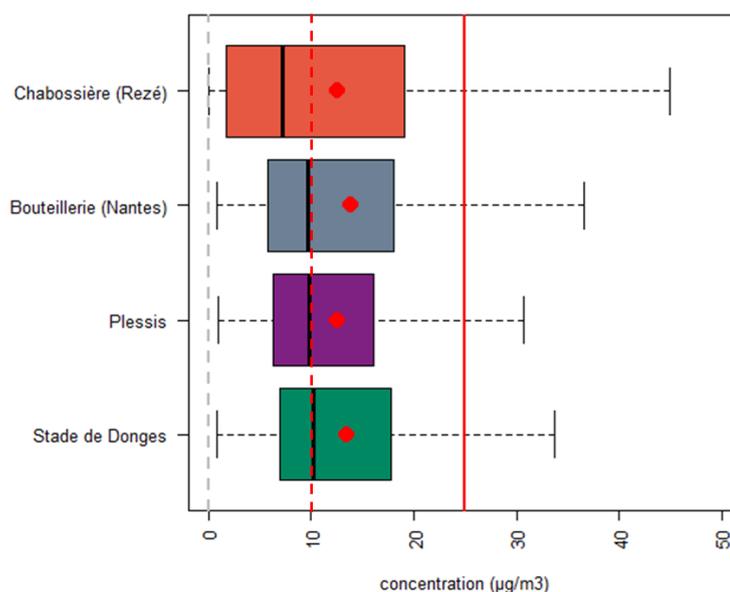


Figure 7 : boxplot des concentrations horaires en PM2.5 du 16/12/2022 au 16/02/2023. La valeur limite annuelle est matérialisée par la ligne rouge (trait plein), et l'objectif de qualité par la ligne tiretée.

Ces résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes en PM2.5 au stade de Donges, de  $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont proches de celles relevées sur les stations permanentes du département, comprises entre  $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Plessis et Chabossière) et  $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Bouteillerie) ;
- La valeur limite, fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, a de forte probabilité d'être respectée sur le site du stade sachant que cette valeur n'a pas été dépassée en 2022 sur les stations permanentes ;
- Bien que la valeur de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soit dépassée au stade sur les 2 mois de mesure hivernale, l'objectif de qualité est respecté en moyenne annuelle sur les stations permanentes. Les mesures étant proches entre le site du stade et les stations permanentes, il est possible que l'objectif de qualité soit également respecté au niveau du stade de Donges en moyenne annuelle ;
- Il est fort probable que la valeur guide de l'OMS fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle soit dépassée au stade sachant que cette valeur est dépassée sur l'ensemble des stations permanentes sur l'année 2022.

La figure ci-dessous montre l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières au cours de la campagne de mesure :

