

Impact de la Journée sans voiture à Limoges sur la qualité de l'air 2021

Rédigé par : Louise Declerck

Validé par : Cyril Hue

Version finale du 06/10/2021

n° réf. de projet : URB_EXT_21_256

www.atmo-nouvelleaquitaine.org

1. Contexte et objectifs

Le 25 septembre 2021 se tient la Journée sans voiture à Limoges. Certaines rues du centre-ville fermées à la circulation automobile de 11h à 18h, ont accueilli cette manifestation. Atmo Nouvelle-Aquitaine y participe par la tenue d'un stand et par la mise en œuvre d'une campagne de mesures visant à évaluer l'impact de la restriction du transport routier de cette journée sur la qualité de l'air.

2. Polluants suivis

1.1. Oxydes d'azote NOx

Origines

Les oxydes d'azote désignent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Les phénomènes de combustion à haute température génèrent le monoxyde de carbone, ensuite oxydé en NO₂. Le transport routier, le secteur industriel et l'agriculture sont des sources d'oxydes d'azote.

Effets sur la santé

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, ils augmentent la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

Effets sur l'environnement

Le NO₂ participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

Réglementation

Le NO₂ est un polluant réglementé : sa concentration dans l'air ne doit pas dépasser certains seuils en raison de ses effets sur la santé et sur l'environnement. Voici les quatre seuils réglementaires à ne pas dépasser applicables à ce polluant (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010).

- Valeur limite annuelle : 40 µg/m³ en moyenne annuelle
- Valeur limite horaire : 200 µg/m³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
- Seuil d'information et recommandations : 200 µg/m³ en moyenne horaire
- Seuil d'alerte : 400 µg/m³ en moyenne sur 3 heures consécutives

2.1. Particules en suspension PM10

Origines

Les sources de particules en suspension sont variées et nombreuses. Sont souvent distinguées deux familles de particules, selon qu'on les considère selon leurs origines ou selon leurs modes de formation. Tout d'abord, les particules dites primaires sont émises directement dans l'air. Elles peuvent être présentes sous forme solide ou liquide. Les activités humaines sont responsables d'une part des rejets de particules : combustion d'énergie (chauffage au bois des logements par exemple), transport automobile (gaz d'échappement, usures...), activités agricoles (labourage des terres ...) ou encore industries (fonderie, silos à céréales, incinération, BTP, exploitation de carrières...). Seconde famille de particules : les particules secondaires. Celles-ci ne sont pas directement émises dans l'air, car elles sont le fruit de mécanismes de transformation de gaz en particules. En milieu urbain, les sources sont multiples (chauffage, transport routier, activités industrielles ...).

Effets sur la santé

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Effets sur l'environnement

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

Réglementation

Les PM10 sont un polluant dont les concentrations dans l'air sont réglementées. Voici les 5 seuils réglementaires à ne pas dépasser applicables à ce polluant (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010).

- Valeur limite annuelle : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
- Objectif de qualité : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
- Valeur limite journalière : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
- Seuil d'information et recommandations : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière
- Seuil d'alerte : 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière

En 2019, comme en 2020, les seuils d'information-recommandations et d'alerte sont ponctuellement dépassés en Haute-Vienne.

2.2. Ozone O₃

Origines

Il s'agit d'un polluant dit secondaire, car il n'est pas directement rejeté dans l'air, mais sa formation résulte de la transformation photochimique du dioxygène de l'air en présence de certains autres polluants (en particulier NO_x et COV¹) sous l'effet des rayonnements ultra-violet. La pollution par l'ozone augmente régulièrement et les « pointes » sont fréquentes en été, notamment en zones urbaine et périurbaine. En effet, le dioxyde d'azote (NO₂) nécessaire à la formation de l'ozone, est présent en milieu urbain car majoritairement émis par les véhicules. L'ozone peut être transporté sur de grandes distances.

Effets sur la santé

L'ozone pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque de la toux et une altération, surtout chez les enfants et les asthmatiques ainsi que des irritations oculaires. Les effets sont amplifiés par l'exercice physique.

