



Agglomération  
d'Agen



# Analyse des données de qualité de l'air et de température

## Rapport annuel 2023



Rapport n°A128905 \_A1– mars 2024

Projet suivi par Pascale Corroyer

# Fiche signalétique

## Analyse des données de mesure Rapport

### CLIENT

Agglomération d'Agen

8 Rue André Chénier  
47000 Agen

Sonia Costes  
Chef d'unité Suivi et Evaluation de la Transition  
Environnementale  
06 65 23 04 61  
sonia.costes@agglo-agen.fr

### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet Pascale Corroyer

Rapport n° A128905 \_A1– mars 2024

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Lucie FOURDRINOY	Ingénieure d'étude	Mars 2024	
Relecture et Approbation	Christelle LE DEVEHAT	Cheffe de projet	Mars 2024	

# Sommaire

1. Introduction.....	6
2. Stations de mesures.....	7
2.1. Localisation et typologie.....	7
2.2. Appareillage et paramètres mesurés.....	12
2.2.1. Mesure de la qualité de l'air.....	12
2.2.2. Mesure de la température et de l'hygrométrie.....	13
2.2.3. Les polluants.....	13
2.2.4. Phénomène des îlots de chaleur.....	16
3. Analyse des données de mesures de la qualité de l'air.....	19
3.1. Valeurs limites.....	19
3.2. Validation du protocole de mesure et des données.....	21
3.2.1. Constats sur les données de mesure en particules fines.....	21
3.2.2. Constats sur les données de mesure du NO <sub>2</sub> .....	23
3.2.3. Prise en compte des anomalies de mesures et traitement des données.....	24
3.2.4. Validation des données 2023.....	26
3.3. Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ).....	28
3.3.1. Moyennes annuelles.....	28
3.3.2. Moyennes horaires.....	29
3.3.3. Conclusions.....	32
3.4. Particules fines.....	33
3.4.1. PM <sub>10</sub> .....	33
3.4.2. PM <sub>2,5</sub> .....	36
3.5. Monoxyde de Carbone (CO).....	37
3.6. Ozone (O <sub>3</sub> ).....	38
4. Analyse des données de température et d'hygrométrie.....	42
4.1. Données mesurées à Agen.....	42
4.2. Comparaison avec d'autres villes.....	50
5. Conclusions et recommandations.....	51
5.1. Conclusions.....	51
5.1.1. Qualité de l'air.....	51
5.1.2. Effet d'îlot de chaleur.....	52
5.2. Recommandations et remarques techniques.....	52
5.3. Préconisations et perspectives.....	53
6. Références.....	55

## Table des figures

Figure 1 Localisation des stations de mesures .....	7
Figure 2 Schématisation du phénomène d'îlot de chaleur (source : Cerema, année).....	16
Figure 3 Photographie thermique prise à Mérignac au sein de la métropole de Bordeaux.....	17
Figure 4 Photographie aérienne de la zone Mérignac Soleil.....	17
Figure 5 Données brutes PM <sub>10</sub> – station 01QA Préfecture (µg/m <sup>3</sup> ) .....	21
Figure 6 Données brutes PM <sub>10</sub> – station 02QA Wilson (µg/m <sup>3</sup> ) .....	21
Figure 7 Données brutes PM <sub>10</sub> – station 03QA Pin (µg/m <sup>3</sup> ).....	22
Figure 8 PM <sub>10</sub> - moyennes annuelles brutes (µg/m <sup>3</sup> ).....	22
Figure 9 Corrélation entre les épisodes de brouillard et les pics de concentrations en PM <sub>10</sub> .....	23
Figure 10 NO <sub>2</sub> - moyennes annuelles brutes entre avril 2021 et juillet 2022 (µg/m <sup>3</sup> ).....	23
Figure 11 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 02QA Wilson avril 2021 – juillet 2022 ..	24
Figure 12 Evolution des concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 02QA Wilson avril 2021 – juillet 2022.....	25
Figure 13 Evolution des concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 05QA Pompeyrie 2023..	26
Figure 14 Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) .....	28
Figure 15 Concentrations mensuelles en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) .....	29
Figure 16 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 01QA Préfecture.....	29
Figure 17 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 02QA Wilson.....	30
Figure 18 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 03QA Pin.....	30
Figure 19 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 04QA Jasmin .....	31
Figure 20 Concentrations horaires en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Station 05QA Pompeyrie.....	31
Figure 21 PM <sub>10</sub> - moyennes annuelles (µg/m <sup>3</sup> ) .....	33
Figure 22 Moyennes journalières PM <sub>10</sub> - station 01QA Préfecture (µg/m <sup>3</sup> ) .....	34
Figure 23 Moyennes journalières PM <sub>10</sub> - station 02QA Wilson (µg/m <sup>3</sup> ) .....	34
Figure 24 Moyennes journalières PM <sub>10</sub> - station 03QA Pin (µg/m <sup>3</sup> ) .....	34
Figure 25 Moyennes journalières PM <sub>10</sub> - station 04QA Jasmin (µg/m <sup>3</sup> ) .....	35
Figure 26 Moyennes journalières PM <sub>10</sub> - station 05QA Pompeyrie (µg/m <sup>3</sup> ).....	35
Figure 27 Moyennes annuelles en PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ).....	36
Figure 28 Maximum mensuel de la moyenne glissante sur 8h en CO (µg/m <sup>3</sup> ) .....	37
Figure 29 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 01QA Préfecture (µg/m <sup>3</sup> ) .....	38
Figure 30 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 02QA Wilson (µg/m <sup>3</sup> ) ...	38
Figure 31 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 03QA Pin (µg/m <sup>3</sup> ) .....	39
Figure 32 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 04QA Jasmin (µg/m <sup>3</sup> ) ...	39
Figure 33 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 05QA Pompeyrie (µg/m <sup>3</sup> ) .....	39
Figure 34 Différences de température la nuit avec la station de référence (°C) .....	49

## Table des tableaux

Tableau 1 Présentation des stations de qualité de l'air .....	8
Tableau 2 Présentation des stations de Température et Humidité Relative .....	9
Tableau 3 Typologie des stations de mesure .....	11
Tableau 4 Indicateur santé des capteurs le 31/12/2023 .....	12
Tableau 5 Gammes de mesure du AQT530.....	13
Tableau 6 Gammes de mesure des capteurs de T et HR.....	13
Tableau 7 Paramètres d'influence des îlots de chaleur .....	18
Tableau 8 Normes françaises de qualité de l'air ambiant.....	20
Tableau 9 Pourcentages de données invalides ou manquantes pour les particules .....	27
Tableau 10 Pourcentages de données invalides ou manquantes pour les gaz.....	27
Tableau 11 Nombre de dépassements de la valeur cible pour la protection de la santé humaine .....	40
Tableau 12 Nombre de dépassements des seuils sur la période de mesures .....	41
Tableau 13 Températures moyennes en période « jour » (°C).....	44
Tableau 14 Températures moyennes en période « nuit » (°C).....	45
Tableau 15 Différences de températures moyennes nuit entre les stations et la station de référence (station 08) (°C) .....	46
Tableau 16 Différences de températures moyennes entre les périodes jour et nuit (°C).....	47
Tableau 17 Résumé de la qualité de l'air en 2023 à Agen .....	52

## 1. Introduction

L'Agglomération d'Agen s'est rapprochée de la société Agralis pour la fourniture et l'installation de quinze stations de mesure de la qualité de l'air (QA) et des conditions de température et hygrométrie (T/HR). Onze de ces stations sont réparties dans la ville d'Agen depuis avril 2021 et quatre autres depuis octobre 2022. Antea Group a été sollicité afin d'analyser ces données et d'émettre des conclusions et des préconisations sur la base de cette analyse. Ce rapport présente l'analyse des concentrations en polluants (dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, monoxyde de carbone CO, ozone O<sub>3</sub>, particules fines PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et des données de température mesurées par les quinze stations de mesures installées à Agen.

La localisation et la typologie des stations ainsi que des données techniques concernant l'appareillage utilisé et des informations concernant les paramètres mesurés sont présentés au chapitre 2. Le chapitre 3 présente les normes de qualité de l'air et l'analyse des données de mesure de qualité de l'air. Le chapitre 4 présente l'analyse des données de température et du phénomène d'îlot de chaleur. Enfin, le chapitre 5 présente nos conclusions et recommandations.

## 2. Stations de mesures

### 2.1. Localisation et typologie

Quinze stations ont été installées sur le périmètre de la commune d'Agen par la société Agralis :

- **10 stations** météo enregistrant la **température et l'hygrométrie** : Les stations 01 à 08 ont été installées en avril 2021 ; les stations 09 et 10 ont été installées fin octobre 2022 ;
- **5 stations** de **qualité de l'air** enregistrant la température, l'hygrométrie, la pression et les concentrations en monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), monoxyde de carbone (CO), ozone (O<sub>3</sub>) et en particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>). Les stations 01QA Préfecture, 02QA Wilson et 03QA Pin ont été installées en avril 2021 ; les stations 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie ont été installées fin octobre 2022.

Les données sont mesurées toutes les minutes et sont enregistrées par pas de temps de dix à douze minutes. Cela permet une analyse fine des évolutions de concentrations et valeurs au fil du temps, et facilite l'identification de valeurs « anormales » qui peuvent correspondre à des phénomènes de très courte durée.

La localisation des stations et leur typologie sont indiquées en Figure 1.

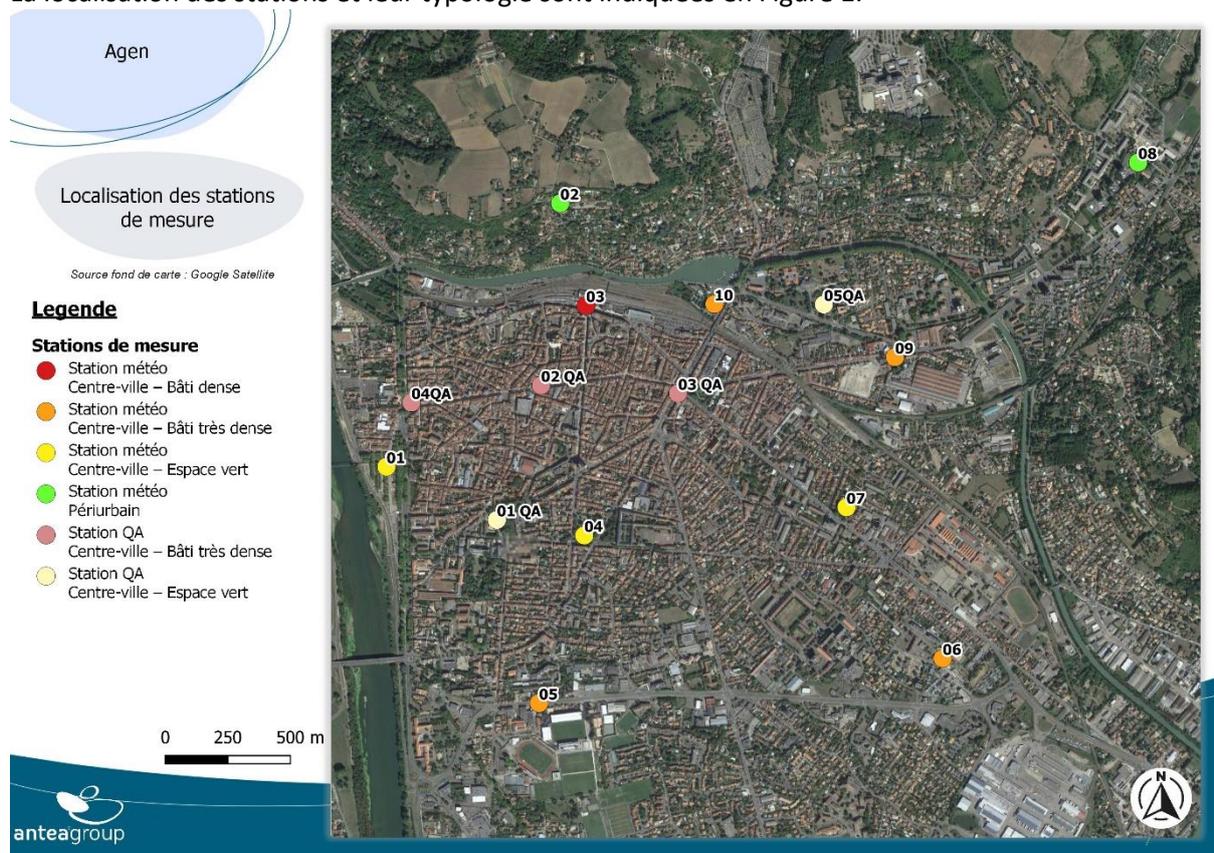


Figure 1 Localisation des stations de mesures

Les cinq stations de mesure de la qualité de l'air sont décrites ci-dessous.

Tableau 1 Présentation des stations de qualité de l'air

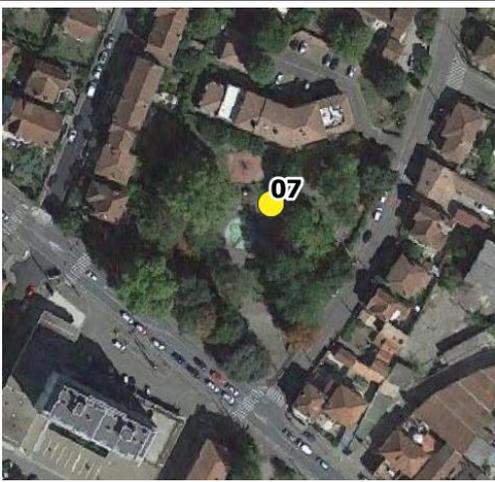
Station	Station 01QA Préfecture	Station 02QA Wilson	Station 03QA Pin
<b>Typologie</b>	Fond urbain	Urbain	Trafic urbain
<b>Environnement</b>			
Station	Station 04QA Jasmin	Station 05QA Pompeyrie	-
<b>Typologie</b>	Trafic Urbain	Fond urbain	-
<b>Environnement</b>			-

Les stations 01QA Préfecture et 05QA sont situées au milieu d'un place à distance de la route et sont donc représentative des conditions de « fond urbain ». La station 02QA Wilson est située en centre-ville dans un quartier semi-piéton où les niveaux de trafic sont peu importants ; elle est donc représentative des conditions en milieu urbain mais à distance des axes routier principaux. Enfin, les station 03QA Pin et 04QA sont situées près d'un axe majeur de la ville et d'un rond-point où des niveaux de trafic importants sont attendus ; elles sont donc représentatives des conditions « trafic urbain » où une influence importante des émissions liées au trafic est attendue.

Les conditions de température et d'humidité sont quant à elles mesurées par les cinq stations décrites ci-dessus ainsi que sur 10 stations T et HR réparties sur la ville d'Agen. Ces dix stations T/HR sont décrites ci-dessous :

Tableau 2 Présentation des stations de Température et Humidité Relative

Station	01 Gravier	02 Ermitage
Typologie	Centre-ville – Espace vert	Périurbain
Environnement		
Station	03 Gare	04 Parc Jayan
Typologie	Centre-ville – Bâti très dense	Centre-ville – Espace vert
Environnement		

Station	05 Av Jean Bru	06 Quartier Tapie
Typologie	Centre-ville – Bâti dense	Centre-ville – Bâti dense
Environnement		
Station	07 Parc Floréal	08 Quartier Montanou
Typologie	Centre-ville – Espace vert	Périurbain
Environnement		
Station	09 Henri Barbusse	10 Campus du Pin
Typologie	Centre-ville – Bâti dense	Centre-ville – Bâti dense
Environnement		

Les quinze stations de mesures peuvent être réparties en quatre catégories de type d'environnement et donc d'influence :

Tableau 3 Typologie des stations de mesure

Centre-ville – Bâti très dense	Centre-ville – Bâti dense	Centre-ville – Espace vert	Périurbain
02QA Wilson	05	01QA Préfecture	
03QA Pin	06	05QA	02
04QA	09	01	08
03	10	04	
		07	

## 2.2. Appareillage et paramètres mesurés

### 2.2.1. Mesure de la qualité de l'air

L'appareil utilisé pour les stations qualité de l'air installées par la société Agralis est le « Air Quality Transmitter **AQT530** » de la marque Vaisala. Cet appareil utilise des cellules électrochimiques pour la mesure des gaz et un compteur optique pour la mesure des particules fines.

- **Les gaz sont mesurés à l'aide de cellules électrochimiques** et plus précisément en utilisant les réactions de réduction/ oxydation au niveau d'électrodes. La concentration en gaz est alors convertie en un courant électrique mesurable et quantifiable. Ce courant électrique est traduit en concentration par l'application d'un algorithme développé par le constructeur. L'influence de la température et de l'humidité sur le signal électrique (et donc par défaut sur les concentrations mesurées) est traitée et corrigée par ce même algorithme.
- **Les particules sont mesurées grâce à un compteur de particules optique à laser** qui mesure les particules individuellement basées sur le principe de diffusion de la lumière. Grâce à l'intensité de la lumière diffusée, il est possible de connaître approximativement la taille de la particule et le nombre d'impulsion, et donc de connaître le nombre de particules sous une certaine catégorie de diamètre. Une des limites rencontrées dans la mesure des particules est l'influence de l'humidité qui peut fausser les mesures. En effet, les microgouttelettes présentes dans l'air peuvent être faussement compatibles comme particules, ou bien entourer les particules et donc augmenter leur diamètre. **Certains modèles de micro-capteurs sont munis d'une ligne chauffée qui élimine l'humidité dans l'air et évite donc ces phénomènes. Ce n'est pas le cas de l'AQT530. Une attention toute particulière a donc été portée aux mesures de particules fines et à l'influence des conditions météorologiques sur ces mesures.**

Les concentrations sont mesurées par l'appareil toutes les minutes, et transmises toutes les 10 minutes ou selon un pas de temps plus long défini par l'utilisateur. Ici, le pas de temps de 10 minutes a été utilisé.

La société Agralis a indiqué que ces micro-capteurs ne nécessitent pas de maintenance au-delà du remplacement des cellules de mesure tous les 18 mois (selon les préconisations du constructeur). Les données techniques du fabricant indiquent qu'un « index de santé » des capteurs est disponible et qu'une maintenance est recommandée lorsque cet index passe sous la barre des 30%.

**Les cellules de mesures ont été changées fin 2022 (novembre). Fin décembre 2023 l'indicateur santé des cinq capteurs indiquait :**

Tableau 4 Indicateur santé des capteurs le 31/12/2023

Station	01QA	02QA	03QA	04QA	05QA
Indicateur santé des capteurs	60%	78%	56%	61%	99%

Les données concernant les gammes de mesures de cet appareil sont présentées au Tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5 Gammes de mesure du AQT530

Polluant	Unité	Gamme de mesure	Limite de détection	Exactitude	Précision
NO <sub>2</sub>	ppb	5 -2000	5	7	3
	µg/m <sup>3</sup>	9,4 – 3760	9,4	13,2	5,6
CO	ppm	0,01 - 10	0.01	0,183	0,025
	mg/m <sup>3</sup>	0,01 – 11,6	0,01	0,21	0,03
Ozone	ppb	5 - 2000	5	11	4
	µg/m <sup>3</sup>	10,0 – 3991,4	10,0	21,9	8,0
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0 – 2500	0,1	13	3
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0 - 1000	0,1	9	2

### 2.2.2. Mesure de la température et de l'hygrométrie

Nous présentons ci-dessous les paramètres techniques des capteurs de température et humidité. Ceux-ci sont fabriqués par la société Agralis et mesurent la température et l'humidité relative sous abri.

Tableau 6 Gammes de mesure des capteurs de T et HR

Paramètre	Unité	Gamme de mesure	Résolution	Tolérance
Température	°C	-30 à +60	0,04	±0,3
Humidité relative	%	0 à 100	0,04	±2,0

L'humidité désigne la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. L'humidité relative, quant à elle, représente le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale possible, exprimée en pourcentage. 100 % correspond à un air saturé en vapeur d'eau (risque de nuage, pluie, brouillard, rosée ou givre), 0 % à un air parfaitement sec (cette valeur d'humidité relative n'est jamais atteinte dans la nature, pas même dans les déserts).