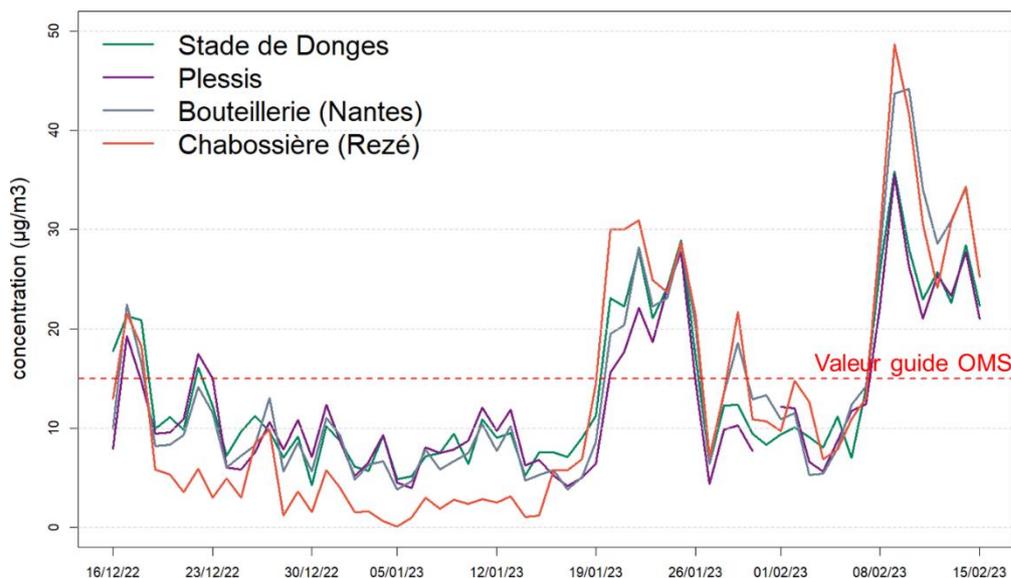


Figure 8 : évolution des concentrations moyennes journalières en PM2.5 au cours de la campagne. La valeur guide journalière de l'OMS est matérialisée par la ligne tiretée rouge.

Ces résultats montrent que :

- À l'image des PM10, l'évolution temporelle des concentrations en PM2.5 est synchrone entre les sites, traduisant une influence régionale sur ce polluant ;
- Les concentrations journalières au stade de Donges sont proches de celles relevées sur les autres sites de comparaison à Plessis et Bouteillerie (Nantes) ;
- La valeur guide journalière de l'OMS, fixée à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , est régulièrement dépassée sur l'ensemble des sites. Au stade de Donges, cette valeur est dépassée à 19 reprises au total pendant la campagne ;
- Deux périodes de hausse des PM2.5 se distinguent du 19 au 26 janvier, puis du 8 au 15 février. Ces périodes sont corrélées à des baisses de températures nocturnes favorisant une utilisation plus soutenue du chauffage individuel, et à de fortes amplitudes thermiques journalières favorisant les inversions thermiques en matinée, engendrant une stagnation des polluants émis localement.

# Évaluation de l'influence de la chaufferie

## Fonctionnement de la chaufferie

La chaufferie biomasse rue du Stade est une chaufferie mixte, combinant une part de combustion bois et une part de combustion gaz. La mixité a été en moyenne, lors de la campagne, de 69 % issue de l'énergie bois et de 31 % issue de l'énergie gaz.

Lors de la campagne, la chaufferie bois a connu deux périodes d'arrêt :

- Du 20 au 24 janvier 2023
- Du 30 janvier au 3 février 2023

## Influence sur les particules fines

L'analyse de l'influence des émissions de la chaufferie sur les niveaux en particules fines dans son environnement se base sur l'étude détaillée des concentrations horaires relevées au stade de Donges et comparées aux autres stations de référence non-influencées, croisée avec la direction des vents et les périodes de fonctionnement de la chaufferie. Le site du stade de Donges est influencé par les émissions de la chaufferie pour des vents compris entre 260°N et 280°N.

Le tableau ci-dessous recense les concentrations moyennes horaires en PM10 et PM2.5 relevées au stade de Donges et à Plessis lorsque :

- Le site de du stade de Donges est sous tous vents confondus ;
- Le site du stade de Donges est uniquement sous les vents de la chaufferie en fonctionnement ;
  - Cette situation a représenté 98 heures (soit 7 % du temps de la campagne) ;
- Le site du stade de Donges est sous les vents de la chaufferie alors que la chaufferie bois est à l'arrêt ;
  - Cette situation a représenté 23 heures (soit 2 % du temps de la campagne).

Direction de vent (°N)		Stade Donges ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PLESSIS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Différence ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Rezé ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Fond urbain* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Tous vents confondus	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21,5	17,7	+3,8	22,1	13,1
	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,5	12,5	+1,0	12,5	13,8
[260 ; 280], chaufferie en fonctionnement	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19,8	16,1	+3,7	15,2	12,2
	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11,0	9,4	+1,6	5,8	8,9
[260 ; 280], chaufferie bois à l'arrêt**	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24,0	20,5	+3,5	31,2	16,0
	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11,8	13,2	-1,4	13,3	13,0

\* la station de fond urbain utilisé pour comparaison est la station Saint-Etienne-de-Montluc pour les PM10, et la station Bouteillerie pour les PM2.5

\*\* cette situation spécifique, par sa faible représentativité temporelle, est à considérer de manière indicative du fait de l'absence de statistiques robustes.