Effets sur l'environnement

L'O₃ a un effet néfaste sur la végétation (sur le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux (caoutchouc, ...). Il contribue à l'effet de serre et aux pluies acides.

Réglementation

L'ozone est un polluant dont les concentrations dans l'air sont réglementées. Voici les 4 seuils réglementaires à ne pas dépasser pour la protection de la santé (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010).

- Valeur cible : 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures, et en moyenne sur 3 ans, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an
- Objectif de qualité : 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures

¹ Composés organiques volatils

- Seuil d'information et recommandations : 180 µg/m³ en moyenne horaire
- Seuil d'alerte : il existe trois niveaux d'alerte (niveau 1 : 240 µg/m³ sur 3 heures ; niveau 2 : 300 µg/m³ sur 3 heures ; niveau 3 : 360 µg/m³ sur 1 heure)


3. Campagne de mesure

Période de la campagne de mesures

Pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air de l'initiative, une campagne de mesures d'environ 2 semaines est réalisée. La période visée inclut donc la journée sans voiture (25 septembre 2021) et s'étend une semaine avant la manifestation et une semaine après (du 18/09 au 03/10).

Matériel mobilisé et type de surveillance

Ces polluants sont mesurés en continu (24h/24 et 7J/7) à l'aide d'analyseurs automatiques installés dans une remorque mobile dans la zone délimitée par la journée sans voiture. Les méthodes d'analyse sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Caractéristique mesurée	Matériel	Référence et / ou principe de la méthode	Accréditation
Concentration en oxydes d'azote (NOx)	Analyseurs automatiques	NF EN 14211 - Dosage du dioxyde d'azote et du monoxyde d'azote par chimiluminescence	 ACCREDITATION COFRAC N° 1-6354* Portée disponible sur www.cofrac.fr
Concentration en ozone (O ₃)		NF EN 14625 - Dosage de l'ozone par photométrie UV	
Concentration en particules		NF EN 16450 - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2,5)	

* Les avis et interprétations ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. Toute utilisation des données d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, couvertes par l'accréditation doit faire mention : "Ces essais ont été réalisés par Atmo Nouvelle-Aquitaine – Accréditation n°1-6354, portée disponible sous www.cofrac.fr".

Lieu

Les mesures sont effectuées rue Jean Jaurès, au numéro 24 (à l'angle de la rue Fourie).