Concrètement, plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

A une même température donnée, une chaleur humide est bien plus difficile à supporter pour l'être humain qu'une chaleur sèche. L'humidité limite notre principal moyen de régulation de température, à savoir la transpiration. La transpiration est un processus naturel visant à rafraîchir notre corps par évaporation des gouttes qui se forment sur notre peau. Or, lorsque l'air est bien chargé en vapeur d'eau, la transpiration ne s'opère pas complètement et le rafraîchissement n'est pas efficace.

### 2.2.3. Les polluants

#### 2.2.3.1. Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Le NO<sub>2</sub> est formé par les phénomènes de combustion. Ses sources principales sont les gaz d'échappement des véhicules à moteur thermique, l'industrie ou encore le chauffage collectif et individuel fonctionnant au gaz, fioul ou bois.

**Il est le principal traceur de pollution du trafic automobile.**

L'exposition à des concentrations élevées en NO<sub>2</sub> entraîne une irritation des voies et du système respiratoire. Les épisodes de pollution en milieu urbain sont généralement associés à une augmentation des crises d'asthmes mais aussi des hospitalisations pour difficultés respiratoires.

Ces dernières années, un renforcement des normes d'émissions des véhicules mais aussi une part plus importante de véhicules électriques ou hybrides dans le parc automobile ont entraîné une baisse générale des concentrations en NO<sub>2</sub> en milieu urbain en Europe. Des dépassements des valeurs limites sont cependant toujours observés dans un grand nombre de villes. De plus, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a récemment revu ses lignes directrices sur la qualité de l'air ambiant à la baisse, avec une recommandation concernant le seuil de concentration moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> passant de 40 µg/m<sup>3</sup> à 10 µg/m<sup>3</sup>. Cette baisse importante traduit l'évolution des connaissances scientifiques sur le sujet et l'identification d'effets sur la santé à des niveaux plus bas de concentrations. La réduction des concentrations en ce polluant au-delà des valeurs limites en vigueur est donc un enjeu majeur de santé publique pour toutes les agglomérations et communes françaises.

L'Union Européenne a publié en octobre 2022 une proposition de texte pour la révision de sa directive air ambiant. Les valeurs limites préconisées dans ce document devront être atteintes au plus tard le 1<sup>er</sup> janvier 2030. Les valeurs limites préconisées dans ce texte pour le NO<sub>2</sub> sont de 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, tandis qu'une nouvelle valeur de 50 µg/m<sup>3</sup> sur 24 heures ne devant pas être dépassée plus de 18 fois par an est introduite. La valeur limite horaire, quant à elle, ne change pas. Le 20 février 2024, les négociateurs du Parlement et du Conseil européens sont parvenus à un accord politique provisoire sur de nouvelles mesures visant à garantir que la qualité de l'air dans l'UE n'est pas nocive pour la santé humaine, les écosystèmes naturels et la biodiversité, l'objectif étant d'éliminer la pollution de l'air d'ici à 2050. La valeur limite de 20 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub> a été confirmée. Cet accord doit encore être adopté par le Parlement et le Conseil, après quoi la nouvelle loi sera publiée au Journal officiel de l'UE et entrera en vigueur 20 jours plus tard. Les pays de l'UE auront alors deux ans pour appliquer les nouvelles règles.

### 2.2.3.2. Particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

Les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont des particules fines dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) et 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>). Ces deux catégories incluent les particules très fines (diamètre < 1 µm) et ultra fines (diamètre < 0,1 µm). Les principales sources d'émissions anthropiques sont

- Le chauffage au bois ;
- L'industrie manufacturière avec notamment le secteur de la construction ;
- L'agriculture/sylviculture, notamment du fait des élevages et des labours des cultures ;
- Le trafic routier.

Les sources naturelles sont également responsables d'émissions de poussières : feux de forêt, éruptions volcaniques, transport de sable depuis les régions désertiques, érosion etc.

Plus les particules sont fines et plus elles pénètrent profondément le système respiratoire jusqu'à atteindre le système sanguin (pour les particules ultra fines). Des effets sur les systèmes respiratoire, cardio vasculaire et nerveux ont été démontrés et la recherche scientifique tend à identifier de nouveaux effets ou des effets plus importants à mesure que les connaissances s'étoffent.

Tout comme pour le NO<sub>2</sub>, une réduction des émissions et des concentrations en particules fines à des niveaux les plus bas possibles est donc souhaitable afin de réduire leurs effets néfastes sur la santé. Par conséquent, les lignes directrices de l'OMS ont été également abaissées pour les particules. Elles recommandent désormais 5 µg/m<sup>3</sup> annuel pour les PM<sub>2,5</sub> et de 15 µg/m<sup>3</sup> annuel pour les PM<sub>10</sub>. Afin de se rapprocher de ces recommandations, l'UE, dans sa proposition de révision de directive, préconise 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle et 45 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière pour les PM<sub>10</sub> ainsi que 10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle pour les PM<sub>2,5</sub>. De plus, la valeur limite de 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière est introduite.

### 2.2.3.3. Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore et incolore issu des combustions incomplètes (par exemple dans le cas d'un apport insuffisant d'oxygène). Ce gaz est asphyxiant et peut donc être responsable d'intoxications pouvant conduire au décès. Ces intoxications ont généralement lieu au sein des habitations et sont liées aux systèmes de chauffage mal entretenus ou défectueux.

En extérieur, les concentrations en monoxyde de carbone sont généralement basses, et bien inférieures à la valeur limite. Les sources principales en milieu urbain sont le trafic routier et le chauffage (particulièrement le chauffage au bois).

La valeur limite en vigueur est de 10 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. La nouvelle ligne directrice de l'OMS est de 4 mg/m<sup>3</sup> sur 24 heures. Dans sa proposition de révision de directive, l'UE ne modifie pas ses préconisations.

### 2.2.3.4. Ozone

L'ozone est un gaz irritant qui peut pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire et causer une inflammation des bronches, une toux sèche et une gêne respiratoire. Il affecte également le système cardiovasculaire, et peut provoquer une augmentation de la fréquence des crises d'asthme chez les enfants. L'ozone peut également avoir un effet négatif sur la végétation.

C'est un polluant secondaire dont les précurseurs sont les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (émis en milieu urbain principalement par le trafic routier et l'industrie). Cette réaction nécessite l'énergie du rayonnement solaire. Les concentrations en ozone troposphérique sont donc plus importantes en été, avec des épisodes de pollution à l'ozone fréquemment enregistrés lors des épisodes de canicule où les fortes chaleurs et le rayonnement solaire important favorisent la formation de ce polluant. Dans sa proposition de directive, l'UE ne modifie pas la valeur seuil (120 µg/m<sup>3</sup> exprimé en moyenne sur 8 heures) mais celle-ci ne devra pas être dépassée plus de 18 jours par an, contre 25 actuellement.

## 2.2.4. Phénomène des îlots de chaleur

### 2.2.4.1. Principes généraux

Le phénomène d'îlot de chaleur correspond à une élévation des températures en milieu urbain comparée aux zones rurales environnantes, particulièrement la nuit. Ces températures plus élevées ont deux origines :

- D'une part l'occupation des sols et les matériaux qui emmagasinent la chaleur au cours de la journée pour « rejeter » celle-ci en soirée et la nuit ;
- D'autre part les émissions anthropiques issues des véhicules, de l'industrie ou des modes de chauffage.

D'autres paramètres peuvent à l'inverse réduire ce phénomène, comme la dimension et le positionnement du bâti en ville qui permet la création de zones d'ombres, ou encore les conditions de vent, qui peuvent permettre une circulation d'air dans la ville et donc une diminution du phénomène d'îlot de chaleur. La présence de zones végétalisées contribue également à abaisser les températures grâce à l'évapotranspiration mais aussi la création de zones d'ombres dans le cas des arbres. Les points d'eau ou les cours d'eau ont également un effet rafraichissant.

Le Cerema illustre ce phénomène comme suit :

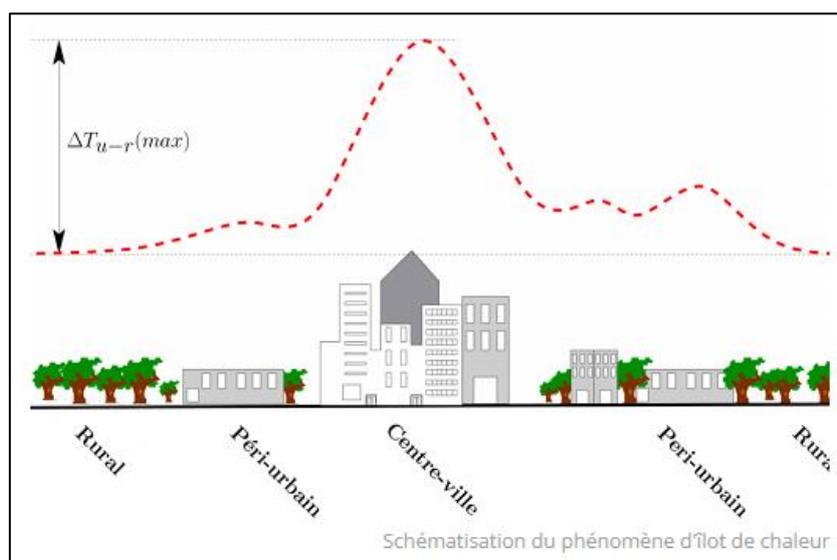


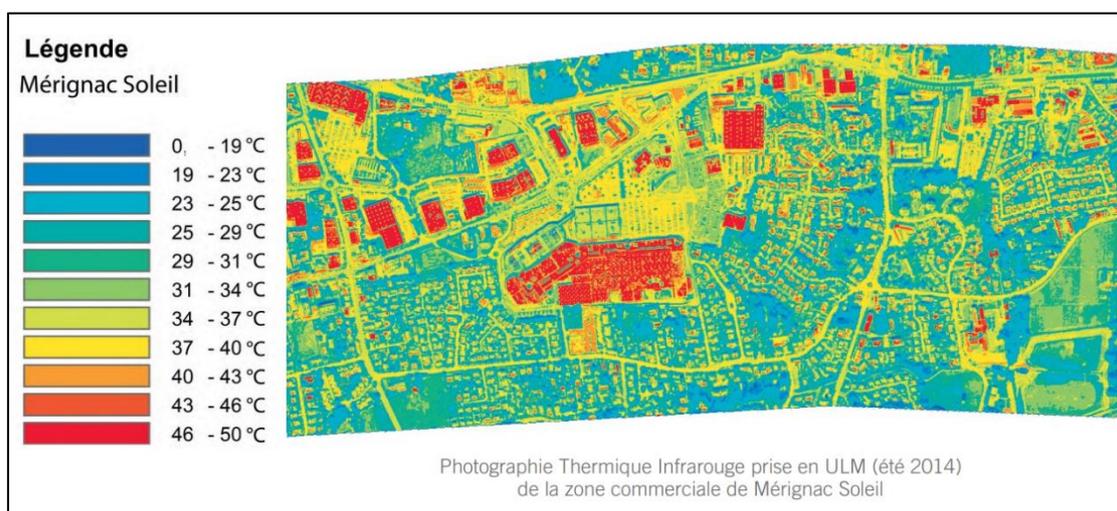
Figure 2 Schématisation du phénomène d'îlot de chaleur (source : Cerema, année)

En plus de ce phénomène « global » au sein du centre-ville, des variations importantes de température peuvent également être observées d'une rue ou d'un quartier à l'autre, en fonction des types de matériaux présents ou de l'occupation des sols.

Deux propriétés physiques des matériaux sont à prendre en compte dans l'analyse du phénomène d'îlot de chaleur. Tout d'abord, leur inertie thermique qui correspond à leur capacité à accumuler puis à restituer la chaleur. De façon générale, plus un matériau est lourd et épais et plus il est inerte. Ensuite, l'albedo, qui correspond à la capacité d'un matériau à réfléchir l'énergie. Celui-ci est compris entre 0 et 1, avec 0 qui correspond à une surface qui absorbe entièrement l'énergie, et 1 une surface qui la reflète entièrement. Les matériaux sombres ont des albédos proches de 0, tandis que les matériaux blancs ont des albédos plus proches de 1. Les matériaux qui combinent une grande inertie thermique

avec un albédo bas vont donc absorber et rejeter beaucoup de chaleur. C'est le cas de beaucoup de matériaux retrouvés en milieu urbain comme le béton, la brique, ou encore le goudron.

Ces grandes variations au sein d'une même ville sont généralement illustrées au travers l'imagerie thermique infrarouge. Un exemple tiré de l'étude menée par Bordeaux métropole (Bordeaux métropole) est présenté ci-dessous.



**Figure 3 Photographie thermique prise à Mérignac au sein de la métropole de Bordeaux**

On peut clairement voir sur cette image une grande variation de température entre les zones végétalisées (jardins et parcs), les routes et les bâtiments. Une imagerie satellite de cette même zone permet de visualiser les zones bâties plutôt sombres qui correspondent aux zones de températures élevées en rouge ci-dessus, et les zones végétalisées qui apparaissent en bleu sur l'imagerie infrarouge.



**Figure 4 Photographie aérienne de la zone Mérignac Soleil**

Nous résumons ci-dessous les principaux paramètres qui influencent le phénomène d'îlot de chaleur.

Tableau 7 Paramètres d'influence des îlots de chaleur

Effet chauffant	Effet rafraichissant
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Routes</li> <li>- Bâtiments</li> <li>- Gaz d'échappement des véhicules</li> <li>- Chauffage des bâtiments</li> <li>- Climatisations</li> <li>- Rejets gazeux industriels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Végétation et arbres</li> <li>- Conditions venteuses</li> <li>- Cours d'eau</li> <li>- Conditions nuageuses</li> <li>- Zones d'ombre</li> <li>- Humidité</li> </ul>

#### 2.2.4.2. Etudes référentes

Ces dernières années, plusieurs métropoles françaises ont lancé des études afin de caractériser et quantifier les îlots de chaleur urbains au sein de leur territoire. Ces études ont pour but d'évaluer l'importance du phénomène, mais aussi de formuler des mesures visant à réduire ces phénomènes mais aussi à s'y adapter.

Clermont Auvergne Métropole a mené en lien avec le Cerema plusieurs études sur ce thème (Cerema, 2020). Des campagnes de mesure de la température ont eu lieu en période estivale, d'abord en 2018 pour établir un « état zéro », puis de nouveau en 2019. Les températures ont été mesurées à l'aide de dispositifs fixes ou mobiles à plusieurs emplacements au sein de la ville, avec un point de référence situé en milieu rural à Aulnat. Ces études ont conclu à des différences de température atteignant 3,5°C et jusqu'à 5°C en période de canicule. Ce delta de température varie cependant au sein même de la ville en fonction de la localisation du dispositif de mesure. En effet, les températures sont plus élevées au niveau des places minéralisées comparées à celles mesurées près des zones végétalisées.

Metz, l'Université de Lorraine indique un écart de 5,5 °C mesuré entre Metz-Métropole et la station rurale de Mécluves lors de la vague de chaleur des 8, 10 et 11 août 2020 (Sébastien Lebaut, Jul 2021)

## 3. Analyse des données de mesures de la qualité de l'air

### 3.1. Valeurs limites

La directive européenne 2008/50/CE est retranscrite en droit français au travers du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air (Ministère de l'écologie, 2010). Celui-ci définit les normes de qualité de l'air applicables en France. Plusieurs niveaux sont définis :

- **Objectif de qualité** : « un niveau à **atteindre à long terme et à maintenir**, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble »
- **Valeur cible** : « un niveau à **atteindre, dans la mesure du possible**, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble »
- **Valeur limite** : « un 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 et de recommandation** : « un niveau au-delà duquel **une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles** au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions »
- **Seuil d'alerte** : « un niveau au-delà duquel une **exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence** »

Les normes en vigueur pour les cinq polluants mesurés par Agen sont résumées dans le Tableau 8 ci-après. **Cette étude portera principalement sur les valeurs limites, qui sont celles à ne pas dépasser.**

**Tableau 8 Normes françaises de qualité de l'air ambiant**

Polluant	Type d'objectif	Valeur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Période d'exposition
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle civile
	Seuil d'information et de recommandation	200	Moyenne horaire
	Seuils d'alerte	400	Moyenne horaire (dépassée pendant 3 heures consécutives)
		200	Moyenne horaire
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
		40	Moyenne annuelle civile
<b>PM<sub>10</sub></b>	Objectif de qualité	30	Moyenne annuelle civile
	Seuil d'information et de recommandation	50	Moyenne journalière
	Seuil d'alerte	80	Moyenne journalière
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile
		40	Moyenne annuelle civile
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Objectif de qualité	10	Moyenne annuelle civile
	Valeur cible	20	Moyenne annuelle civile
	Valeur limite	25	Moyenne annuelle civile
<b>Ozone</b>	Objectif de protection pour la santé humaine	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pendant une année civile
	Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120	Maximum journalier de la moyenne sur huit heures, seuil à ne pas dépasser plus de vingt-cinq jours par année civile en moyenne calculée sur trois ans
	Seuil de recommandation et d'information	180	Moyenne horaire
	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240	Moyenne horaire
	Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	240* 300* 360	*Dépassé pendant 3 heures consécutives
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10000	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

## 3.2. Validation du protocole de mesure et des données

### 3.2.1. Constats sur les données de mesure en particules fines

Cette section présente l'étape de validation et de traitement des données qui a été effectué pour les particules fines en juillet 2022 lors de la première phase d'analyse des données. Cette analyse a débuté par l'observation des données brutes des mesures PM, présentées aux Figure 5, Figure 6 et Figure 7 ci-après. La valeur limite en moyenne annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est indiquée en rouge, pour information et afin de présenter un élément de comparaison.

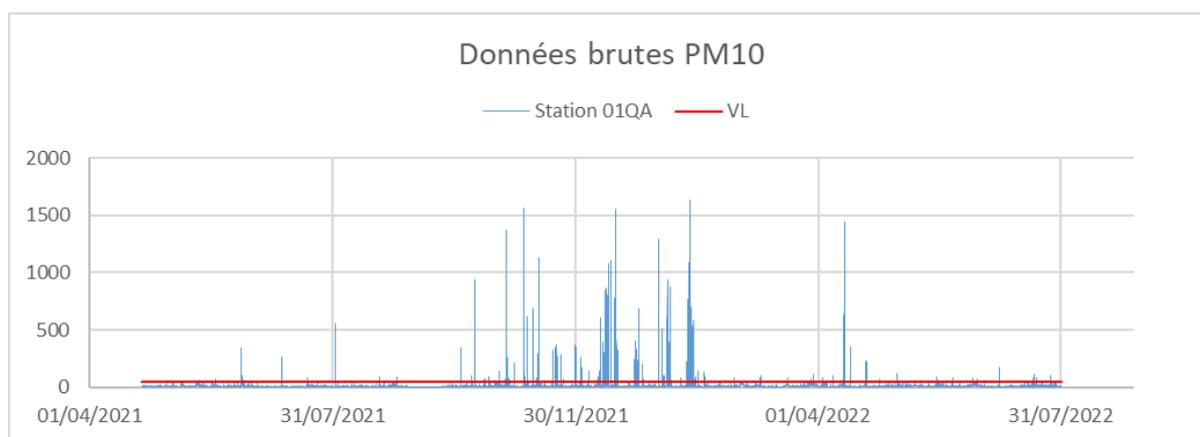


Figure 5 Donnees brutes PM<sub>10</sub> – station 01QA Préfecture ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

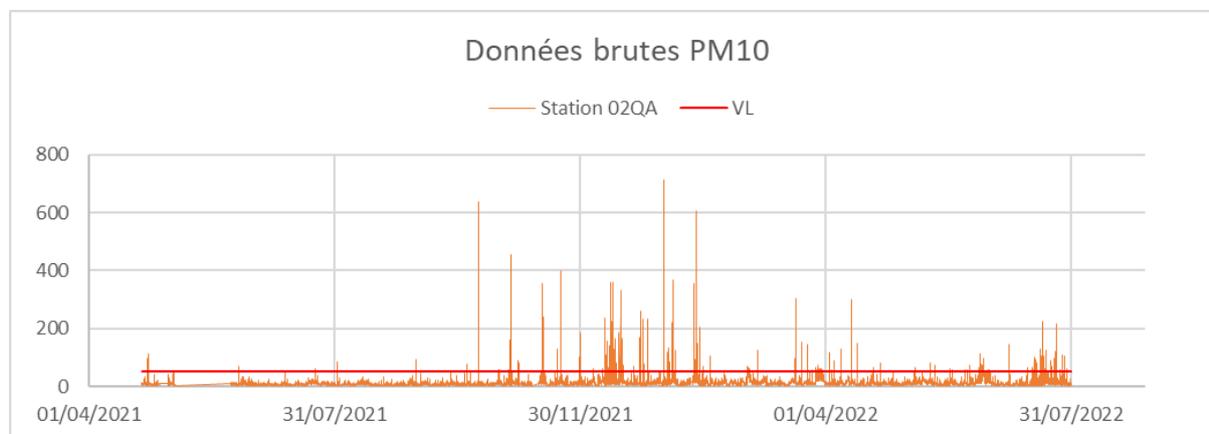


Figure 6 Donnees brutes PM<sub>10</sub> – station 02QA Wilson ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

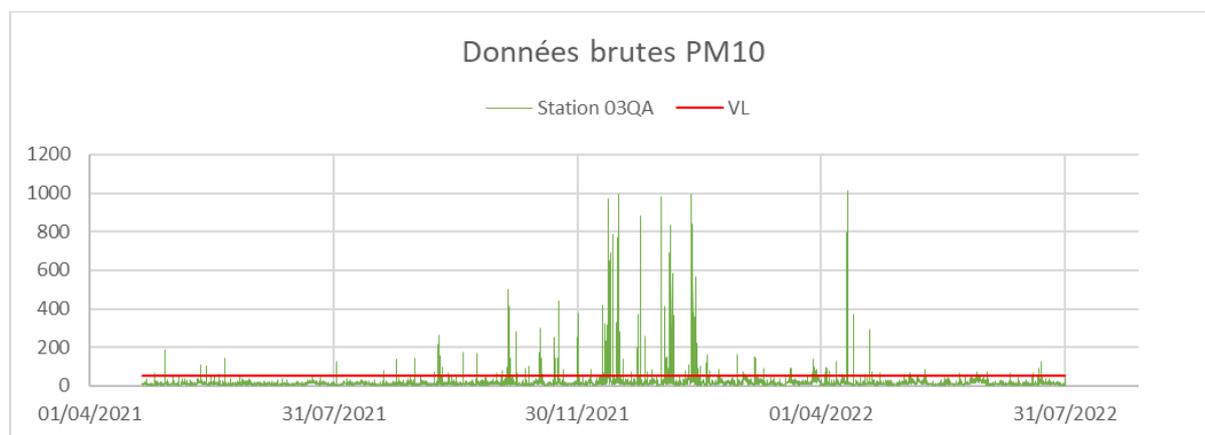


Figure 7 Donnees brutes PM<sub>10</sub> – station 03QA Pin (µg/m<sup>3</sup>)

Nous avons observé un grand nombre de valeurs très élevées particulièrement au cours des mois hivernaux (fin octobre 2021 à début mars 2022). Ces valeurs avaient été considérées comme anormales.