Ces résultats indiquent que :

- Les concentrations en particules fines PM10 et PM2.5 sont systématiquement supérieures sur le site du stade de Donges que sur le site de Plessis, indépendamment de l'influence de la chaufferie ;
- Pour une direction de vent en provenance de la chaufferie, la surconcentration en PM10 observée au stade de Donges par rapport à Plessis est identique que la chaufferie bois soit en fonctionnement ou non (+3,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et +3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivement) ;
- La surconcentration en PM2,5 est plus importante au stade de Donges qu'à Plessis lorsque la chaufferie est en fonctionnement (+1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) que lorsqu'elle est à l'arrêt (-2,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Cela traduit une possible influence des émissions de la chaufferie sur l'exposition aux PM2.5 au stade de Donges ;
- Toutefois, les concentrations en particules ne sont pas les plus élevées lorsque le stade de Donges est sous l'influence de la chaufferie. D'autres émetteurs locaux influencent l'exposition en PM10 et PM2.5 sur ce site.

Les roses de concentrations permettent d'identifier les autres sources ayant le plus d'influence sur l'exposition du stade de Donges aux particules. La figure ci-dessous présente les roses de concentrations en PM10 et en PM2.5 sur ce site, en la comparant aux roses de concentrations enregistrées sur les autres sites de comparaison.

## Méthodologie

La localisation des zones d'émission se base sur l'étude des roses de concentration (roses de pollution) enregistrées sur le site du stade de Donges.

Ce type de graphique indique les niveaux de polluant en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo-France à Gron (Montoir-de-Bretagne). Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vent les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émissions prépondérantes.

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

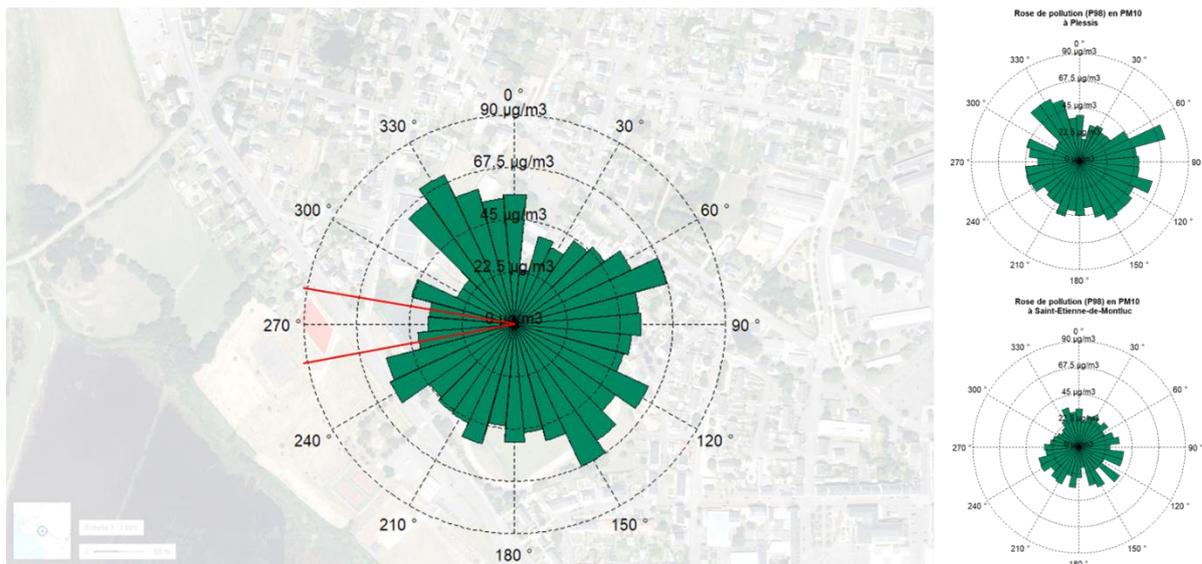


Figure 9 : rose des concentrations de pointe (percentile-98) en PM10 au stade de Donges, comparée à celles de Plessis (en haut à droite) et de Saint-Etienne-de-Montluc (en bas à droite)