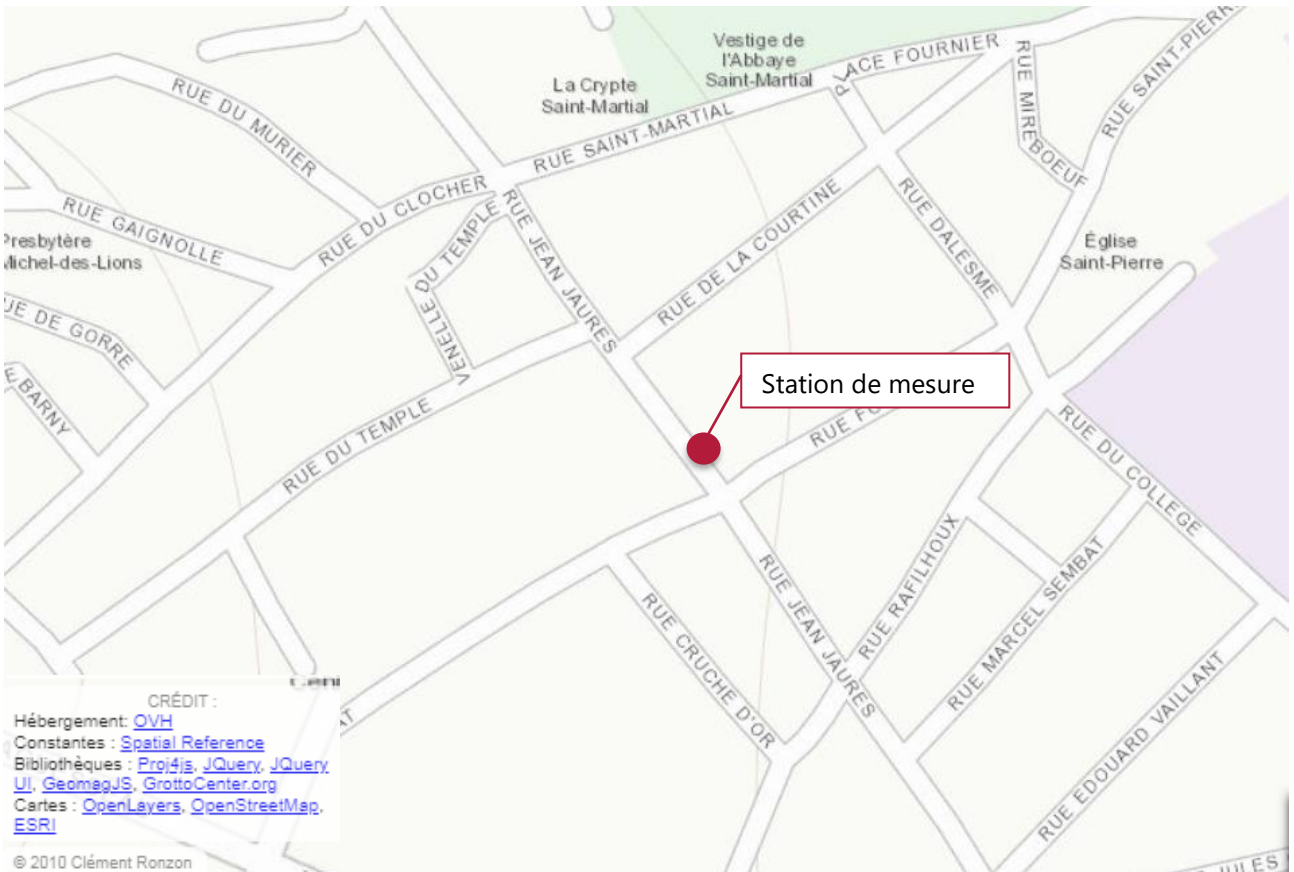


Figure 1 | Localisation de la station de mesure



Figure 2 | Emplacement de la station de mesure rue Jean Jaurès

4. Résultats

Les moyennes des concentrations mesurées pour les polluants NO₂, O₃ et PM10 de 11h à 18h les samedis 18 et 25 septembre 2021 et 2 octobre sont présentées Figure 3.

Concentrations moyennes horaires en µg/m ³ de 11h à 18h	NO ₂	O ₃	PM10
18 septembre 2021	57	33	10
25 septembre 2021 Journée sans voiture	12	58	15
2 octobre 2021	14	54	8

Figure 3 | Moyennes des données horaires pour les journées des 18 et 25 septembre et du 2 octobre, de 11h à 18h.

Les valeurs limites annuelles pour le NO₂ et les PM10 sont définies à l'échelle annuelle, les résultats des mesures sur 8 heures ne peuvent donc être comparés qu'à **titre purement indicatif**. Dans le cadre de cette campagne, les concentrations moyennes pour les **PM10** sont largement inférieures à la valeur limite annuelle qui est de 40 µg/m³ à l'échelle annuelle. Pour le **NO₂**, la moyenne de 11h à 18h le samedi 18 septembre est de 57 µg/m³. Cette valeur ne peut pas être comparée à la valeur limite annuelle (fixée à 40 µg/m³), car elle n'intègre que 8 heures de données. Elle n'est donc pas représentative du niveau de concentration annuelle. Elle est comparée à titre indicatif.

Le seuil de l'objectif de qualité pour la protection de la santé de l'**ozone** de 120 µg/m³ (en moyenne sur 8h) n'est pas dépassé pendant les journées présentées.



La moyenne en NO₂ sur la période de 11 à 18h lors de la journée sans voiture (25/09), est inférieure à celles des samedis 18 septembre et 2 octobre, respectivement de -79% et -14%. En revanche, les concentrations moyennes d'ozone et des PM10 à l'occasion de la journée sans voiture sont supérieures à celles des autres samedis.