En plus des valeurs brutes, nous avons analysé les moyennes annuelles sur 12 mois (cf Figure 8) ainsi que les moyennes des mesures faites en 2021 et 2022. Les concentrations obtenues apparaissent anormales compte tenu de la localisation des stations, en effet, nous nous attendions à une valeur croissante de la station 01QA Préfecture à la station 03QA Pin.



Figure 8 PM<sub>10</sub> - moyennes annuelles brutes (µg/m<sup>3</sup>)

⇒ **Sur cette base, nous avons conclu lors de cette première analyse à une anomalie des mesures en particules fines.**

Comme expliqué au point 2.2.1, les capteurs utilisés pour cette campagne ne possèdent pas de ligne chauffée. L'humidité dans l'air va donc influencer les résultats obtenus par ces capteurs, en comptabilisant les microgouttelettes comme des particules. Afin de vérifier notre hypothèse, nous avons relevé les épisodes de brouillards à partir des données de la station météo d'Agen (source : infoclimat.fr). Cette première étape est synthétisée ci-après :

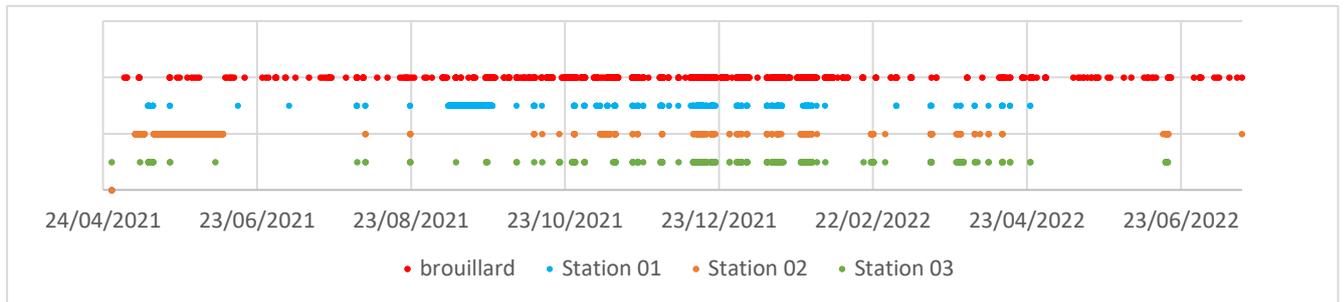


Figure 9 Corrélation entre les épisodes de brouillard et les pics de concentrations en PM<sub>10</sub>

Cette analyse avait confirmé une bonne corrélation entre les épisodes de brouillard et les valeurs élevées mesurées en PM<sub>10</sub> aux trois stations. Notre hypothèse avait donc été confirmée.

### 3.2.2. Constats sur les données de mesure du NO<sub>2</sub>

Tout comme pour les particules, nous avons observé lors de notre première analyse (2022) une incohérence dans la distribution des concentrations en NO<sub>2</sub> entre les trois stations ainsi que des valeurs élevées.

En effet, sur la base de la localisation des 3 stations, des concentrations croissantes entre les stations 01QA Préfecture et 02QA Wilson puis 02QA Wilson et 03QA Pin étaient attendues. **Une concentration maximum obtenue à la station 02QA Wilson et non la station 03QA Pin était donc surprenante.**

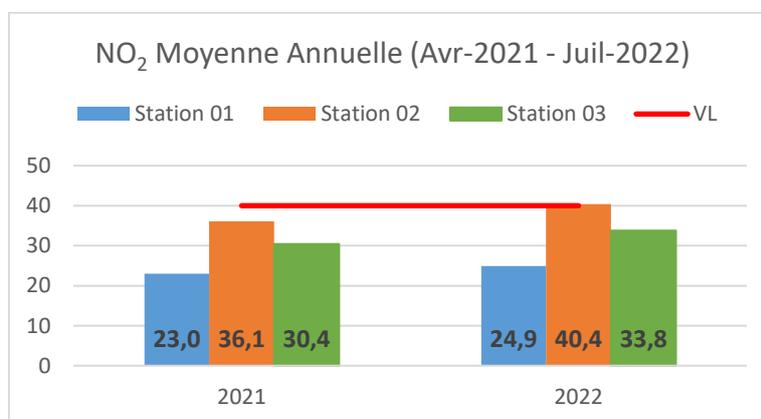


Figure 10 NO<sub>2</sub> - moyennes annuelles brutes entre avril 2021 et juillet 2022 (µg/m<sup>3</sup>)

Etant donné la situation de la station 02QA Wilson en zone semi-piétonne du centre-ville, à distance d'émissaires importants de pollution de l'air, les valeurs plus élevées en NO<sub>2</sub> étaient surprenantes. Plusieurs hypothèses avaient été étudiées afin d'expliquer ce phénomène. Par exemple, une pollution très localisée due à des travaux dans la zone (émissions des engins de construction) ou encore un commerce saisonnier utilisant un groupe électrogène et implanté près du capteur, auraient pu expliquer ce phénomène. Cependant, ce type d'émissaires (engins ou groupes électrogènes fonctionnant au diesel) aurait également été associé à des pics de concentrations en particules fines et potentiellement en monoxyde de carbone ce qui n'a pas été vérifié. De plus, la ville d'Agen avait confirmé l'absence de travaux à cet emplacement, et il ne semblait pas qu'une activité saisonnière y ait non plus lieu. Cette hypothèse avait donc été écartée.

A la suite de cette première analyse, nous avons pu noter (cf. Figure 11) de nombreux pics très importants durant l'été 2022 mais aussi une augmentation de la ligne de base à partir de mai 2022.

Nous avons alors consulté les données techniques du dispositif de mesure afin d'identifier la plage de validité des données en fonction par exemple de la température ou d'autres paramètres. La fiche technique confirmait une plage de fonctionnement allant jusqu'à 40°C, donc les valeurs mesurées pouvaient être considérées valides sous condition que la température mesurée soit inférieure à 40°C ce qui était le cas ici.

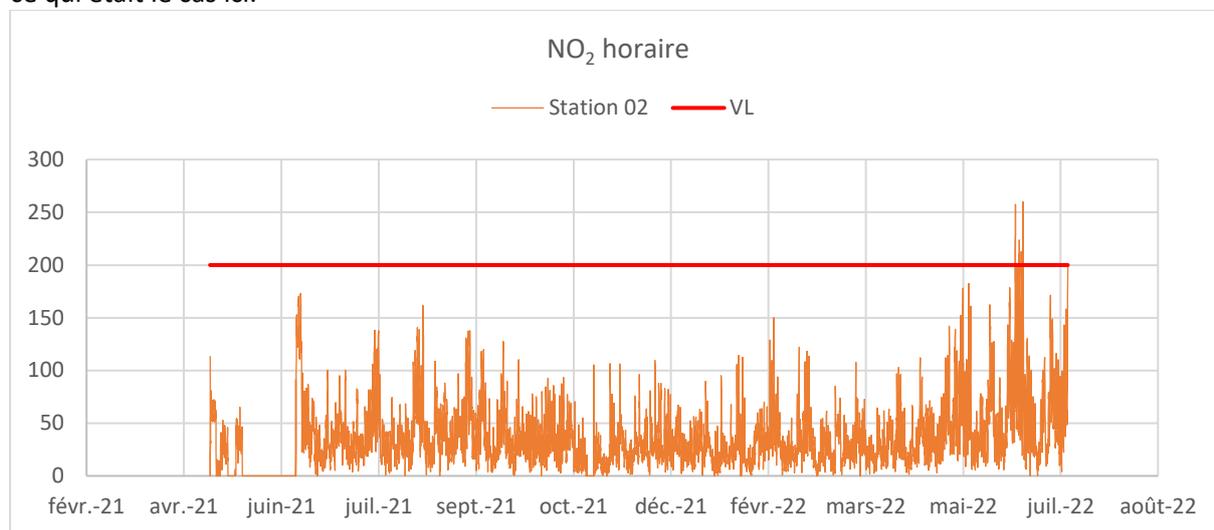


Figure 11 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 02QA Wilson avril 2021 – juillet 2022

### 3.2.3. Prise en compte des anomalies de mesures et traitement des données

Face à ces constatations, nous avons contacté la société Agralis afin de les alerter de ces valeurs anormalement élevées pour le NO<sub>2</sub> et d'identifier les causes possibles derrière ce phénomène. Après des échanges menés avec le fabricant des dispositifs de mesure, l'existence d'un indicateur de validité des données gaz et particules intégré aux données brutes avait été révélée. En effet, la société Vaisala (fabricant des micro-capteurs) avait confirmé que les valeurs de concentrations des particules fines sont considérées invalides à partir d'une humidité relative mesurée supérieure à 90%, et que les valeurs de concentrations des gaz sont invalides à partir d'une température de 33°C au sein de la cellule de mesure. Cela avait confirmé une plage de fonctionnement inférieure à celle indiquée dans la fiche technique du dispositif de mesure, la température indiquée dans celle-ci correspondant à la température extérieure et non celle à l'intérieur de la cellule de mesure.

A partir de ce constat, il a été décidé en accord avec la société Agralis de retirer les données marquées comme erronées des données présentées au sein de la plateforme. De plus, nous avons eu accès aux données brutes de mesures qui comprennent ces indicateurs afin de mettre à jour notre analyse sur la base de données valides.

Il en résulte, tout d'abord, une meilleure appréhension des pics de pollution car les données visualisables sur la plateforme sont désormais validées. Cela évite donc de considérer de « faux » pics de concentrations lors de la visualisation des données. Ensuite, il n'est désormais plus nécessaire de réaliser la validation des données PM que nous effectuions auparavant afin de retirer les données impactées par les conditions météo. En effet, les phénomènes extrêmes (brouillard, température) pouvant impacter les mesures de gaz ou de particules sont comprises dans l'indicateur de validité des données.

Cependant, malgré le retrait des données marquées comme invalides pour le NO<sub>2</sub>, celles-ci continuaient à être anormalement élevées à l'été 2022, et notre observation sur l'augmentation de la

ligne de base persistait. Effectivement, comme le montre la Figure 12, la tendance des concentrations mensuelles en NO<sub>2</sub> augmente progressivement.

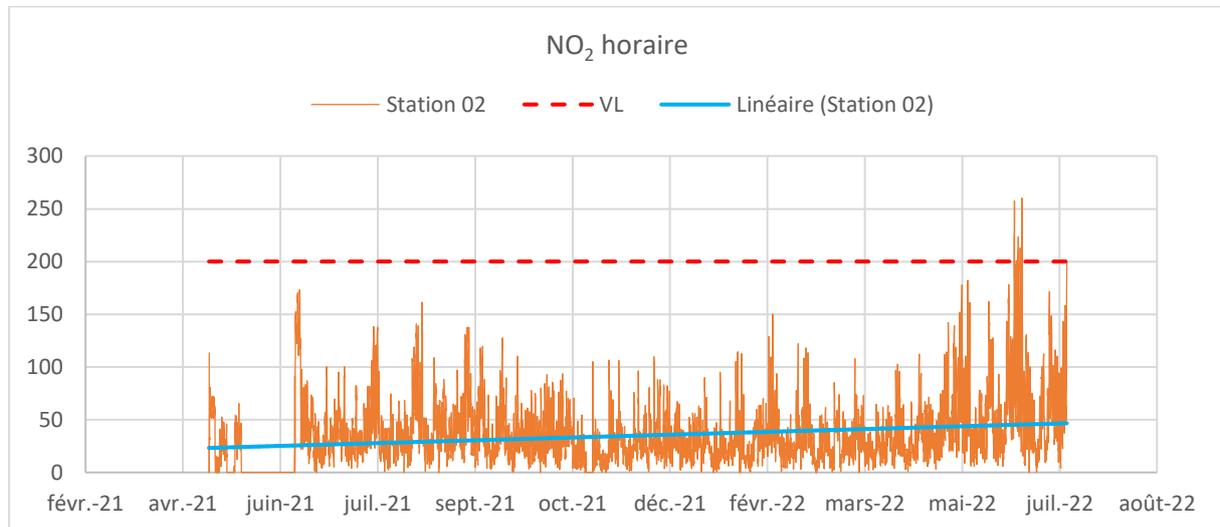


Figure 12 Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 02QA Wilson avril 2021 – juillet 2022

Face à ce constat, nous avons de nouveau sollicité le fabricant des dispositifs de mesure afin d'échanger sur la dérive des mesures dans le temps et la confirmation de la validité des mesures pendant 18 mois (fréquence recommandée par le fabricant pour le changement des cellules de mesure). Cet échange a confirmé l'existence possible d'une dérive, cependant le fabricant n'est pas en mesure de la quantifier.

Le fabricant des stations de mesure Vaisala a indiqué que « *chaque cellule électrochimique est au moins partiellement unique et le niveau de dérive varie d'une cellule à l'autre* » ainsi que le fait qu'« *Actuellement, nous ne disposons pas de facteur de correction pour la compensation de la dérive.* »

Sur la base d'une dérive observée environ 12 mois après l'installation des micro-capteurs, et d'une fréquence de remplacement des cellules habituellement de 12 mois auprès des autres fournisseurs de ce type de dispositif de mesure, nous avons conseillé à la ville d'Agen et donc à Agralis d'observer le même protocole de remplacement des cellules afin d'éviter une dérive importante des valeurs après 12 mois, et donc une analyse faussée de la qualité de l'air à Agen. Il a donc été confirmé que cette nouvelle fréquence de remplacement des cellules a maintenant été adoptée.

⇒ **Un nouveau protocole de remplacement des cellules tous les 12 mois, adopté à partir de 2023 avait donc été proposé afin de se prémunir de ce phénomène.**

### 3.2.4. Validation des données 2023

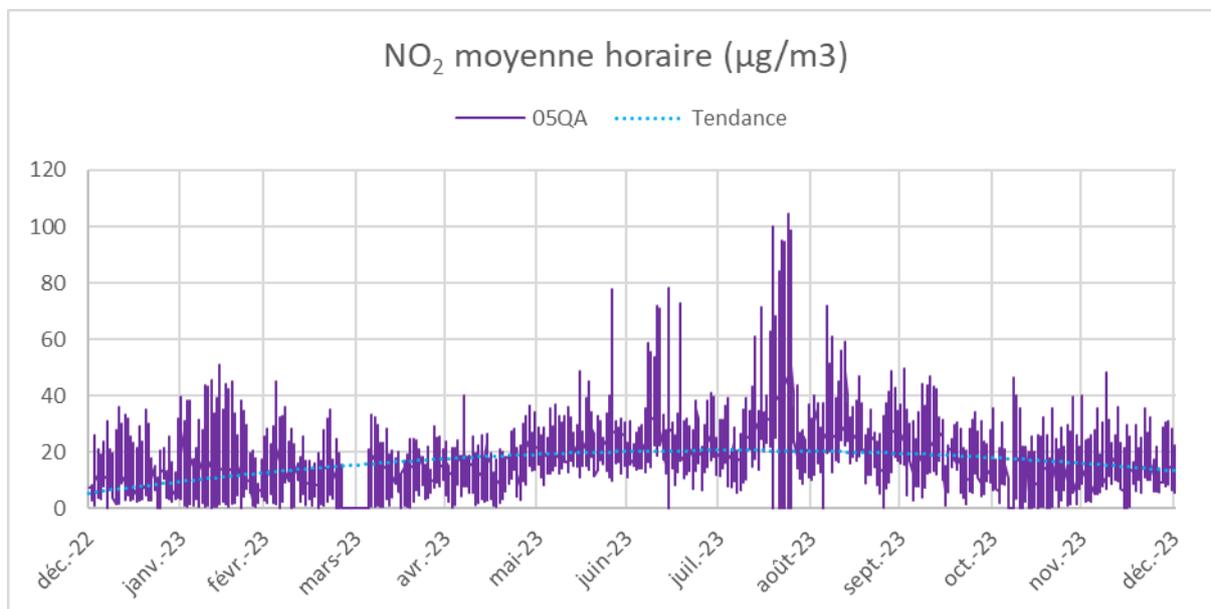


Figure 13 Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 05QA Pompeyrie 2023

En 2023, nous avons, comme en 2022, constaté une augmentation des concentrations en NO<sub>2</sub> durant l’été, malgré l’application des recommandations du constructeur, c’est-à-dire de retirer les valeurs gaz lorsque la température dépasse 33°C.

En sommant les heures invalidées et les heures de données manquantes, nous obtenons les **pourcentages de données manquantes** suivants sur l’année 2023 :

**Tableau 9 Pourcentages de données invalides ou manquantes pour les particules**

Station	Station 01QA Préfecture	Station 02QA Wilson	Station 03QA Pin	Station 04QA Jasmin	Station 05QA Pompeyrie
Données invalides en raison des conditions météo	2,8%	2,0%	1,4%	2,2%	0,6%
Données manquantes : panne	12,2%	40,1%	25,9%	33,4%	12,2%
<b>Total</b>	<b>14,6%</b>	<b>41,3%</b>	<b>27,0%</b>	<b>34,9%</b>	<b>12,7%</b>

**Tableau 10 Pourcentages de données invalides ou manquantes pour les gaz**

Station	Station 01QA Préfecture	Station 02QA Wilson	Station 03QA Pin	Station 04QA Jasmin	Station 05QA Pompeyrie
Données invalides en raison des conditions météo	5,1%	1,6%	2,4%	1,7%	3,1%
Données manquantes : panne	12,2%	40,1%	25,9%	33,4%	12,2%
<b>Total</b>	<b>16,7%</b>	<b>41,0%</b>	<b>27,7%</b>	<b>34,5%</b>	<b>15,0%</b>

La météo a eu un impact légèrement différent sur la capture des gaz et des particules. En effet, cette dernière a engendré une perte de 1,6 à 5,1 % des données gaz et 1,4 à 2,8 % des données particules.