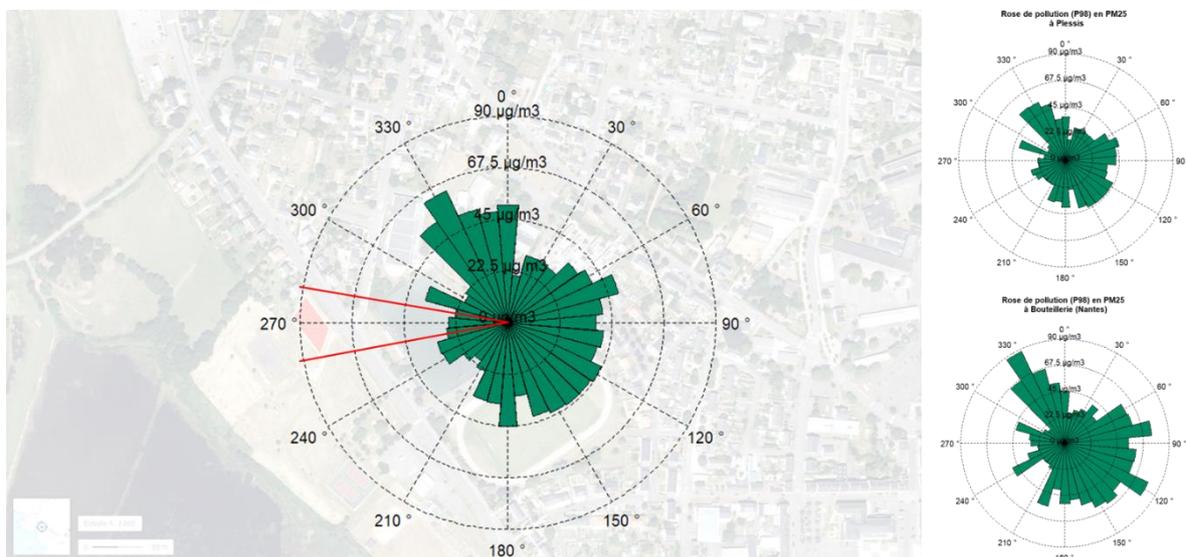


Figure 10 : rose des concentrations de pointe (percentile-98) en PM2.5 au stade de Donges, comparée à celle de Plessis (en haut à droite) et de Bouteillerie (en bas à droite)

Ces résultats montrent :

- Une zone d'influence sur les PM10 et PM2.5 entre 320°N et 360°N. Cette zone est identifiée sur l'ensemble des sites de mesure permanent d'Air Pays de la Loire, soulignant une influence départementale plutôt que locale.
- L'absence d'influence locale sur les PM10 et PM2.5 lorsque le site du stade de Donges est exposé aux émissions de la chaufferie, entre 260°N et 280°N.

## Influence de la mixité sur l'apport en particules fines

La mixité entre l'utilisation du bois et l'utilisation du gaz peut influencer les émissions de particules à la source, et modifier ainsi l'exposition du stade de Donges. Afin de vérifier l'impact de cette mixité sur l'exposition aux particules PM10 et PM2.5, la figure suivante présente l'écart de concentrations mesurées en PM10 et en PM2.5 au stade de Donges par rapport aux mesures faites à la station Plessis, en fonction du pourcentage de mixité horaire.

Plus le pourcentage de mixité est important, plus l'utilisation de la combustion biomasse est forte (une mixité à 100 % signifie que, sur une heure, la chaufferie a fonctionné entièrement par combustion bois, sans utilisation du gaz).

Les données utilisées dans ce graphique sont uniquement les concentrations horaires de particules fines lorsque le site du stade de Donges est spécifiquement sous les vents de la chaufferie en fonctionnement (entre 260°N et 280°N). À noter que, dans ces directions de vent, le site de Plessis n'est pas influencé par les émissions de la raffinerie (cf. roses de concentrations en figure 9), justifiant l'utilisation de ce site comme élément de comparaison.

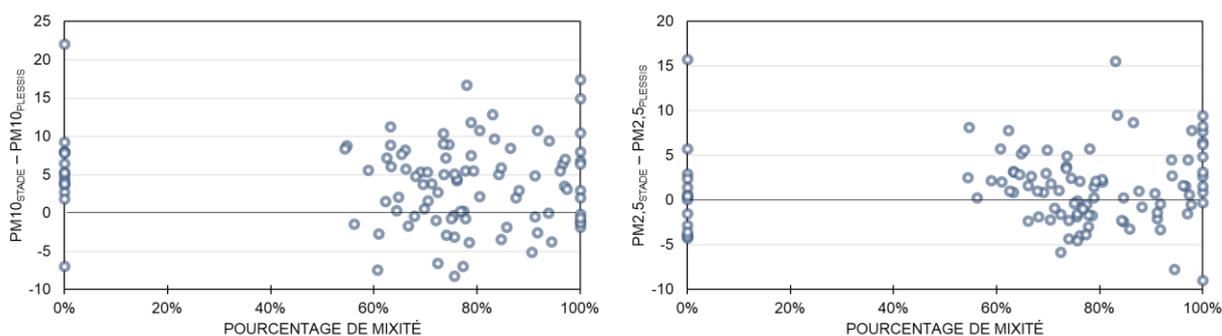


Figure 11 : écart des concentrations horaires en PM10 (à gauche) et en PM2.5 (à droite) entre la station du stade de Donges et celle de Plessis, en fonction du pourcentage de mixité de la chaufferie

L'écart des concentrations de PM10 (et de PM2.5) entre la station du stade de Donges, sous influence, et la station de Plessis utilisée comme référence, ne semble pas dépendre du pourcentage de mixité de la chaufferie. Ces résultats ne permettent pas de démontrer une influence de la mixité, et donc du pourcentage de combustion biomasse, sur l'apport en PM10 et en PM2.5 au niveau du stade de Donges.

## Part estimée de combustion biomasse

Au-delà des concentrations en PM10 et PM2.5 dans l'environnement de la chaufferie, la mesure du carbone suie permet d'estimer la part liée à la combustion biomasse, qui est émise à la fois par la chaufferie, et à la fois par le chauffage individuel au bois.

Ces mesures se font par aethalomètre AE33 qui permet, à partir du prélèvement des particules PM10, d'effectuer une analyse sur différentes longueurs d'onde et de distinguer la part de particules issue de combustion biomasse. Les mesures au stade de Donges sont comparées à celles de la Bouteillerie à Nantes, site non influencé. Toutefois, suite à des incidents techniques, l'instrument de mesure de la Bouteillerie n'a pu effectuer des mesures au-delà du 6 janvier 2023. La comparaison entre les 2 sites s'effectue donc uniquement sur cette période.

La part de particules attribuable au carbone suie issue de combustion biomasse est estimée à 38 % en moyenne au stade de Donges, une valeur égale à la moyenne relevée à la Bouteillerie à Nantes sur la période du 16 décembre 2022 au 6 janvier 2023.

Les roses de concentration permettent de distinguer l'éventuelle influence des émissions de la chaufferie sur la part de carbone suie, en indiquant les directions préférentielles de provenance des particules issues de combustion biomasse.