D'autres données ont été perdues en raison d'arrêts temporaires des capteurs dont les plus importants sont :

- Capteur 01QA à l'arrêt du 27/10/23 au 09/11/23
- Capteur 02QA à l'arrêt du 25/04/2023 au 07/09/2023
- Capteur 03QA a l'arrêt du 24/11/22 au 03/04/23
- Capteur 04QA a l'arrêt du 22/05/23 au 18/09/23
- Capteur 05QA à l'arrêt du 27/03/23 au 04/04/23

Ces pertes de données sont significatives et peuvent avoir un effet sur les concentrations moyennes annuelles présentées dans ce rapport. En effet, la directive 2008/50/CE sur la qualité de l'air ambiant en Europe définit un objectif de capture de données de 90% pour les mesures effectuées dans le cadre réglementaire de la surveillance de l'air. Cependant, de manière générale, une capture des données supérieure à 85% est considérée comme acceptable sans générer une augmentation significative de l'incertitude de mesure. Seules les stations 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie présentent un pourcentage de capture des données satisfaisant de plus de 75%.

- ⇒ **Concernant les stations de fond 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie : Les données présentées dans ce rapport sont considérées comme valides et représentatives malgré les pertes de données décrites ci-dessus ;**
- ⇒ **Concernant les stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin : Les données présentées dans ce rapport sont présentées à titre indicatif en raison des pertes de données décrites ci-dessus ;**

Les données corrigées en gaz et particules sont présentées dans les sections suivantes.

### 3.3. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Nous présentons ci-dessous les résultats de mesure concernant le NO<sub>2</sub>. Les données analysées concernent la période du 01 janvier 2023 au 31 décembre 2023 des stations 01QA Préfecture, 02QA Wilson 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie. Les moyennes sur 2021 (8 mois de mesures) et 2022 sont également présentées à titre de comparaison et pour information.

#### 3.3.1. Moyennes annuelles

Les moyennes annuelles pour 2021, 2022 et 2023 sont présentées sur la Figure 14 ci-dessous. La valeur limite est également indiquée en rouge.

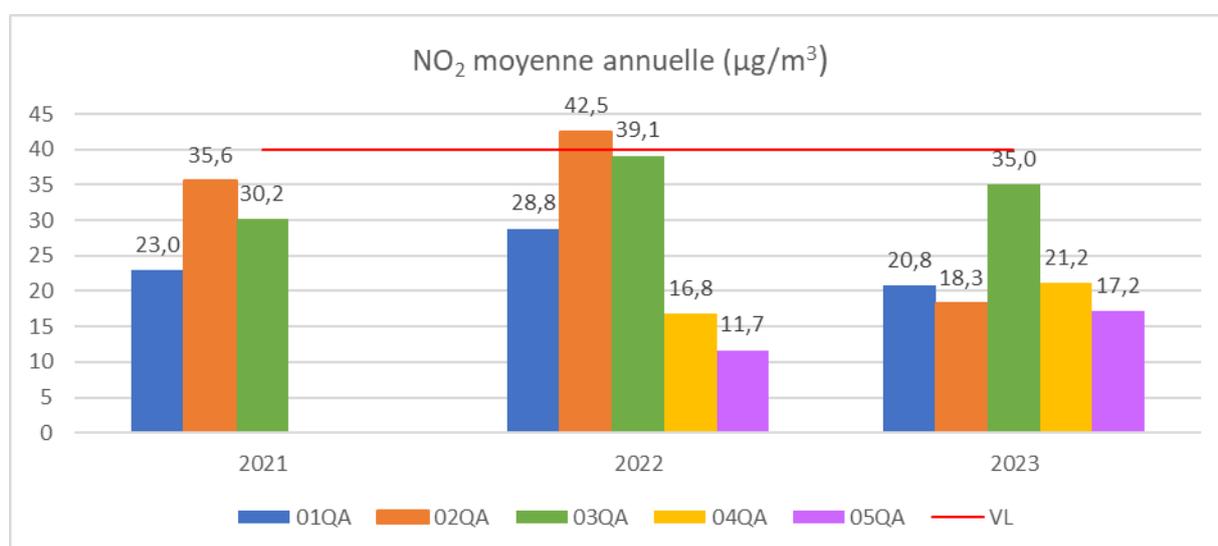


Figure 14 Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

*NB : La moyenne annuelle 2021 est présentée de manière indicative car elle a été calculée sur 8 mois (mai à décembre 2021) et non sur 12 mois. Les moyennes annuelles 2022 des stations 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie sont présentées de manière indicative car elles sont calculées sur 2 mois (de novembre à décembre 2022) et non sur 12 mois.*

Par rapport à 2022, les concentrations mesurées en 2023 en NO<sub>2</sub> sont moins élevées à la station 01QA. Par ailleurs, les stations de référence des AASQA Montauban (Atmo Occitanie) et Peyrusse (Atmo Occitanie) ont-elles aussi observées la même tendance.

**Les moyennes annuelles en 2023 sont :**

- **Inférieures à la valeur limite pour les stations de mesure 01QA Préfecture, 02QA Wilson, 04QA Jasmine et 05QA Pompeyrie**
- **Proche de la valeur limite pour la station de mesure 03QA Pin.**

En considérant les incertitudes de mesure, une station de mesure peut potentiellement dépasser la valeur limite annuelle si la concentration moyenne est supérieure à 36 µg/m<sup>3</sup>. Aucune station n'est concernée par cette éventualité.

Par ailleurs, comme discuté au point 3.2.3, une dérive des mesures en NO<sub>2</sub> durant l'été pourrait être à l'origine de valeurs élevées mesurées à l'été 2023 et donc d'une moyenne annuelle plus élevée qu'en réalité.

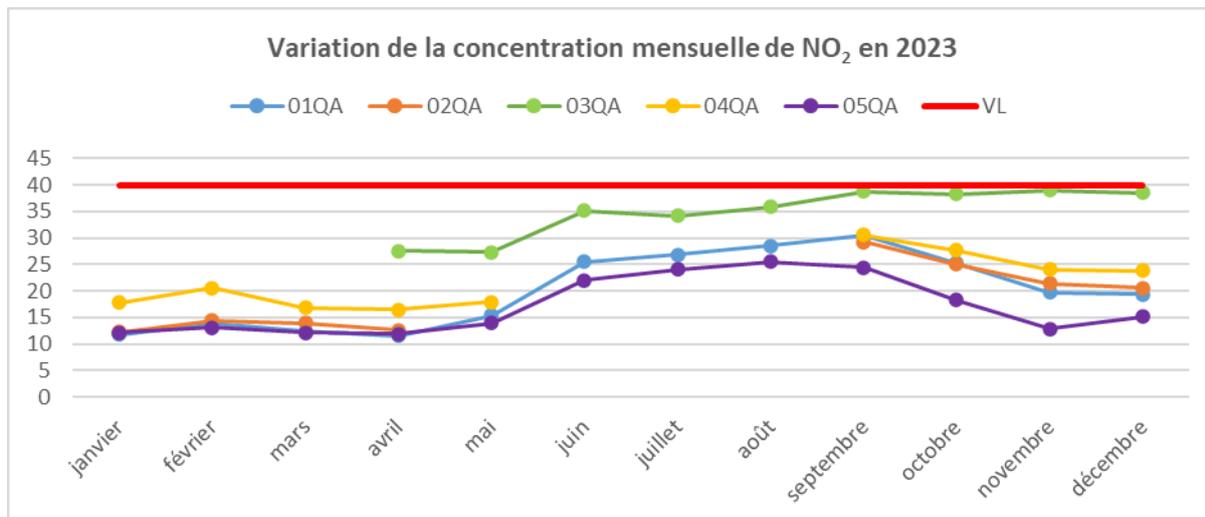


Figure 15 Concentrations mensuelles en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

### 3.3.2. Moyennes horaires

Le dioxyde d'azote est également soumis à une limite horaire. En effet, les concentrations de NO<sub>2</sub> ne doivent pas dépasser 200 µg/m<sup>3</sup> plus de 18 fois dans l'année.

Les données horaires mesurées aux cinq stations sont présentées aux Figure 16, Figure 17, Figure 18 Figure 19 et Figure 20 . La valeur seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> est indiquée en rouge.

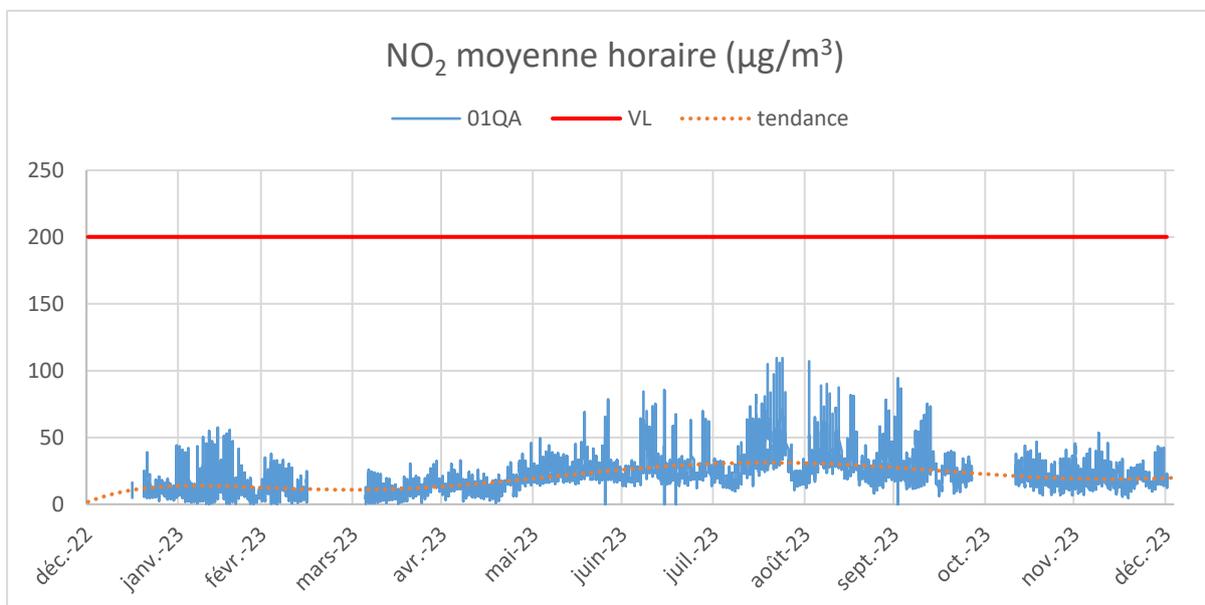
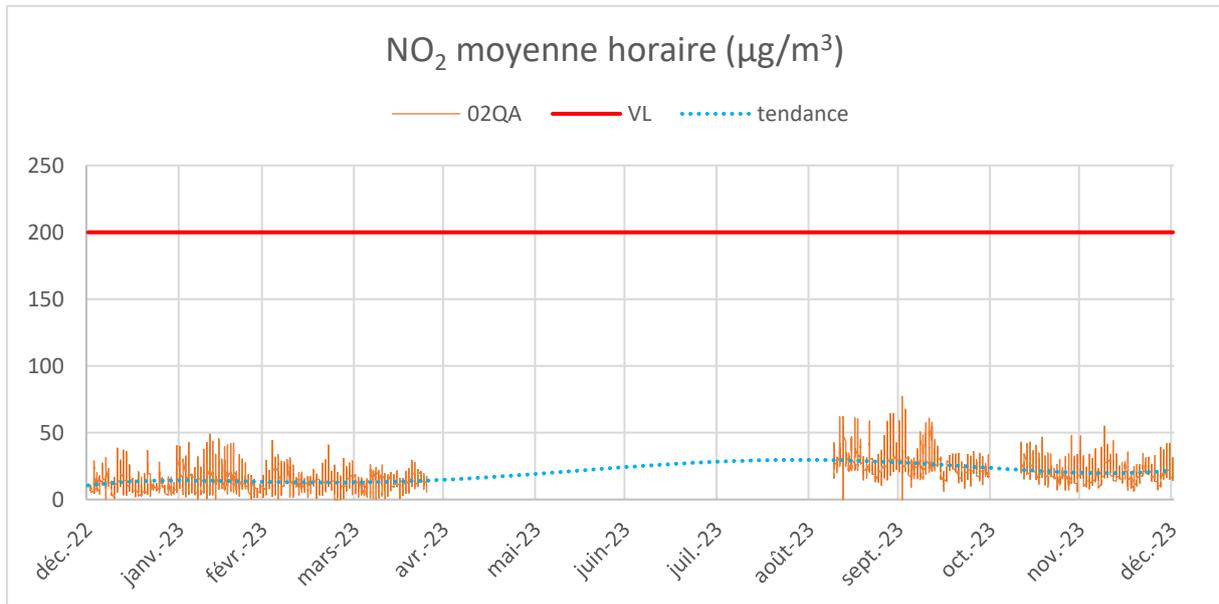
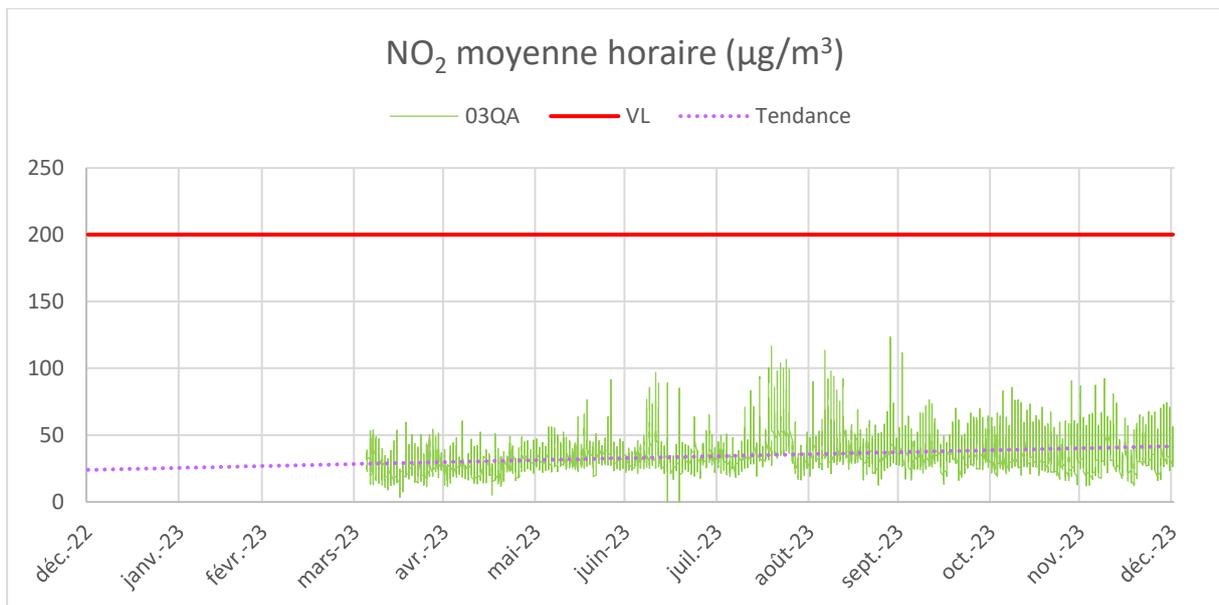


Figure 16 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 01QA Préfecture



**Figure 17 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 02QA Wilson**



**Figure 18 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 03QA Pin**

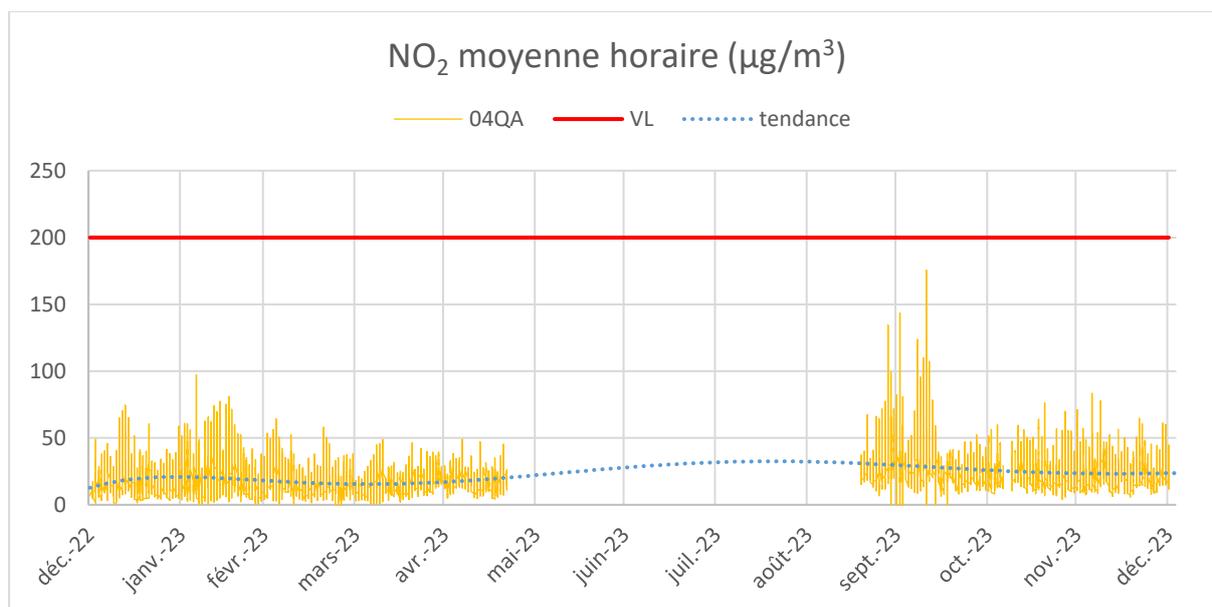


Figure 19 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 04QA Jasmin

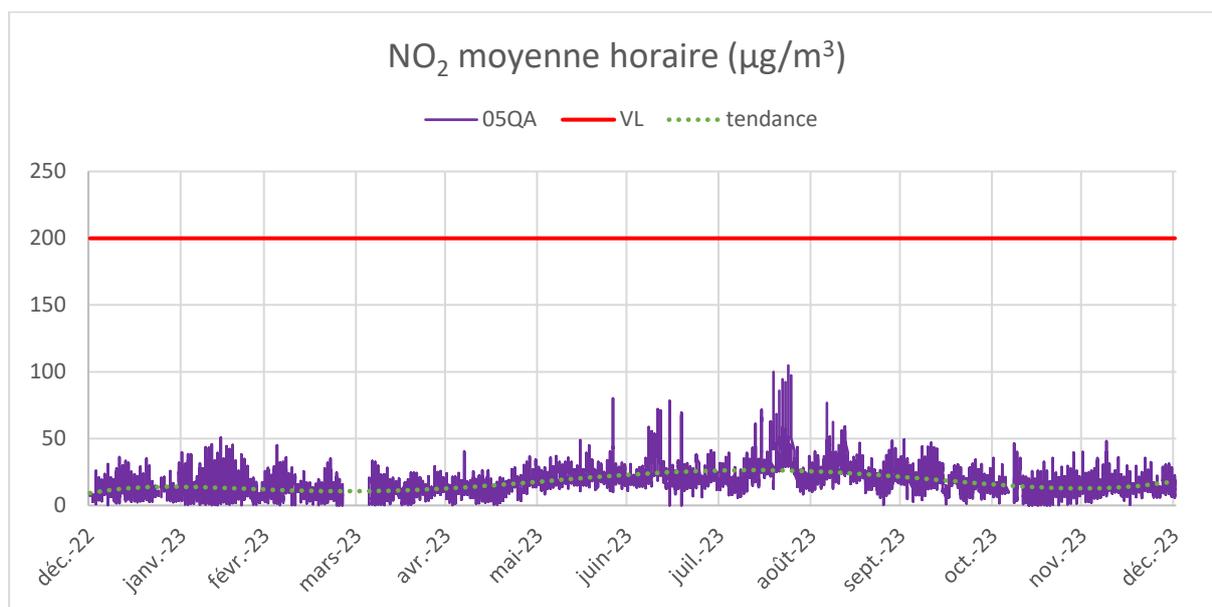


Figure 20 Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Station 05QA Pompeyrie

Aucun dépassement de la valeur seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> n'a été enregistré en 2023 sur aucune des cinq stations. La valeur limite horaire pour le NO<sub>2</sub> est donc respectée aux cinq stations. Nous rappelons que ces informations sont présentées à titre indicatif pour les stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin qui n'ont pas enregistré les 75% de données nécessaires à leur validation.

*Nota : nous pouvons voir une augmentation progressive de la ligne de base des concentrations durant l'été. Cela corrèle avec les observations faites au point 3.3.1 concernant la dérive des cellules durant l'été.*

### 3.3.3. Conclusions

Nous pouvons tirer les conclusions suivantes concernant les concentrations en NO<sub>2</sub> :

- ⇒ Pour les 2 stations valides, **01QA Préfecture** et **05QA Pompeyrie**, les moyennes annuelles sont inférieures à la valeur limite règlementaire ;
- ⇒ Les moyennes annuelles sont néanmoins supérieures à la ligne directrice de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) publiée en septembre 2021 ;
- ⇒ Les moyennes annuelles sont également supérieures à la valeur limite de l'UE proposée dans le cadre de la révision de la directive (20 µg/m<sup>3</sup>) pour la station 01QA Préfecture. Au vu des incertitudes de mesures, la station 05QA pourrait également présenter un dépassement. Pour les autres stations, le nombre de données invalidées étant supérieures à 25%, il n'est pas possible de conclure.

Les stations 02QA Wilson et 04QA Jasmin, en raison d'un problème station, n'ont remonté aucune donnée durant les mois d'été, les mois où la concentration en NO<sub>2</sub> était la plus forte aux autres stations.

- ⇒ **La valeur limite horaire est respectée aux cinq stations.**
- ⇒ **Les concentrations mesurées tendent à n'indiquer aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle ou valeur limite horaire à la station 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie, malgré des dérives de mesure durant l'été.**
- ⇒ Les données disponibles aux stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin tendent à n'indiquer aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle ou valeur limite horaire. Ces résultats sont cependant à considérer avec précaution en raison de la perte importante de données.
- ⇒ **Néanmoins, une diminution des concentrations en NO<sub>2</sub> à des niveaux bien inférieurs à la valeur limite en vigueur 40 µg/m<sup>3</sup> est souhaitable afin d'atteindre le futur objectif de 20 µg/m<sup>3</sup> qui devrait intervenir d'ici 2 ans.**

### 3.4. Particules fines

#### 3.4.1. PM<sub>10</sub>

##### 3.4.1.1. Valeur moyenne annuelle

Les moyennes annuelles en 2021, 2022 et 2023 sont présentées ci-dessous. La valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> est indiquée en rouge.

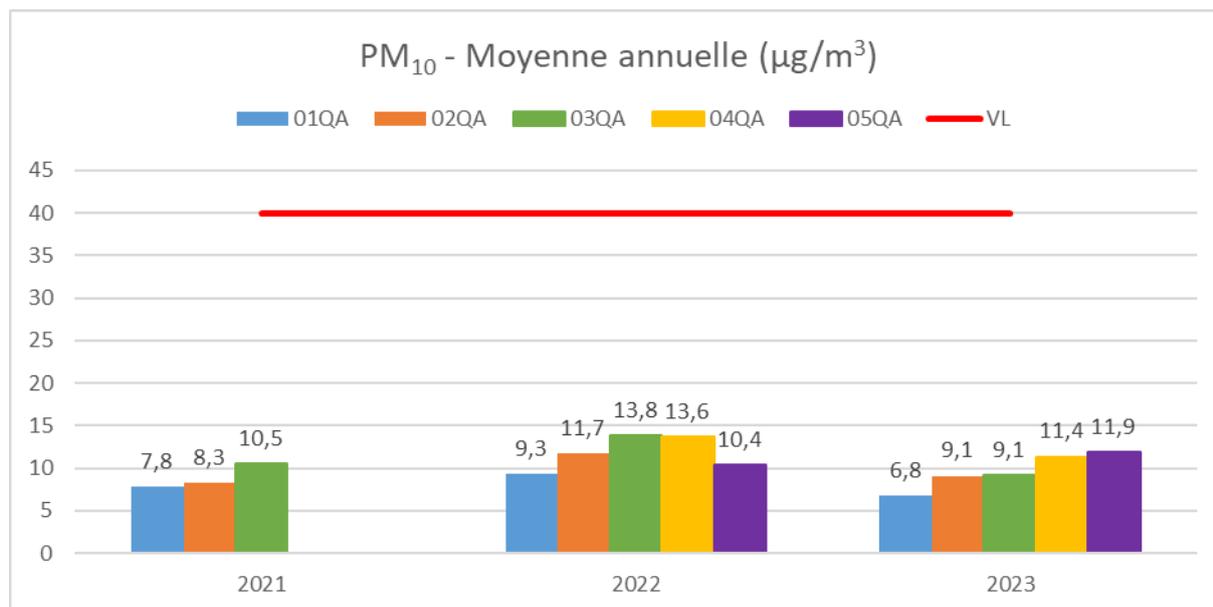


Figure 21 PM<sub>10</sub> - moyennes annuelles (µg/m<sup>3</sup>)

*NB : La moyenne annuelle 2021 est présentée de manière indicative car elle a été calculée sur 8 mois (mai à décembre 2021) et non sur 12 mois. Les moyennes annuelles 2022 des stations 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie sont présentées de manière indicative car elles sont calculées sur 2 mois (de novembre à décembre 2022) et non sur 12 mois.*

Par rapport à 2022, les concentrations mesurées en 2023 en PM<sub>10</sub> sont moins élevées à la station 01QA. Cette même tendance a été également observée pour le NO<sub>2</sub>. Par ailleurs, les stations de référence des AASQA Marmande (Atmo Nouvelle Aquitaine), Montauban (Atmo Occitanie) et Peyrusse (Atmo Occitanie) ont-elles aussi observées la même tendance.

La valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) est largement respectée aux cinq stations en 2023, avec des concentrations ne dépassant pas 11,9 µg/m<sup>3</sup>. Les valeurs sont donc également inférieures à la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>) ainsi qu'à la proposition de correction de la directive de l'UE.

Nous remarquons une incohérence dans la répartition des concentrations en PM<sub>10</sub> aux différentes stations. En effet, les stations 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie sont des stations plutôt représentatives des concentrations de fond et donc mesurant des concentrations en polluant plus basses que les autres stations. Cependant, nous constatons que la concentration en PM<sub>10</sub> mesurées à la station 05QA est la plus élevée des cinq stations. La perte importante de données aux stations 02QA, 03QA et 04QA expliquent peut-être ces résultats.

### 3.4.1.2. Valeurs journalières

Les Figure 22, Figure 23, Figure 24, Figure 25 et Figure 26 ci-dessous présentent les moyennes journalières en PM<sub>10</sub> mesurées aux cinq stations. La valeur limite en moyenne journalière (50 µg/m<sup>3</sup>) est indiquée en rouge. Celle-ci ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an.

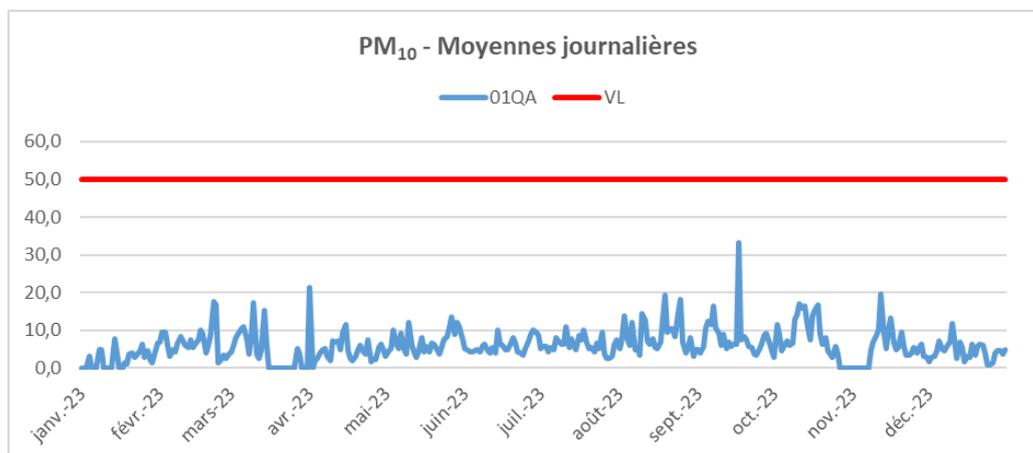


Figure 22 Moyennes journalières PM<sub>10</sub> - station 01QA Préfecture (µg/m<sup>3</sup>)

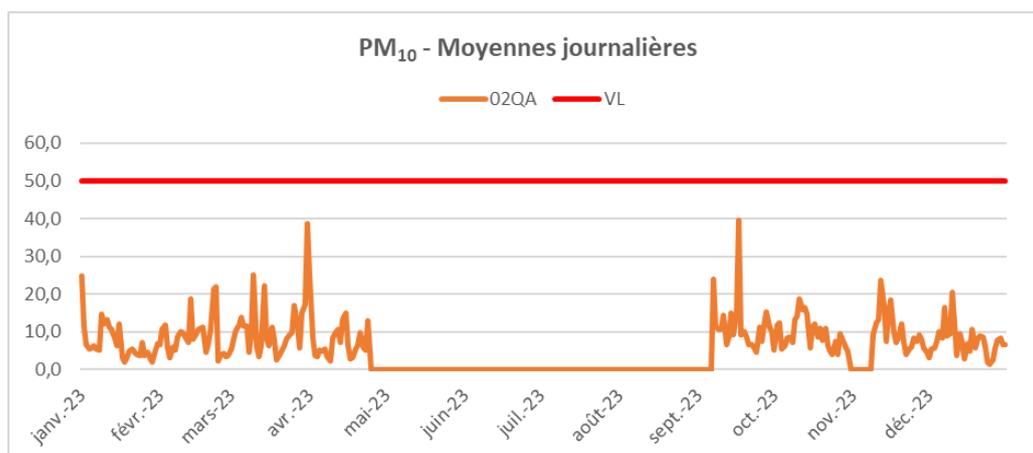


Figure 23 Moyennes journalières PM<sub>10</sub> - station 02QA Wilson (µg/m<sup>3</sup>)

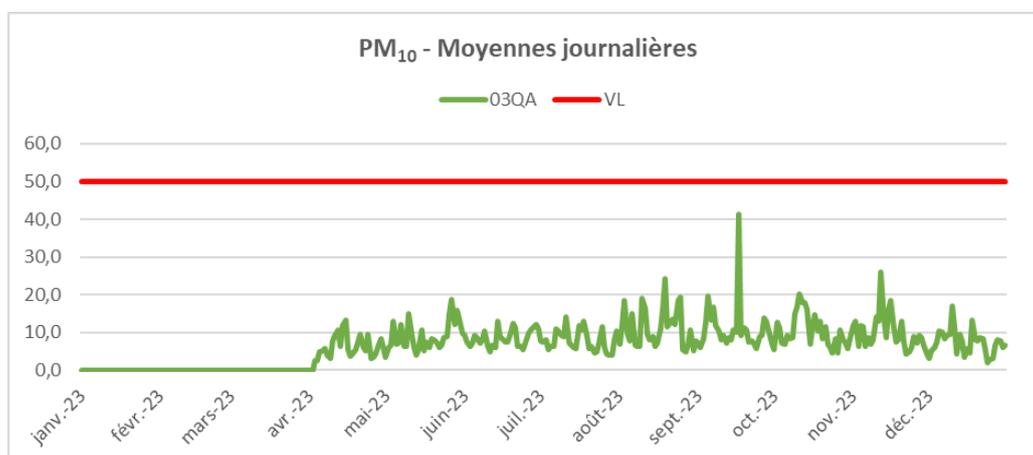


Figure 24 Moyennes journalières PM<sub>10</sub> - station 03QA Pin (µg/m<sup>3</sup>)

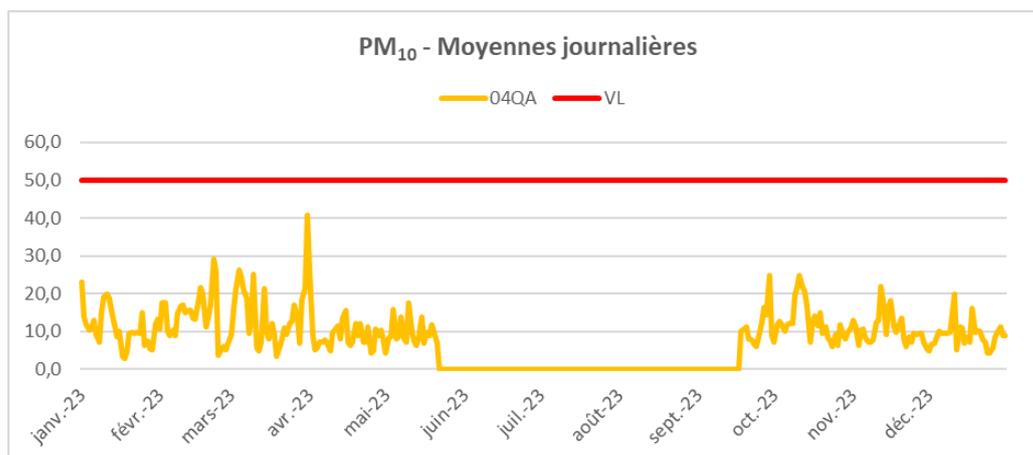


Figure 25 Moyennes journalières PM<sub>10</sub> - station 04QA Jasmin (µg/m<sup>3</sup>)

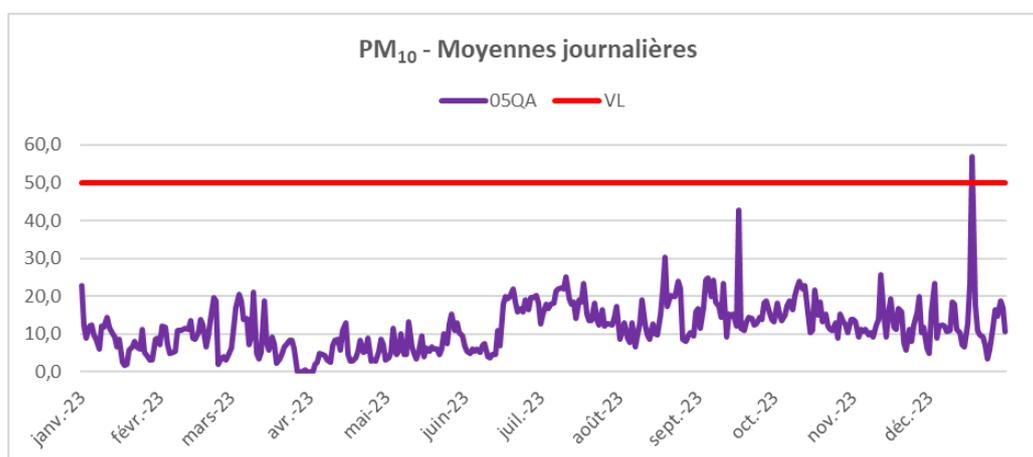


Figure 26 Moyennes journalières PM<sub>10</sub> - station 05QA Pompeyrie (µg/m<sup>3</sup>)

La valeur de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière n'a été dépassée qu'un jour en 2023 : le 21 décembre à la station 05QA Pompeyrie. **La valeur limite journalière est donc respectée.**

- ⇒ La valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) est respectée aux cinq stations en 2023,
- ⇒ Les valeurs mesurées sont également inférieures à la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>) ainsi qu'à la proposition de correction de la directive de l'UE.
- ⇒ La valeur moyenne journalière n'a été dépassée qu'un jour en 2023 sur la station 05QA Pompeyrie : le 21 décembre. La valeur limite journalière est donc respectée.

### 3.4.2. PM<sub>2,5</sub>

La seule valeur limite pour les PM<sub>2,5</sub> est exprimée en moyenne annuelle. La Figure 27 présente les moyennes annuelles en 2021, 2022 et 2023 pour les stations de mesure 01QA Préfecture, 02QA Wilson, 03QA Pin, 2022 et 2023 pour les stations 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie. La valeur limite est indiquée en rouge.

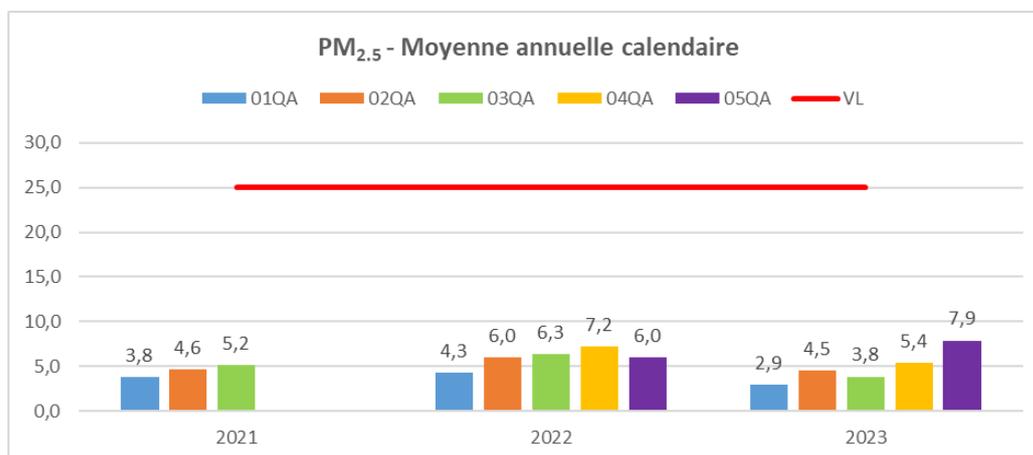


Figure 27 Moyennes annuelles en PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

*NB : La moyenne annuelle 2021 est présentée de manière indicative car elle a été calculée sur 8 mois (mai à décembre 2021) et non sur 12 mois. Les moyennes annuelles 2022 des stations 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie sont présentées de manière indicative car elles sont calculées sur 2 mois (de novembre à décembre 2022) et non sur 12 mois.*

Comme pour le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub>, les concentrations mesurées en PM<sub>2,5</sub> en 2023, par rapport à 2022, sont moins élevées à la station 01QA. Cette fois encore, les stations de référence des AASQA Marmande (Atmo Nouvelle Aquitaine), Montauban (Atmo Occitanie) et Peyrusse (Atmo Occitanie) ont-elles aussi observées la même tendance.

**Les concentrations annuelles 2023 en PM<sub>2,5</sub> sont très inférieures à la valeur limite.** La ligne directrice de l'OMS (5 µg/m<sup>3</sup>) est cependant dépassée sur toutes les stations hormis 01QA Préfecture et 04QA Jasmin<sup>1</sup>. Ces Informations sont présentées à titre indicatif pour les stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin qui n'ont pas enregistré les 75% de données nécessaires à leur validation

- ⇒ La valeur limite annuelle (25 µg/m<sup>3</sup>) est respectée aux cinq stations en 2023,
- ⇒ Les valeurs mesurées sont néanmoins supérieures à la proposition de nouvelles valeur envisagée dans la future européenne.

<sup>1</sup> Informations présentées à titre indicatif, les stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin n'ayant pas enregistré les 75% de données nécessaire à leur validation

### 3.5. Monoxyde de Carbone (CO)

La valeur limite en vigueur pour le monoxyde de carbone est de  $10 \text{ mg/m}^3$  et concerne un maximum journalier pour une moyenne glissante sur 8 heures. Cette valeur ne doit jamais être dépassée, contrairement aux valeurs limites horaires et journalières du  $\text{NO}_2$  et des  $\text{PM}_{10}$  où un nombre de dépassements par année civile est toléré.

Afin de déterminer si cette valeur limite est dépassée ou non, nous avons donc calculé les moyennes glissantes sur 8 heures sur l'ensemble de la période de mesures, et comparé les valeurs obtenues à la valeur de  $10 \text{ mg/m}^3$ . Cette analyse confirme qu'il **n'y a eu aucun dépassement de la valeur limite sur la période de mesure, et ce aux stations 01QA Préfecture, 02QA Wilson, 03QA Pin, 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie**. Les valeurs mesurées sont de plus bien inférieures à la valeur limite.

Afin de rendre compte de ces valeurs très basses, nous présentons ci-dessous les valeurs maximales des moyennes glissantes sur 8 heures obtenues aux trois stations de qualité de l'air et ce pour chacun des mois de l'année. La valeur limite est indiquée en rouge pour comparaison.