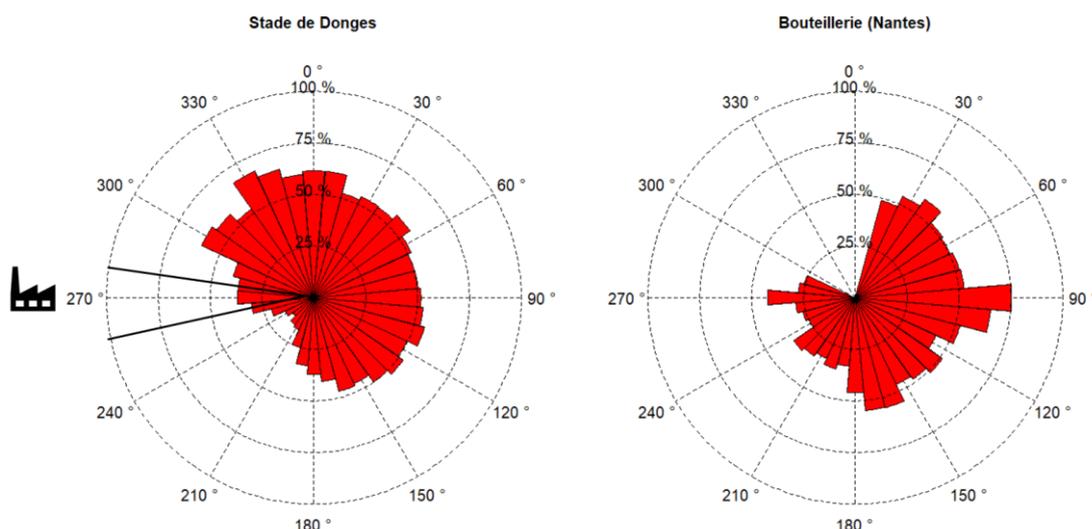
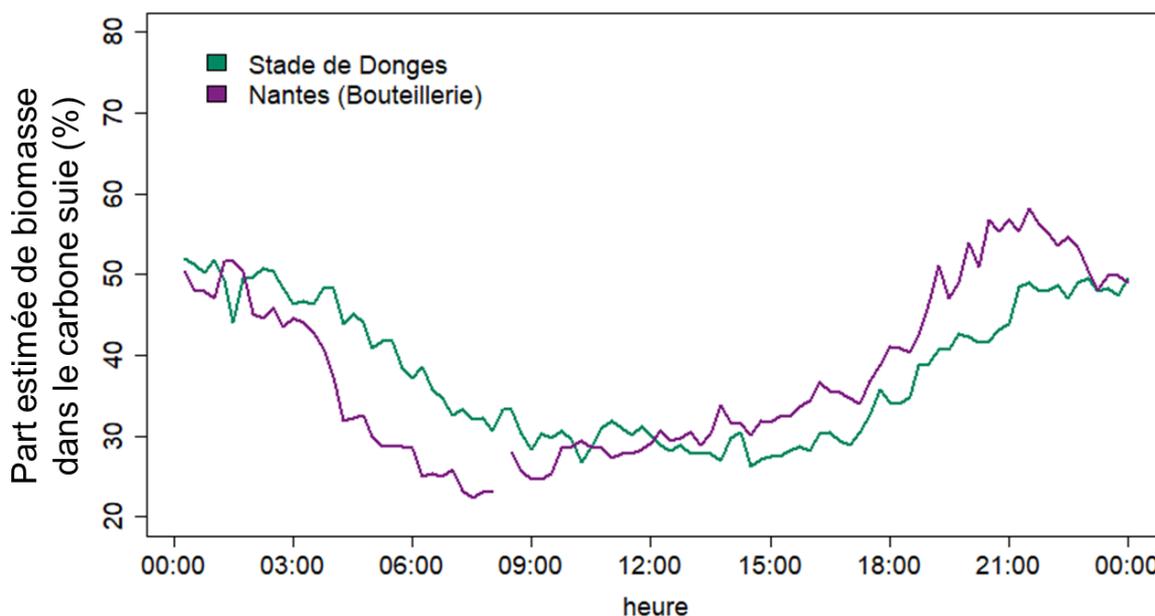


Figure 12 : roses de pourcentage de part estimée de biomasse contenue dans le carbone suie au stade de Donges et à la Bouteillerie. L'emplacement des directions d'influence de la chaufferie est matérialisé par le cône noir

Les roses de pourcentage diffèrent entre les 2 sites, traduisant des influences locales. Sur le site du stade de Donges, il n'y a pas de direction privilégiée en provenance de la chaufferie, montrant une absence d'influence de cette dernière et confirmant les résultats observés pour les PM10 et PM2.5. L'influence plus marquée des autres secteurs peut être liée au chauffage individuel au bois des quartiers résidentiels qui encadrent le stade au nord et à l'est.

Afin de distinguer cette part du chauffage individuel, le profil journalier d'évolution de la part estimée de biomasse dans le carbone suie est effectué.