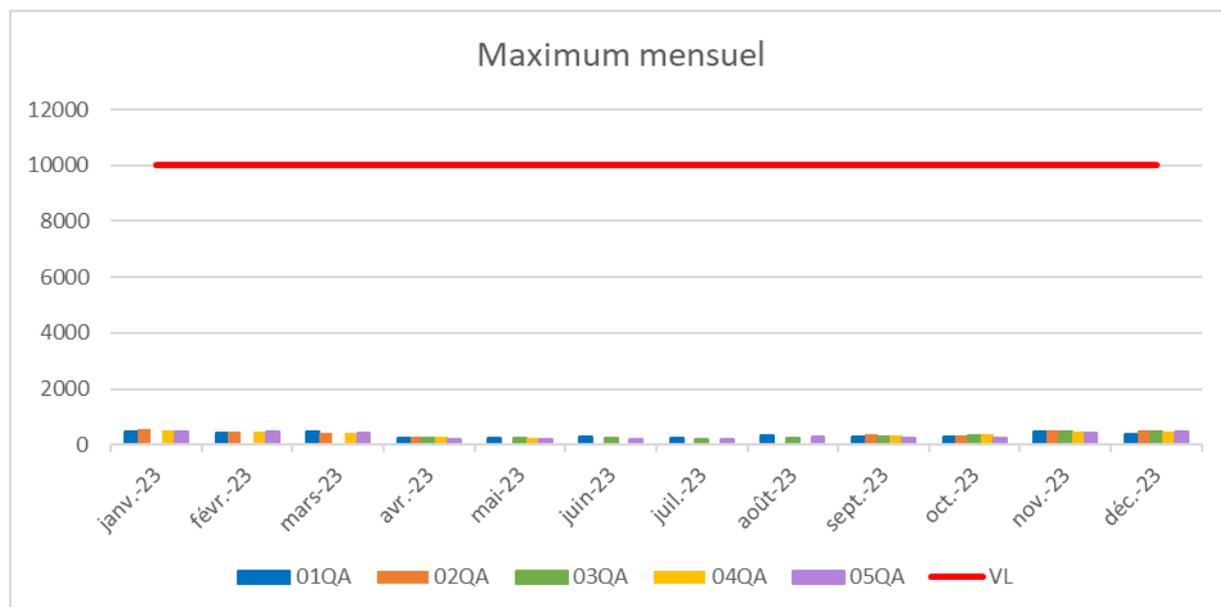


Figure 28 Maximum mensuel de la moyenne glissante sur 8h en CO ( $\mu\text{g/m}^3$ )

Les concentrations en monoxyde de carbone sont restées très faibles pendant toute la période de mesure. La valeur limite de  $10\,000 \mu\text{g/m}^3$  en maximum journalier sur 8h ainsi que la recommandation de l'OMS de  $4\,000 \mu\text{g/m}^3$  sont très largement respectées à Agen.

### 3.6. Ozone (O<sub>3</sub>)

Concernant l’ozone, il n’existe pas de valeur limite mais cinq valeurs exprimées sur des pas de temps différents (cf. Tableau 8). **L’objectif et la valeur cible** pour la protection de la santé humaine ont tous deux pour valeur **120 µg/m<sup>3</sup> correspondant à un maximum journalier sur une moyenne de 8 heures**. L’objectif ne doit pas être dépassé, tandis que pour la valeur cible, il est indiqué que le seuil est à ne pas dépasser plus de vingt-cinq jours par année civile en moyenne calculée sur trois ans. Il existe ensuite **trois seuils exprimés en moyenne horaire allant de 180 µg/m<sup>3</sup>** (seuil de recommandation et d’information) **à 360 µg/m<sup>3</sup>** (seuil d’alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d’urgence).

Nous avons donc analysé les données de mesure de l’ozone sous deux formes, en moyenne sur 8 heures et en concentration horaire.

➤ **Maximums journaliers des moyennes glissantes sur 8 heures**

La valeur de comparaison dans le cas présent est 120 µg/m<sup>3</sup>.

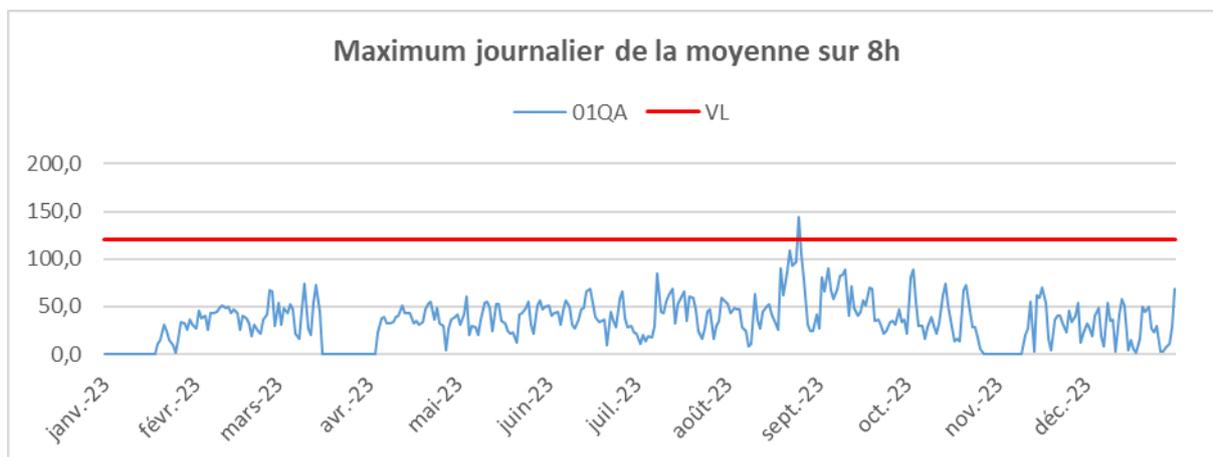


Figure 29 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 01QA Préfecture (µg/m<sup>3</sup>)

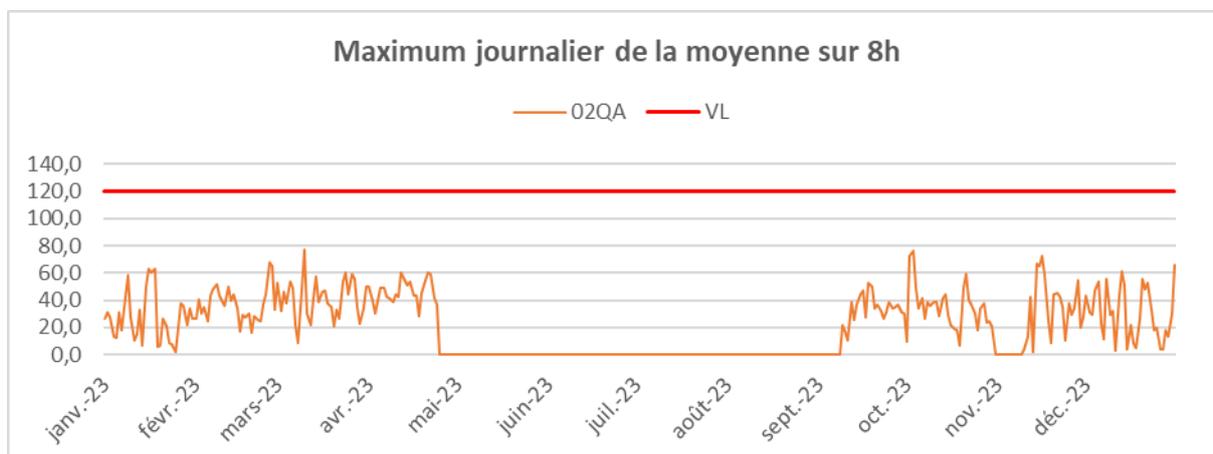


Figure 30 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 02QA Wilson (µg/m<sup>3</sup>)

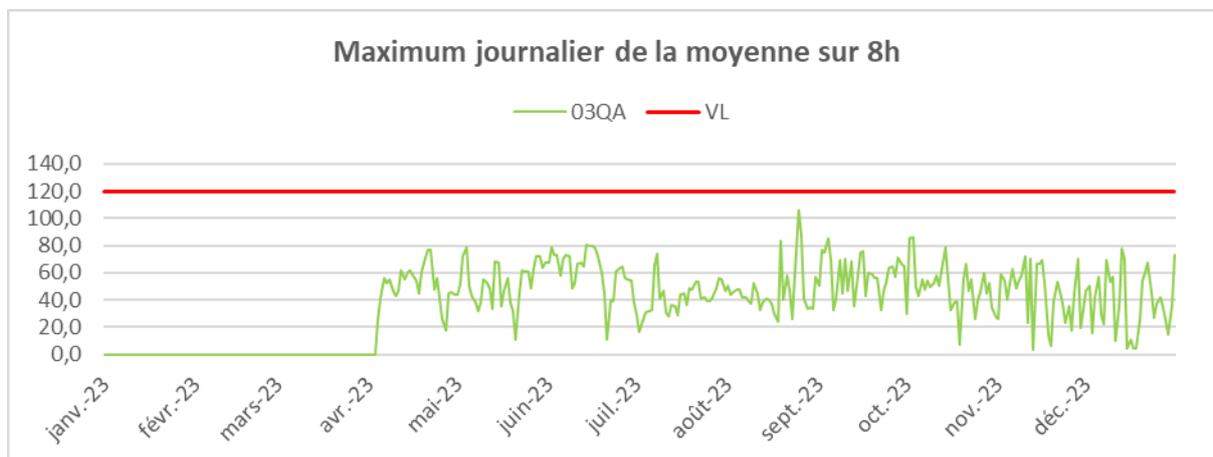


Figure 31 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 03QA Pin ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

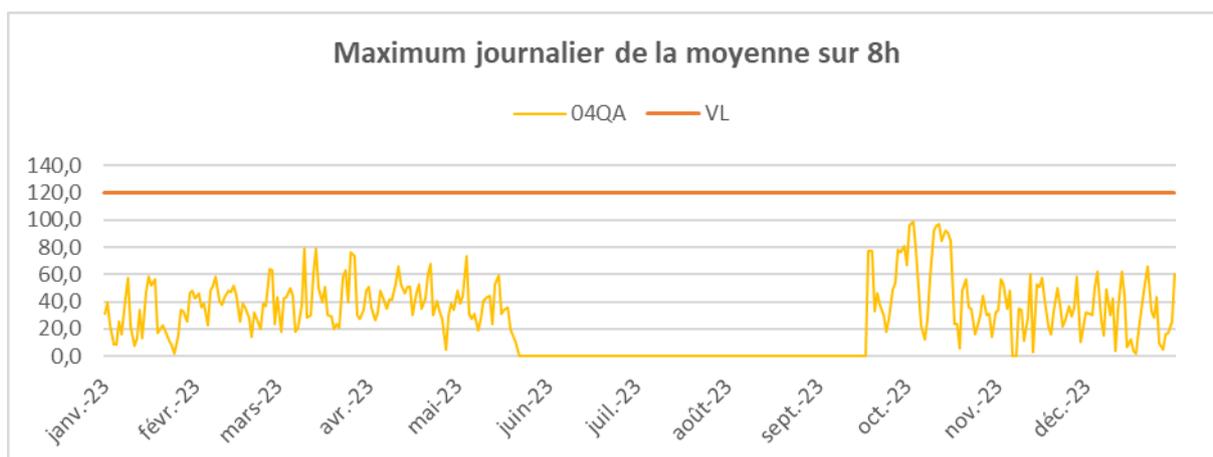


Figure 32 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 04QA Jasmin ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

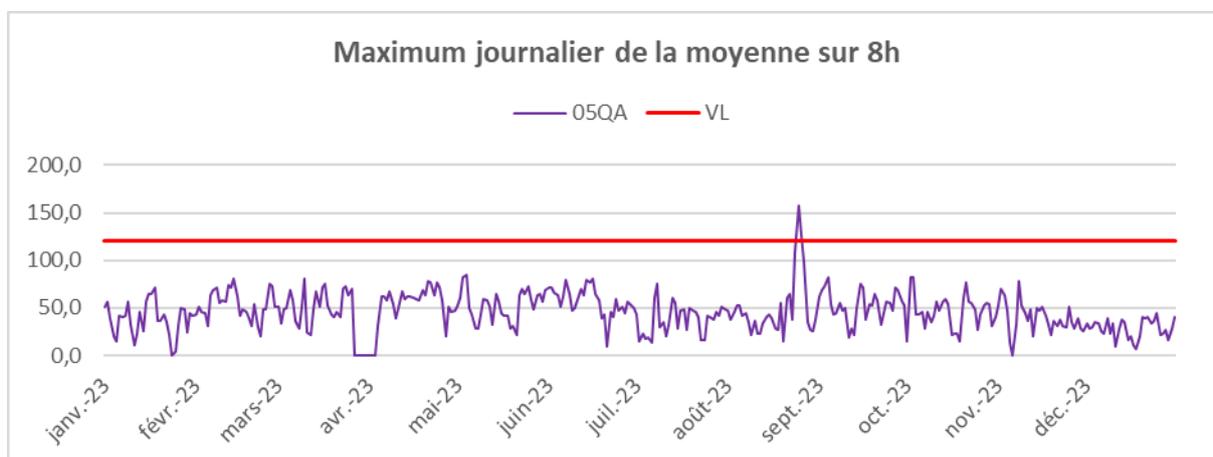


Figure 33 Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heure station 05QA Pompeyrie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Nous présentons ci-dessous un résumé du nombre de dépassements enregistrés sur la période de mesures aux cinq stations :

Tableau 11 Nombre de dépassements de la valeur cible pour la protection de la santé humaine

Station	01QA Préfecture	02QA Wilson	03QA Pin	04QA Jasmin	05QA Pompeyrie
Nombre jours où il y a au moins un dépassement de la valeur de 120 µg/m <sup>3</sup> en moyenne glissante sur 8 heures	2	0	0	0	3
Valeur cible	Pas plus de 25 jours par année civile, en moyenne sur 3 ans				

Nous pouvons donc observer que l'objectif a été dépassé 2 et 3 fois en 2023, respectivement aux stations 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie. Les trois autres stations n'ont en effet enregistré aucun dépassement, mais rappelons que pour ces stations, le nombre de valeurs valides ne permet pas de conclure, notamment pour les stations 02QA et 04QA.

**La valeur cible n'est donc pas dépassée pour les deux stations 01QA et 05QA.** Nous rappelons, de plus, que l'objectif correspond à « un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ». Celui-ci n'a pas de valeur réglementaire.

Concernant les dépassements enregistrés, nous notons que ceux-ci ont eu lieu en septembre. Ceci est cohérent avec des concentrations en ozone plus élevées en période estivale. En effet, l'ozone est un polluant secondaire issu d'une réaction photochimique, c'est-à-dire qui a lieu sous l'effet des rayons solaires. La période estivale est donc généralement associée aux pics d'ozone.

L'absence de dépassements à la station 03QA Pin peut être attribuée à sa proximité au trafic routier et donc à des émissaires importants de NO<sub>x</sub>. Ces polluants « utilisent » l'ozone dans la réaction d'oxydation du NO en NO<sub>2</sub>. Les concentrations en ozone aux abords des routes sont donc généralement plus basses, avec des valeurs plus élevées observées dans les quartiers résidentiels, en milieu périurbain et en campagne.

A titre indicatif, afin de vérifier si les seuils définis au Tableau 8 ont été dépassés, nous avons également vérifié les moyennes horaires des concentrations en ozone sur la période de mesure. Nous voyons dans le Tableau 12 ci-après que le seuil de recommandation et d'information a été dépassé seulement 1 fois à la station 05QA Pompeyrie. Le seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour la population ainsi que les seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence n'ont quant à eux pas été pas dépassés et ceci sur aucune station.

*Nota : le constat de dépassement des seuils est sous la responsabilité des associations régionales de surveillance de qualité de l'air. Les autorités doivent ensuite décider des mesures à mettre en œuvre afin de réduire les émissions. Cette procédure est encadrée par des textes réglementaires et se fait sur la base des mesures de référence des AASQA<sup>2</sup>. Les capteurs utilisés dans le cadre de cette campagne de mesures ne peuvent être utilisés à ces fins.*

<sup>2</sup> AASQA : Association Agréée de Surveillance de Qualité de l'Air

Tableau 12 Nombre de dépassements des seuils sur la période de mesures

Seuil ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Station 01QA Préfecture	Station 02QA Wilson	Station 03QA Pin	Station 04QA Jasmin	Station 05QA Pompeyrie
Recommandation et information : >180 sur 1h		0	0	0	0	1
Alerte pour une protection sanitaire pour toute la population : >240 sur 1h		0	0	0	0	0
Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	>240 pendant 3h	0	0	0	0	0
	>300 pendant 3h	0	0	0	0	0
	>360 sur 1h	0	0	0	0	0

## 4. Analyse des données de température et d'hygrométrie

### 4.1. Données mesurées à Agen

Les conditions de température et d'humidité relative sont mesurées sur quinze stations actuellement en service à Agen. La localisation de ces stations est indiquée sur la Figure 1. Ces quinze stations ont été classées sous quatre typologies (comme décrit au Tableau 3) :

- Centre-ville avec bâti très dense ;
- Centre-ville avec bâti dense ;
- Centre-ville parc public ;
- Périurbain.

Les données ont été mesurées sur un pas de temps de 10 minutes environ. La période de mesures court du 1<sup>er</sup> janvier 2023 au 31 décembre 2023 et est comparée à la période de mesure 1<sup>er</sup> janvier 2022 au 31 décembre 2022.

**NB : Pour les stations 9 Barbusse, 10 Campus du Pin, 04QA Jasmin et 05QA Pompeyrie n'ayant été installées que fin octobre 2022, la comparaison d'analyse des données 2022-2023 ne peut être aussi développée qu'aux autres stations.**

Il est à noter qu'il avait été remarqué en 2022 un phénomène prononcé d'îlot de chaleur au niveau de la station 02 Ermitage, pourtant située en milieu périurbain mais avec une absence totale de zone ombragée sur la journée. La station 02 Ermitage a été déplacé dans une zone moins exposée au soleil fin février 2023.

Comme décrit au point 2.2.4, le phénomène d'îlot de chaleur consiste en un réchauffement de l'air en milieu urbain du fait des matériaux présents et de l'occupation des sols. Il se traduit par des températures plus élevées qu'en milieu périurbain ou rural, surtout la nuit où les matériaux rejettent la chaleur accumulée au cours de la journée. Des études ont montré que ce phénomène est plus marqué en été, lors des épisodes de fortes chaleurs. Toutefois, en hiver, ce phénomène peut être observé lorsque le temps est ensoleillé mais froid, où les matériaux vont plus facilement relarguer la chaleur accumulée la journée grâce à des températures extérieures froides la nuit. Le chauffage individuel et les gaz d'échappement des véhicules participent également au phénomène d'îlot de chaleur, particulièrement en période hivernale. Néanmoins, les impacts directs sur la santé en hiver ne sont pas comparables à ceux attendus en période estivale.

Afin de déterminer l'importance du phénomène d'îlot de chaleur à Agen, nous avons analysé les différences de température entre les onze stations en période jour (de 8h à 20h) et en période nuit (de 20h à 8h). En plus de ceci, nous avons comparé les résultats avec la station 08 située à la périphérie de la ville, prise comme station de référence. Les valeurs moyennes sur chacun des mois de la période de mesure sont présentées ci-après. Afin de faciliter la lecture des résultats, nous avons classé les stations par typologie.

Des données ont été perdues en raison d'arrêts temporaires des capteurs dont les plus importants sont :

- Capteur 01QA à l'arrêt du 27/10/23 au 09/11/23 (typologie Centre-ville – parc public)
- Capteur 02QA à l'arrêt du 25/04/2023 au 07/09/2023 (typologie Centre-ville bâti très dense)
- Capteur 03QA a l'arrêt du 24/11/22 au 03/04/23 (typologie Centre-ville bâti très dense)
- Capteur 04QA a l'arrêt du 22/05/23 au 18/09/23 (typologie Centre-ville bâti très dense)
- Capteur 05QA à l'arrêt du 27/03/23 au 04/04/23 (typologie Centre-ville – parc public)

Ces arrêts peuvent affecter l'interprétation des résultats. En effet, la perte de donnée complique :

- La comparaison à l'année 2022 ;
- La comparaison entre typologie : la majorité de perte de données affecte la typologie Centre-ville bâti très dense ;
- La comparaison des saisons : la majorité de perte de données de la typologie Centre-ville bâti très dense a eu lieu au cours des mois les plus chauds ;
- Le travail de corrélation ultérieur entre qualité de l'air et augmentation des températures notamment sur les mois d'été.

Tableau 13 Températures moyennes en période « jour » (°C)

Mois/station		02QA	03QA	04QA*	03	05	06	09*	10*	01QA	05QA*	01	04	07	02	08
Typologie stations		Centre-ville bâti très dense				Centre-ville bâti dense				Centre-ville parc public				Périurbain		
Janvier	2022	5,6	5,4	-	5,2	5,1	4,9	-	-	5,3	-	4,9	4,8	4,8	5,7	4,9
	2023	7,8	-	7,9	7,3	7,2	7,1	7,4	6,9	4,9	7,3	7,1	7,0	7,1	7,1	7,1
Février	2022	11,3	11,0	-	10,8	10,9	10,7	-	-	11,0	-	11,3	10,6	10,8	11,5	10,7
	2023	9,5	-	10,2	9,1	9,1	8,9	9,9	8,6	9,2	9,1	9,1	8,8	8,8	9,3	8,8
Mars	2022	13,9	13,7	-	14,0	13,7	13,1	-	-	13,8	-	13,6	13,3	13,7	13,7	13,8
	2023	13,9	-	14,5	13,9	13,7	13,6	14,0	13,3	11,2	11,6	13,4	13,3	13,5	13,5	13,7
Avril	2022	15,1	15,0	-	15,1	15,0	14,8	-	-	15,2	-	14,6	14,4	14,9	15,2	15,0
	2023	15,3	16,6	17,0	16,4	16,3	16,0	16,6	15,6	16,3	16,4	15,7	15,7	16,0	15,9	16,3
Mai	2022	23,1	23,4	-	23,4	23,4	23,1	-	-	23,6	-	22,8	22,6	22,8	23,8	23,5
	2023	-	20,5	19,5	20,3	20,5	20,2	20,7	19,7	20,5	20,1	19,5	19,8	19,8	20,1	20,5
Juin	2022	25,2	25,6	-	25,6	25,5	25,3	-	-	25,5	-	24,7	24,7	24,8	25,7	25,5
	2023	-	25,6	-	25,5	25,5	25,1	25,6	24,6	25,3	24,9	24,3	24,6	24,7	25,2	25,4
Juillet	2022	28,4	28,8	-	28,9	28,9	28,8	-	-	29,3	-	27,9	27,9	28,0	29,8	29,0
	2023	-	26,2	-	26,0	25,9	26,0	26,3	25,3	26,0	25,6	25,0	25,3	25,4	25,8	26,1
Août	2022	28,5	28,7	-	28,8	28,7	28,7	-	-	28,9	-	27,8	27,7	28,0	29,7	28,7
	2023	-	27,0	-	26,9	26,8	26,8	27,2	26,2	26,8	26,6	26,0	26,0	26,3	26,6	26,8
Septembre	2022	23,1	22,8	-	23,2	23,2	22,8	-	-	22,9	-	22,0	21,8	22,6	24,0	22,9
	2023	25,3	25,6	23,7	26,1	25,9	25,4	26,3	25,1	25,6	25,4	24,9	24,9	25,3	25,7	25,6
Octobre	2022	21,8	21,4	22,2	21,6	21,4	21,2	22,0	20,8	21,3	21,3	21,0	20,7	21,0	21,9	21,3
	2023	20,4	20,0	20,9	20,3	20,2	19,8	20,4	19,6	20,4	19,9	19,4	19,1	19,6	20,0	19,6
Novembre	2022	13,6	14,5	13,9	13,1	13,0	12,9	13,4	12,3	13,1	13,1	12,7	12,6	12,7	13,5	12,9
	2023	12,6	12,4	12,8	12,2	12,2	12,0	12,4	11,8	12,5	12,1	11,8	11,7	11,8	11,8	11,9
Décembre	2022	10,1	-	10,3	9,7	9,4	9,3	9,9	9,4	6,9	9,5	9,3	9,2	9,3	9,9	9,5
	2023	9,3	9,3	9,5	9,0	10,4	8,6	9,0	8,5	9,0	8,8	8,6	8,5	8,6	8,5	8,7
MOYENNE	2022	18,3	19,1	15,4	18,3	18,2	18,0	15,1	14,2	18,1	14,7	17,7	17,5	17,8	18,7	18,1
	2023	*214,3↘	20,4↗	*215,1↘	17,7↘	17,8↘	17,4↘	18,0↗	17,1↗	*217,3↘	17,3↗	17,1↘	17,1↘	17,3↘	17,5↘	17,5↘

\*stations installées fin octobre 2022

\*2 données présentées à titre indicatif

En période jour, les températures sont plutôt homogènes parmi les quinze stations à Agen. Les températures les plus élevées sont généralement mesurées aux stations de typologie bâti très dense (02A, 03QA, 04QA et 3), avec les températures le plus basses observées aux station 04 (Parc Jayan) et 01 (Parc Gravier).

Nous présentons ci-après les températures moyennes « nuit » aux stations.

Tableau 14 Températures moyennes en période « nuit » (°C)

Mois/station	02QA	03QA	04QA*	03	05	06	09*	10*	01QA	05QA*	01	04	07	02	08	
<b>Typologie stations</b>	<b>Centre-ville bâti très dense</b>				<b>Centre-ville bâti dense</b>				<b>Centre-ville parc public</b>				<b>Périurbain</b>			
Janvier	2022	4,1	3,4	-	2,9	2,9	2,4	-	-	3,5	-	3,0	2,8	2,5	3,3	1,9
	2023	6,4	-	6,0	5,4	5,4	5,1	5,2	5,0	3,4	5,3	5,4	5,3	5,2	5,2	4,8
Février	2022	8,8	8,1	-	7,7	7,6	7,3	-	-	8,1	-	7,8	7,5	7,2	8,1	6,5
	2023	6,2	-	5,6	4,8	4,6	4,0	4,4	4,1	5,3	4,1	4,7	4,6	4,0	5,6	2,8
Mars	2022	11,0	10,3	-	10,2	9,8	9,6	-	-	10,2	-	9,8	9,9	9,5	10,1	9,0
	2023	11,2	-	10,8	10,2	10,2	9,8	9,9	9,6	8,3	8,5	10,0	10,0	9,7	10,1	9,0
Avril	2022	12,6	12,0	-	11,8	11,7	11,3	-	-	12,0	-	11,4	11,5	11,3	11,4	10,7
	2023	12,5	13,1	13,1	12,6	12,6	12,1	12,4	11,8	13,1	12,1	12,3	12,2	12,0	12,1	11,0
Mai	2022	19,5	19,0	-	18,8	18,6	18,3	-	-	18,8	-	18,2	18,3	18,1	18,3	17,3
	2023	-	16,6	15,5	16,4	16,3	16,0	16,4	15,6	16,4	15,7	15,8	15,7	15,8	15,6	15,0
Juin	2022	22,2	21,7	-	21,5	21,3	20,9	-	-	21,5	-	21,0	20,9	20,7	20,8	20,2
	2023	-	21,3	-	21,0	20,9	20,6	21,1	20,3	21,0	20,3	20,6	20,4	20,3	20,3	19,8
Juillet	2022	25,0	24,3	-	24,3	24,0	23,5	-	-	24,2	-	23,6	23,5	23,2	23,5	22,2
	2023	-	22,5	-	22,2	22,1	22,0	22,4	21,4	22,2	21,4	21,7	21,7	21,6	21,3	21,1
Août	2022	25,2	24,5	-	24,4	24,0	23,8	-	-	24,3	-	23,7	23,5	23,4	24,2	22,6
	2023	-	22,7	-	22,6	22,3	22,1	22,7	21,7	22,5	21,7	22,0	21,9	21,8	21,8	21,3
Septembre	2022	19,8	18,9	-	18,6	18,5	18,1	-	-	18,9	-	18,0	17,9	17,9	18,7	17,2
	2023	21,0	21,3	18,7	21,2	20,8	20,4	21,1	20,3	21,1	20,2	20,7	20,5	20,2	21,0	19,4
Octobre	2022	18,8	18,1	18,4	17,8	17,5	17,2	17,7	16,8	18,0	17,4	17,4	17,3	17,2	18,1	16,7
	2023	17,2	16,2	16,7	15,9	15,7	15,3	15,8	15,2	16,9	15,3	15,9	15,4	15,2	16,2	14,4
Novembre	2022	11,1	11,4	10,7	10,0	9,8	9,4	9,7	9,2	10,4	9,7	9,8	9,6	9,5	10,4	9,0
	2023	10,4	10,3	10,4	9,9	9,9	9,5	9,8	9,4	10,0	9,6	9,8	9,6	9,6	9,6	9,3
Décembre	2022	8,5	-	8,2	7,4	7,4	7,1	7,3	7,2	5,7	7,4	7,3	7,3	7,1	7,7	6,8
	2023	7,9	7,7	7,9	7,3	10,6	6,9	7,1	6,9	7,6	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2	6,8
MOYENNE	2022	15,6	15,6	12,4	14,6	14,4	14,1	11,6	11,1	14,6	11,5	14,2	14,2	14,0	14,6	13,3
	2023	*211,6↘	16,9↗	*211,6↘	14,1↘	14,3↘	13,6↘	14,7↗	13,5	*214,0↘	13,5↗	13,8↘	13,7↘	13,5↘	13,8↘	12,9↘

\*stations installées fin octobre 2022

\*2 données présentées à titre indicatif

En période nuit, nous retrouvons une distribution attendue des températures, avec les valeurs les plus élevées mesurées aux stations rouges, et les valeurs les plus basses observées à la station de référence située en milieu périurbain.

Nous présentons ci-après les différences de températures entre les stations de mesure et la station de référence en période nuit. Plus ce delta est important et plus l'air entourant la station de mesure est chaud par rapport à la zone périurbaine de référence, donc plus le phénomène d'îlot de chaleur est prononcé.

Tableau 15 Différences de températures moyennes nuit entre les stations et la station de référence (station 08) (°C)

Mois/station	02QA	03QA	04QA*	03	05	06	09*	10*	01QA	05QA*	01	04	07	02	08	
<b>Typologie stations</b>	<b>Centre-ville bâti très dense</b>				<b>Centre-ville bâti dense</b>				<b>Centre-ville parc public</b>				<b>Périurbain</b>			
Janvier	2022	+ 2,1	+ 1,4	-	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,5	-	-	+ 1,6	-	+ 1,1	+ 1,0	+ 0,6	+ 1,5	-
	2023	+1,5	-	+1,2	+0,6	+0,6	+0,3	+0,4	+0,2	0	+0,5	+0,5	+0,5	+0,4	+0,4	-
Février	2022	+ 2,3	+ 1,5	-	+ 1,2	+ 1,0	+ 0,8	-	-	+ 1,6	-	+ 1,2	+ 1,0	+ 0,7	+ 1,6	-
	2023	+3,4	-	+2,7	+1,9	+1,8	+1,2	+1,6	+1,3	+2,4	+1,3	+1,8	+1,8	+1,2	+2,8	-
Mars	2022	+ 2,0	+ 1,3	-	+ 1,2	+ 0,8	+ 0,6	-	-	+ 1,2	-	+ 0,8	+ 0,9	+ 0,5	+ 1,1	-
	2023	+2,2	-	+1,8	+1,2	+1,1	+0,7	+0,9	+0,6	+1,5	-0,5	+1,0	+0,9	+0,7	+1,1	-
Avril	2022	+ 2,0	+ 1,5	-	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,6	-	-	+ 1,2	-	+ 0,7	+ 0,8	+ 0,6	+ 0,6	-
	2023	+3,0	+2,0	+2,1	+1,6	+1,6	+1,1	+1,4	+0,8	+1,9	+0,9	+1,2	+1,2	+1,0	+1,1	-
Mai	2022	+ 2,3	+ 1,8	-	+ 1,5	+ 1,3	+ 1,0	-	-	+ 1,5	-	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,8	+ 1,0	-
	2023	-	+1,6	+1,6	+1,3	+1,2	+0,9	+1,3	+0,6	+1,4	+0,7	+0,8	+0,7	+0,7	+0,6	-
Juin	2022	+ 2,0	+ 1,4	-	+ 1,3	+ 1,1	+ 0,7	-	-	+ 1,3	-	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,6	-
	2023	-	+1,5	-	+1,2	+1,0	+0,8	+1,3	+0,5	+1,2	+0,5	+0,7	+0,6	+0,5	+0,5	-
Juillet	2022	+ 2,5	+ 1,9	-	+ 2,1	+ 1,8	+ 1,4	-	-	+ 2,1	-	+ 1,4	+ 1,3	+ 1,0	+ 1,3	-
	2023	-	+1,4	-	+1,1	+1,0	+0,9	+1,4	+0,4	+1,1	+0,4	+0,6	+0,6	+0,5	+0,2	-
Août	2022	+ 2,5	+ 1,9	-	+ 1,9	+ 1,4	+ 1,2	-	-	+ 1,7	-	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,8	+ 1,6	-
	2023	+2,3	+1,4	-	+1,3	+1,0	+0,9	+1,4	+0,4	+1,2	+0,4	+0,7	+0,6	+0,6	+0,6	-
Septembre	2022	+ 2,3	+ 1,6	-	+ 1,5	+ 1,3	+ 0,9	-	-	+ 1,7	-	+ 1,1	+ 1,0	+ 0,8	+ 1,6	-
	2023	+3,0	+1,8	+2,4	+1,7	+1,3	+0,9	+1,6	+0,8	+1,7	+0,8	+1,2	+0,4	+0,8	+1,5	-
Octobre	2022	+ 2,1	+ 1,4	+ 1,8	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,5	+ 1,0	0,7	+ 1,3	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,4	+ 1,4	-
	2023	+1,5	+1,8	+2,3	+1,5	+1,3	+0,8	+1,4	+0,8	+1,9	+0,9	+1,4	+1,0	+0,7	+1,8	-
Novembre	2022	+ 1,5	+ 1,4	+ 1,7	+ 1,0	+ 0,8	+ 0,3	+ 0,7	0,2	+ 1,3	+ 0,7	+ 0,8	+ 0,6	+ 0,4	+ 1,4	-
	2023	+1,3	+1,0	+1,2	+0,6	+0,7	+0,2	+0,5	+0,2	+0,9	+0,4	+0,5	+0,3	+0,3	+0,3	-
Décembre	2022	+ 2,2	-	+ 1,4	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,5	0,4	+ 0,8	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,9	-
	2023	1,0	+1,0	+1,1	+0,6	+3,9	+0,1	+0,3	+0,2	+0,9	+0,4	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	-
MOYENNE	2022	+ 2,2	+ 1,6	+ 1,6	+ 1,3	+ 1,1	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,4	+ 1,4	+ 0,7	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,6	+ 1,2	-
	2023	*2+2,1↘	*2+1,5↘	*2+1,8↗	+1,2↘	+1,4↗	+0,7-	+1,1↗	+0,6↗	+1,4-	+0,5↘	+0,9-	+0,7↘	+0,6-	+0,9↘	-

\*stations installées fin octobre 2022

\*2 données présentées à titre indicatif

Nous constatons ici que les différences de Température en période nuit entre les différentes stations de mesure et la station 08 de référence sont de manière générale plus importantes aux stations rouges et oranges, avec les deltas maximums observés à la station 02QA Wilson.

Il y a cependant une exception notable. En effet, le phénomène d'îlot de chaleur a été plus marqué à la **station 01QA Préfecture** qu'aux autres stations de sa catégorie. Cela résulte de la grande minéralisation du parc (gravier) et d'une végétation moins dense qu'au sein des autres parcs publics de la ville. En effet, les surfaces minéralisées comme le gravier absorbent la chaleur pendant la journée pour la redistribuer dans l'atmosphère durant la nuit.

Le tableau ci-après synthétise les différences de température entre les périodes « jour » et « nuit » à chacune des stations. Cette différence permet d'apprécier l'importance de l'effet de rafraîchissement en période nuit par rapport à la journée écoulée. Moins le delta est important, et moins l'air se rafraîchit en période nuit, ce qui traduit donc un phénomène d'îlot de chaleur plus prononcé.

**Tableau 16 Différences de températures moyennes entre les périodes jour et nuit (°C)**

Mois/station		02QA	03QA	04QA*	03	05	06	09*	10*	01QA	05QA*	01	04	07	02	08
Typologie stations		Centre-ville bâti très dense				Centre-ville bâti dense				Centre-ville parc public				Périurbain		
Janvier	2022	1,9	2,3	-	2,6	2,5	2,9	-	-	2,2	-	2,3	2,4	2,7	2,7	3,3
	2023	1,5		2,0	2,0	1,9	2,1	2,2	2,0	1,9	2,1	1,8	1,8	2,0	1,9	2,3
Février	2022	2,7	3,2	-	3,5	3,6	3,6	-	-	3,2	-	3,7	3,3	3,9	3,5	4,4
	2023	3,3		4,6	4,4	4,5	4,9	5,4	4,5	3,9	5,0	4,5	4,1	4,8	3,7	6,0
Mars	2022	3,0	3,5	-	3,9	4,0	3,7	-	-	3,7	-	3,9	3,5	4,2	3,7	4,8
	2023	2,9		3,8	3,8	3,7	3,9	4,2	3,7	3,3	4,4	3,5	3,5	3,9	3,5	4,7
Avril	2022	2,5	3,0	-	3,3	3,3	3,5	-	-	3,2	-	3,2	2,9	3,5	3,9	4,3
	2023	2,9		3,8	3,8	3,7	3,9	4,2	3,7	3,3	4,4	3,5	3,5	3,9	3,5	4,7
Mai	2022	3,5	4,4	-	4,6	4,9	4,8	-	-	4,8	-	4,6	4,4	4,7	5,5	6,2
	2023		3,9	4,0	4,0	4,2	4,2	4,4	4,1	4,1	4,4	3,7	4,1	4,1	4,6	5,4
Juin	2022	3,1	3,9	-	4,1	4,2	4,3	-	-	4,1	-	3,7	3,8	4,1	4,9	5,4
	2023		4,3		4,5	4,6	4,5	4,4	4,3	4,3	4,6	3,7	4,2	4,4	4,9	5,6
Juillet	2022	3,4	4,5	-	4,6	4,9	5,3	-	-	5,0	-	4,3	4,4	4,8	6,3	6,9
	2023		3,7		3,8	3,8	4,0	3,8	3,9	3,8	4,2	3,3	3,6	3,8	4,5	5,1
Août	2022	3,3	4,2	-	4,3	4,7	4,9	-	-	4,5	-	4,1	4,2	4,5	5,5	6,2
	2023		4,2		4,1	4,3	4,4	4,5	4,5	4,3	4,9	4,0	4,2	4,4	4,8	5,5
Septembre	2022	3,4	4,0	-	4,7	4,7	4,8	-	-	4,1	-	4,1	4,0	4,7	5,3	5,8
	2023	4,3	4,3	5,0	4,9	5,1	5,0	5,2	4,8	4,4	5,1	4,2	4,4	5,1	4,7	6,1
Octobre	2022	2,9	3,4	4,0	3,8	3,9	4,0	4,6	4,2	3,3	4,1	3,5	3,4	3,9	3,8	4,6
	2023	3,6	3,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,3	4,0	4,6	3,6	3,8	4,5	3,8	5,2
Novembre	2022	2,8	3,2	3,5	3,4	3,6	3,9	3,9	3,5	3,1	3,7	3,2	3,3	3,6	3,4	4,2
	2023	2,8	2,7	2,9	2,8	2,9	3,1	3,2	3,0	3,1	3,1	2,6	2,8	2,8	2,7	3,2
Décembre	2022	2,1		2,5	2,8	2,5	2,7	3,0	2,6	2,0	2,6	2,5	2,3	2,6	2,7	3,2
	2023	1,8	1,9	1,9	1,8	0,7	2,0	2,0	1,9	1,8	2,0	1,7	1,8	1,9	1,8	2,1
MOYENNE	2022	2,9	3,6	3,3	3,8	3,9	4,0	3,8	3,4	3,6	3,5	3,6	3,5	3,9	4,3	4,9
	2023	*2,9 –	3,6 –	*3,6 ↗	3,7 ↘	3,7 ↘	3,9 ↘	4,0 ↗	3,7 ↗	*3,5 ↘	4,1 ↗	3,3 ↘	3,5 –	3,8 ↘	3,7 ↘	4,7 ↘

\*stations installées fin octobre 2022

\*2 données présentées à titre indicatif

Nous constatons ici que les différences de température entre la période jour et la période nuit lissées sur 1 an sont de manière générale moins importantes aux stations rouges, avec les deltas maximaux observés à la station 08 de référence. Le delta de Température jour/nuit est le plus bas à la station 02QA Wilson avec 2,9 °C, ce qui est 1,8 °C plus bas qu'à la station de référence (où ce delta moyen est de 4,7°C). Cela démontre bien un effet d'îlot de chaleur à Agen où la température baisse moins la nuit en centre-ville comparé aux zones périurbaines.