Ces résultats montrent que :

- la part de biomasse dans le carbone suie suit une évolution horaire, avec un minimum en journée (autour de 20 à 30 %), une hausse à partir de 18 heures, un maximum à 23 heures qui atteint 50 % de part de biomasse, puis une baisse jusqu'à 9 heures,
- ce signal journalier est visible tant à Donges qu'à la Bouteillerie à Nantes, et traduit l'influence du chauffage individuel, lequel devient particulièrement actif en soirée à partir de 18 heures.

# Conclusions

Dans le cadre de son Plan Climat Air Energie et Territoire (PCAET), la CARENE a pour objectif de réduire ses émissions de gaz à effet de serre en atteignant 25 % de production d'énergie renouvelable d'ici 2030. Pour cela, une chaufferie mixte bois et gaz a été implantée rue du Stade à Donges. Cette chaufferie permet d'alimenter certains bâtiments publics de la ville de Donges en chauffage collectif, notamment des établissements scolaires, des résidences et des espaces sportifs. La chaufferie devrait contribuer à hauteur de 3 % de son objectif de la filière énergie renouvelable thermique.

Dans le cadre d'une vérification et limitation des nuisances de la chaufferie, la CARENE a sollicité Air Pays de la Loire afin d'évaluer l'impact des émissions de cette chaufferie sur la qualité de l'air, notamment sur les concentrations en particules PM10 et PM2.5, ces polluants étant émis par la combustion du bois.

**Afin d'évaluer les zones les plus impactées par les émissions de la chaufferie**, une modélisation a été effectuée. Les résultats montrent :

- Des retombées en PM10 et PM2.5 localisées dans les 100 premiers mètres de la chaufferie ;
- Une surconcentration maximale en PM10 et en PM2.5 estimée à +4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et +3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, respectivement, et localisée à proximité immédiate de la chaufferie ;
- La surconcentration en particules sur les habitations les plus proches de la chaufferie est estimée à moins de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

**Afin d'évaluer l'exposition de la population aux particules PM10 et PM2.5 pendant la saison de chauffe**, une campagne de mesure a été effectuée du 16 décembre 2022 au 16 février 2023. Des mesures de PM10, PM2.5 ainsi que la part estimée de combustion biomasse contenue dans les particules de carbone suie ont été conduites au stade de Donges, à 190 mètres de la chaufferie. Les résultats montrent que :

- L'influence de la chaufferie n'est pas démontrée sur les teneurs en PM10 et PM2.5, ni sur la part estimée de carbone suie d'origine biomasse ;
- Les niveaux enregistrés sont représentatifs d'un milieu périurbain, avec influence du chauffage individuel au bois ;
- Les niveaux enregistrés vis-à-vis de la réglementation en vigueur sont résumés dans le tableau ci-dessous :

<b>Valeur réglementaire</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>
Objectif de qualité (an)	☺	☺
Valeur limite (an)	☺	☺
Seuil d'information (jour)	☺	-
Valeur guide OMS (an)	☹	☹
Valeur guide OMS (jour)	☹ (1 journée)	☹ (19 jours)

☺ : respect de la valeur réglementaire ; ☹ probabilité de dépassement de la valeur réglementaire ; ☹ dépassement constaté de la valeur réglementaire

À noter que le dépassement constaté de la valeur guide OMS journalière, et le dépassement probable de la valeur guide OMS annuelle concerne le site de Donges mais également les sites permanents considérés dans cette étude (Plessis, Bouteillerie, Chabossière, Saint-Etienne-de-Montluc).

# 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 2023

# 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.

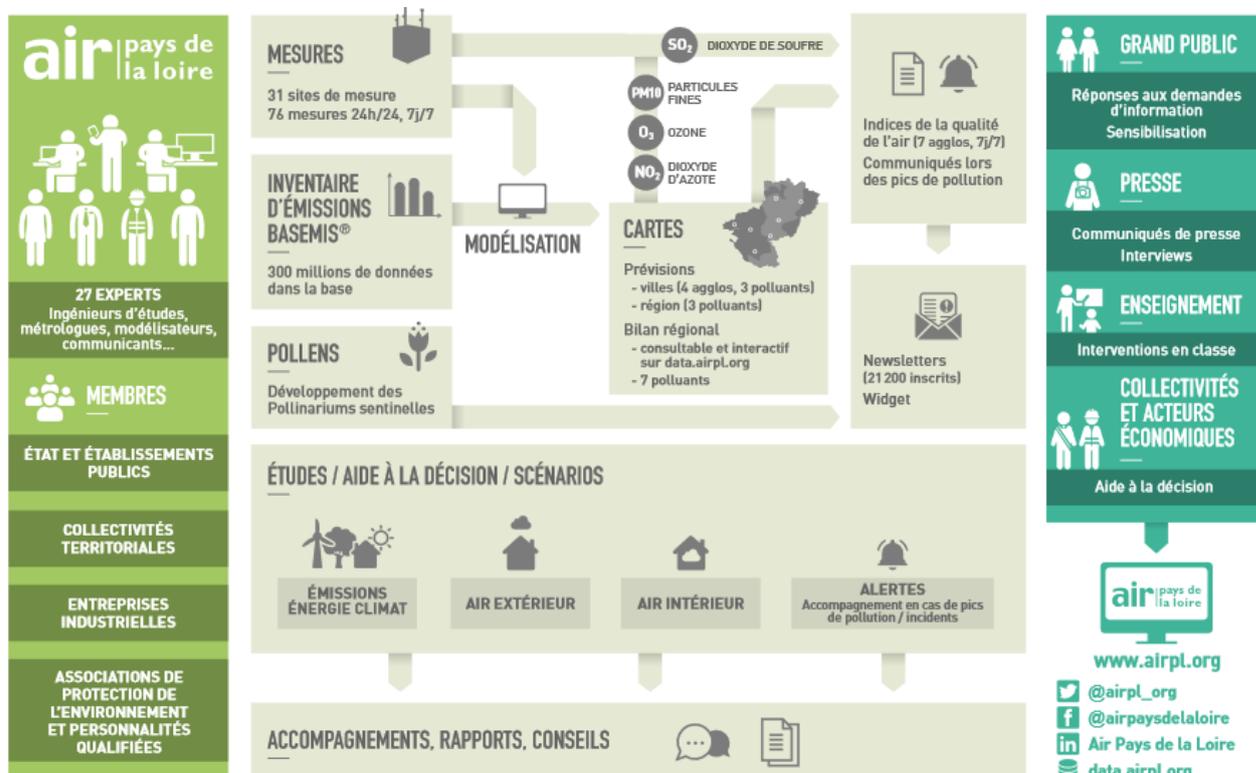
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur [www.airpl.org](http://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 particules PM10 et PM2.5

#### **méthode – normes**

Les mesures de poussières fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS, selon la norme **NF EN 16450**. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme **NF EN 12341**. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1<sup>er</sup> 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.

## 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

## Les particules

Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverse et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10  $\mu\text{m}$ , elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ ) 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...).

# Annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2023

## 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 <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 <sup>(1)</sup> 1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(2)</sup> 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 <sup>(3)</sup> 3 <sup>ème</sup> seuil : 360 ou à partir du 2 <sup>e</sup> jour de prévision de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance)	400 <sup>(2)</sup> 200 <sup>(3)</sup>	-	500 <sup>(2)</sup>
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou à partir du 2 <sup>e</sup> 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 <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	OXYDES D'AZOTE (NO <sub>x</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )	PLOMB	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 <sup>(1)</sup>	40	25	5	-	20 <sup>(1)</sup>	0,5	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(2)</sup>	-	-	-	125 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-	-	350 <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	2	-	50	0,25	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6 000 <sup>(7)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	AOT 40	18 000 <sup>(8)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001	
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(9)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

- (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 26h par an (percentile 99,73 annuel)  
 (6) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (7) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans  
 (8) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (9) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile.

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

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

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

## Seuils de référence de l'OMS sur la qualité de l'air recommandés en 2023

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

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)