### **Conclusion**

Les observations faites ci-avant montrent donc que :

- Les températures en période jour sont plutôt homogènes avec des différences peu marquées entre les stations et selon les typologies ;
- La nuit, les températures sont plus élevées en centre-ville au bâti très dense comparé à la station de référence, avec un delta moyen annuel pouvant atteindre +1,4°C.
- Cette année le phénomène a été plus marqué en été mais également à la fin de l'hiver/début du printemps
- La différence a atteint au maximum +9,4°C à la station 05 Jean Bru le 02 décembre 2023.

**Le phénomène d'îlot de chaleur est donc bien observé à Agen avec un différentiel de température jour/nuit plus élevé au sein des zones densément bâties. Dans les zones moins densément bâties ou au sein des parcs publics, le phénomène est un peu moins prononcé mais néanmoins observable.**

Il y a cependant deux exceptions notables :

- Le **phénomène d'îlot de chaleur a été plus marqué à la station 01QA Préfecture** qu'aux autres stations de sa catégorie. Cela résulte de la grande minéralisation du parc (gravier) et d'une végétation moins dense qu'au sein des autres parcs publics de la ville. En effet, les surfaces minéralisées comme le gravier absorbent la chaleur pendant la journée pour la redistribuer dans l'atmosphère durant la nuit. Des espaces verts densément arborés et dont les sols sont également végétalisés (pelouses etc.) sont en effet mieux à même de procurer des îlots de fraîcheur en ville.
- Le **phénomène d'îlot de chaleur a été moins marqué à la station 10 Campus du pin** qu'aux autres stations de sa catégorie. Cela résulte de la proximité immédiate de la Garonne.

En ce qui concerne la station 02 Ermitage, un phénomène prononcé avait été remarqué en 2022 malgré sa situation en milieu périurbain où la densité moindre du bâti et la proximité avec des zones agricoles limitent en général l'effet d'îlot de chaleur). Il avait été émis l'hypothèse que l'absence de zones ombragées à l'endroit du capteur 02 ait un impact sur la température ambiante. En effet, tous les autres capteurs sont ombragés une partie de la journée en raison du bâti et/ou de la végétation environnante, tandis que la station 02 était exposée plein sud dans une zone dégagée. Afin de vérifier cette hypothèse, la station 02 Ermitage a été déplacé dans une zone moins exposée au soleil fin février 2023. A la suite de ce déplacement les résultats obtenues à la stations 02 Ermitage ont été globalement plus cohérents avec un phénomène îlot de chaleur moindre, particulièrement durant les mois d'été.

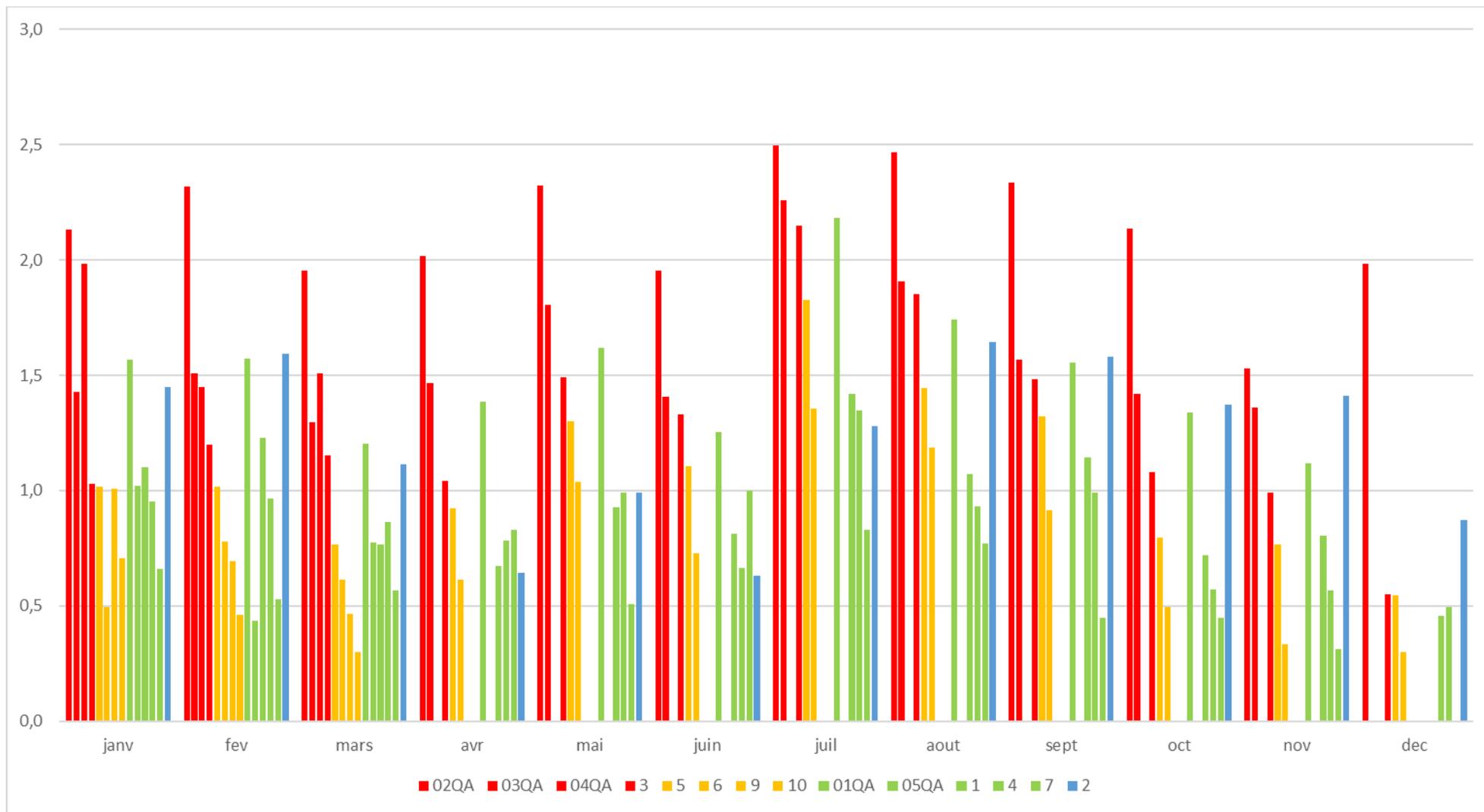


Figure 34 Différences de température la nuit avec la station de référence (°C)

Nous pouvons voir sur ce graphique que les différences de températures en période nocturne entre les quinze stations et la station de référence sont bien plus importantes les mois d'été et d'hiver. La station O2QA Wilson située en plein centre-ville présente le différentiel le plus important à toute saison. **Le phénomène d'îlot de chaleur est cependant également observé aux autres stations, et n'est donc pas limité au seul centre-ville.**

## 4.2. Comparaison avec d'autres villes

Afin d'apprécier l'importance du phénomène d'îlot de chaleur à Agen, il est important d'analyser les données obtenues dans le contexte d'autres études ou de données comparables.

Dans un premier temps, nous avons vérifié la disponibilité de données brutes pour des villes de taille et de typologie similaires à Agen, et soumises à un climat comparable. Cette recherche a montré que la grande majorité des stations météorologiques du réseau météo France ou d'autres réseaux sont situées soit au sein d'un aéroport, soit en campagne. En effet, le bâti influence les données météorologiques comme la direction et la vitesse du vent. Pour cette raison, les données météo sont principalement mesurées à distance du bâti, hors de sa zone d'influence, et donc en dehors des villes. Bien que certaines stations météo soient situées en ville, elles le sont au sein de grandes métropoles comme Bordeaux, au milieu d'espaces verts. La comparaison n'est donc pas possible avec les conditions rencontrées à Agen. **Il n'a donc pas été possible d'identifier des données brutes servant à la comparaison avec Agen.**

En l'absence de telles données, nous avons identifié quelques études menées en France, mentionnées au point 2.2.4.2. Celles-ci ont montré qu'à Clermont Ferrand, la différence de température entre la ville et la campagne atteignait 3,5°C en moyenne, et jusqu'à 5°C en période estivale. A Metz, lors de la vague de chaleur des 8,10 et 11 août 2020, cette différence avait atteint 5,5 °C. **Dans ce contexte, et dans la limite des données disponibles sur ces études, nous concluons à un phénomène d'îlot de chaleur à Agen comparable à celui observé à Clermont Ferrand. Nous observons cependant une différence notable avec l'intensité du phénomène observée à Paris.**

## 5. Conclusions et recommandations

### 5.1. Conclusions

Antea group a effectué une analyse des mesures de la qualité de l'air et des conditions de température collectées par les onze premières stations de mesures installées par la société Agralis dans la ville d'Agen. Les paramètres mesurés par ces stations sont les concentrations en monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), monoxyde de carbone (CO) et ozone (O<sub>3</sub>) ainsi que les valeurs de température (T) et humidité relative (HR).

Dans un premier temps, les données brutes ont été analysées et validées afin d'écartier les valeurs jugées anormales. Cela a résulté en l'élimination, en plus des données manquantes, de 1,7-2,2 % des données brutes de mesure des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> et 1,3-4,8 % des données brutes en gaz en raison de l'impact des conditions météorologiques (température, humidité, brouillard) sur les concentrations mesurées. Des données invalides concernant les concentrations en ozone ont également été écartées. En plus de ces données écartées, des périodes sans données ont été identifiées. Celles-ci s'expliquent en partie par des problèmes d'alimentation électrique. Il en résulte l'invalidation des résultats pour les stations 02QA Wilson, 03QA Pin et 04QA Jasmin. Par conséquent, seuls les résultats des deux stations de fond, 01QA Préfecture et 05QA Pompeyrie, sont représentatifs des conditions de qualité de l'air rencontrées à Agen durant l'année écoulée. Cette perte de données notamment sur les mois d'été rend difficile tout travail de corrélation ultérieur entre qualité de l'air et augmentation des températures.

#### 5.1.1. Qualité de l'air

L'analyse des concentrations en NO<sub>2</sub> a montré que les valeurs moyennes annuelles n'ont probablement pas été dépassées en 2023. En effet, les concentrations sont toutes inférieures au 90<sup>e</sup> centile, soit l'intervalle 36-44µg/m<sup>3</sup> de la valeur limite. Concernant les valeurs horaires, les données obtenues en 2023 n'indiquent là aussi aucun dépassement de la valeur limite.

Concernant les concentrations en particules fines, les concentrations moyennes annuelles sont bien inférieures aux valeurs limites pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> aux cinq stations de mesure. La valeur limite exprimée en moyenne journalière pour les PM<sub>10</sub> n'a été dépassé qu'une fois, le 23 décembre, à la station 05QA Pompeyrie ; ce qui est en dessous des 35 jours autorisés par année civile.

Les concentrations en monoxyde d'azote sont très inférieures à la valeur limite aux cinq stations de mesure.

Enfin, les concentrations en ozone respectent la valeur cible pour la protection de la santé humaine, même si l'objectif a été dépassé 3 fois à la station 05QA Pompeyrie et 1 fois à la station 01QA Préfecture.

**Sur cette base, nous pouvons conclure à des concentrations en NO<sub>2</sub>, particules fines, CO et O<sub>3</sub> à Agen, inférieures aux seuils réglementaires en vigueur actuellement. Ces analyses sont cependant à considérer avec précaution en raison des dérives observées au printemps 2023 et à la perte de données à trois des cinq stations.**

Nous présentons ci-dessous un résumé de cette analyse :

**Tableau 17 Résumé de la qualité de l'air en 2023 à Agen**

Polluant	Valeur limite	Observations
NO <sub>2</sub>	Annuelle	Aucun dépassement
	Horaire	Aucun dépassement
PM <sub>10</sub>	Annuelle	Aucun dépassement
	Journalière	1 dépassement
PM <sub>2,5</sub>	Annuelle	Aucun dépassement
CO	8 heures	Aucun dépassement
O <sub>3</sub>	8 heures	3 dépassements

*Nota : les mesures n'étant pas effectuées à l'aide de dispositifs de mesure de référence et dans le cadre défini par la directive UE 2088-50-EC, les valeurs et dépassements relevés dans ce rapport sont indicatifs et ne remplacent pas les analyses effectuées par l'association agréée de surveillance de qualité de l'air régionale.*

Bien que les valeurs limites soient de façon générale respectées à Agen, ce n'est pas le cas des lignes directrices de l'OMS qui sont dépassées pour le NO<sub>2</sub> et le PM<sub>2,5</sub> en moyenne annuelle. Par ailleurs, les seuils réglementaires européens et français sont amenés à baisser dans les prochaines années afin de refléter la réduction importante des lignes directrices de l'OMS.

**Au-delà du respect des valeurs limites, une planification adaptée et la mise en place de mesures visant une réduction des émissions polluantes sont donc souhaitables afin de réduire les concentrations en polluants aux niveaux les plus bas possibles.**

### 5.1.2. Effet d'îlot de chaleur

Concernant les données de températures, l'analyse réalisée a confirmé un phénomène d'îlot de chaleur à Agen. Ce phénomène est identifié tout au long de l'année et particulièrement à la fin de l'hiver/début du printemps et en été. Par ailleurs il est important de rappeler la panne des capteurs 02QA Wilson et 04QA Jasmin, deux des capteurs aux phénomène îlot de chaleur les plus importants, durant les mois d'été. Il se traduit par des températures nocturnes plus élevées à Agen comparé à la station de référence située en milieu périurbain. Cette différence a atteint +9,4°C en centre-ville (le 02 décembre 2023).

## 5.2. Recommandations et remarques techniques

Comme mentionné dans notre rapport préalable, nous recommandons dans le futur l'utilisation par la ville d'Agen de capteurs équipés d'une ligne chauffée afin d'éviter l'impact du brouillard qui a clairement été mis en avant dans ce rapport.

Nous évoquons également dans ce rapport des valeurs étonnamment élevées pour le NO<sub>2</sub> à partir de mai 2022, en particulier à la station 02QA. Comme expliqué dans ce rapport, nous avons tout d'abord

identifié une plage de fonctionnement inférieure à celle indiquée dans la fiche technique du micro-capteur, avec des valeurs de concentrations des gaz considérées invalides à partir de 33°C au lieu des 40°C affichés dans le document. Les valeurs invalides sont maintenant retirées des données présentées sur la plateforme et au sein de nos rapports. Ceci pose néanmoins problème au vu des températures couramment mesurées sur Agen en été et ne permet pas le travail de corrélation qui pourrait être entrepris entre qualité de l'air et températures élevées.

### 5.3. Préconisations et perspectives

**Concernant la qualité de l'air**, malgré des concentrations mesurées n'indiquant pas de dépassement des valeurs réglementaires en vigueur pour aucun des polluants (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub> et CO), les dépassements des lignes directrices de l'OMS visant à protéger la santé des populations et de certaines valeurs proposées dans la révision de la directive européenne invitent à travailler à la réduction des émissions du NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>.

Il est rappelé ici les recommandations du HCSP en termes de messages sanitaires à diffuser en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant. Toutes ces recommandations ne sont pas de la responsabilité de la collectivité. Néanmoins elles permettent d'identifier les points de vigilance auxquels la collectivité doit se préparer et met l'accent sur l'intérêt de poursuivre les travaux engagés par la ville d'Agen.

- pour prendre en compte les facteurs de co-exposition, le HCSP recommande de moduler les conditions de déclenchement de la procédure d'alerte lorsque le territoire concerné fait déjà l'objet d'un niveau du plan canicule orange ou rouge, à l'instar des situations de persistance d'un épisode de pollution pour les particules et l'ozone.
- Le HCSP recommande l'anticipation des conditions d'accentuation ou de prolongation des épisodes de pollution, le développement d'une information adaptée aux différentes populations et l'évaluation de l'efficacité et de la pertinence des messages, la mise en place d'un numéro vert et le recours élargi à des moyens d'information diversifiés.
- Le HCSP insiste sur la nécessité d'adapter, voire de reporter les compétitions lors d'épisodes de pollution dépassant les seuils d'alerte.
- Le HCSP recommande aussi une meilleure prise en compte des populations exposées grâce aux outils cartographiques, la promotion de partenariats pour améliorer la surveillance et la prévision des niveaux de pollution, ainsi que la coordination et l'ajustement des alertes au niveau local.

**Concernant le phénomène d'îlot de chaleur**, nous avons conclu à un phénomène plutôt prononcé, en particulier en centre-ville dans les zones densément construites.

Rappelons que l'été 2023 a été marqué par quatre épisodes de canicule, qui ont concerné 73% de la population hexagonale. La surveillance de cet été, défini par Météo France comme le quatrième été le plus chaud depuis le début du XXe siècle, s'est traduit par un impact sanitaire important (Santé Publique France, 2024). La région Nouvelle-Aquitaine a été concernée par deux vagues de fortes chaleurs, la première observée mi-août et la deuxième début septembre 2023. Ces périodes se retrouvent au niveau des îlots de chaleur sur Agen. Au cours de ces épisodes caniculaires, des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques ont été observés pour 10 des 12 départements de Nouvelle Aquitaine. Un impact modéré sur la santé a été constaté lors de ces périodes.

Comme mentionné par Santé Publique France (Laaidi K et al. , 2022), les communes sont en première ligne pour protéger les populations de la chaleur. Plusieurs pistes sont proposées visant à soutenir l'action des communes, et notamment les pistes pour améliorer l'adaptation des villes à la chaleur telles que :

- Développer les mesures de réduction de la chaleur urbaine, via notamment le concept de « nature en ville » (végétalisation, revêtements absorbant peu la chaleur, jets d'eau, plans d'eau, trames bleues).
- Favoriser l'accès aux espaces et parcours de fraîcheur en ville et maintenir les mesures ponctuelles lors des canicules (brumisation, ouverture des parcs la nuit, fontaines...).

Ainsi, plusieurs recommandations d'ordre général peuvent être faites :

- Concernant les bâtiments et revêtements de sol, privilégier les couleurs claires qui réfléchissent la lumière ;
- Végétaliser les centres villes ;
- Densifier la végétation dans les espaces verts existants (nous avons vu dans ce rapport une différence d'effet îlot de chaleur entre les espaces verts plutôt minéralisés et ceux densément végétalisés) ;
- Introduire des fontaines ou brumisateur en centre-ville pour produire un effet rafraichissant ;
- En matière d'urbanisme et de planification, favoriser une bonne circulation de l'air en ville (largeur et orientation des rues, taille et hauteur des bâtiments etc.).

Toutes ces mesures dépassent le simple cadre de la canicule et présentent des bénéfices pour la santé : augmentation de l'activité physique, diminution du bruit et de la pollution atmosphérique, amélioration de la santé mentale, lutte contre les inégalités sociales de santé via des espaces frais accessibles à tous.

## 6. Références

- Bordeaux métropole. (s.d.). *Ilots de chaleur et de fraîcheur urbains - Diagnostic et préconisations sur le territoire de Bordeaux Métropole.*
- Cerema. (2020). *Construction, expérimentation et évolution d'actions de réduction des effets îlots de chaleur urbain sur le site de la Place Delille.* Récupéré sur <https://www.cerema.fr/fr/actualites/fonctionnement-du-phenomene-ilot-chaleur-clermont-ferrand>
- Ministère de l'écologie. (2010). *Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.* Récupéré sur <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000022941254>
- Sébastien Lebaut, N. (Jul 2021). *Mesure et détection des îlots de chaleur et de fraîcheur en milieu tempéré semi-continentale : l'exemple du territoire de Metz Métropole.;* 34e colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie, Jul 2021 Casablanca, Maroc.

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Le Client est libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>

Le changement climatique n'implique pas seulement un monde plus chaud, il annonce un monde qui change.



Notre métier, vous accompagner pour gérer ces enjeux.



Références :



Portées  
communiquées  
sur demande