4.1. Dioxyde d'azote NO₂

Les concentrations horaires de NO₂ de 11h à 18h de la journée sans voiture sont inférieures à celles de tous les autres jours, du 18/09 au 3 octobre, sauf les dimanches suivants (26/09 et 3/10) (Figure 4).

La fréquentation automobile du centre-ville est généralement réduite les dimanches (attractivité diminuée) et possiblement les jours de « mauvais temps ». La pluie peut impacter le trafic routier si les automobilistes comptent se rendre en centre-ville en voiture et peut accroître leur réticence à circuler ces jours-là. Étant donné que le polluant NO₂ est un traceur de l'activité du trafic routier, les concentrations mesurées en sont rapidement impactées si le trafic est interrompu. De plus, les précipitations tendent à diminuer les niveaux de pollution mesurés par le phénomène dit de « lessivage » de l'air.

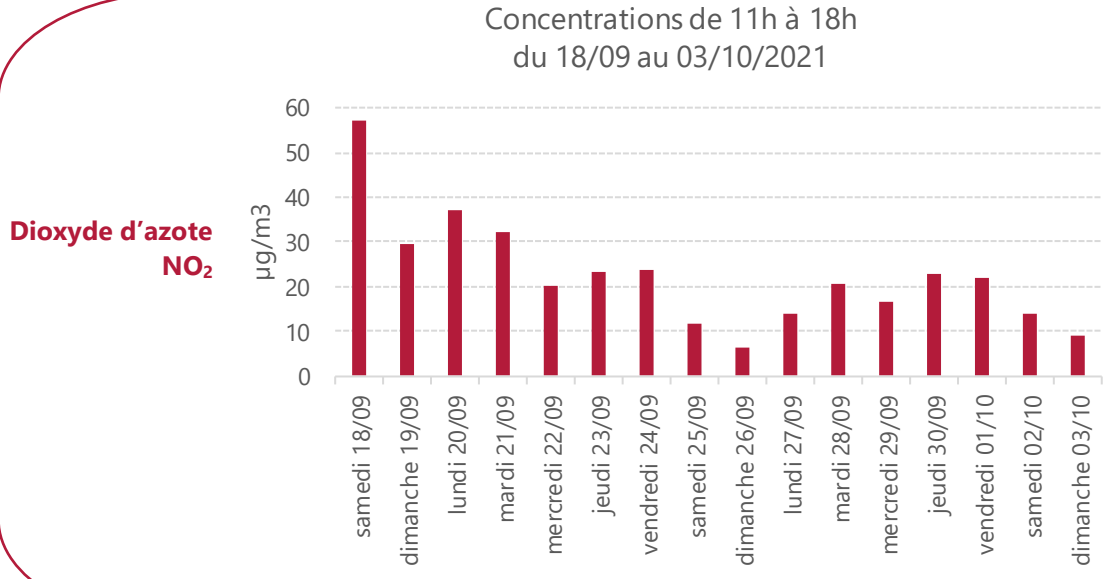


Figure 4 | Évolution des moyennes horaires de NO₂ de 11h à 18h du 18/09 au 03/10/2021.

Zoom sur les samedis

La concentration moyenne de NO₂ de 11h à 18h de la journée sans voiture (12 µg/m³) est inférieure au samedi précédent (57 µg/m³) et au samedi suivant (14 µg/m³). L'écart entre le 25/09 et le 2/10 s'explique notamment par un temps maussade et pluvieux le 2 octobre. La fréquentation automobile et donc la concentration en dioxyde d'azote, ont pu en être impactées. Sur la Figure 5 se dessine l'évolution heure après heure des concentrations de dioxyde d'azote en fonction du trafic routier : une première augmentation en milieu de journée puis une seconde augmentation en milieu d'après-midi. En raison de l'absence de passage de véhicules motorisés et/ou d'une météorologie pluvieuse, les concentrations de la journée sans voiture et du 2/10 sont inférieures à celles du samedi 18/09.

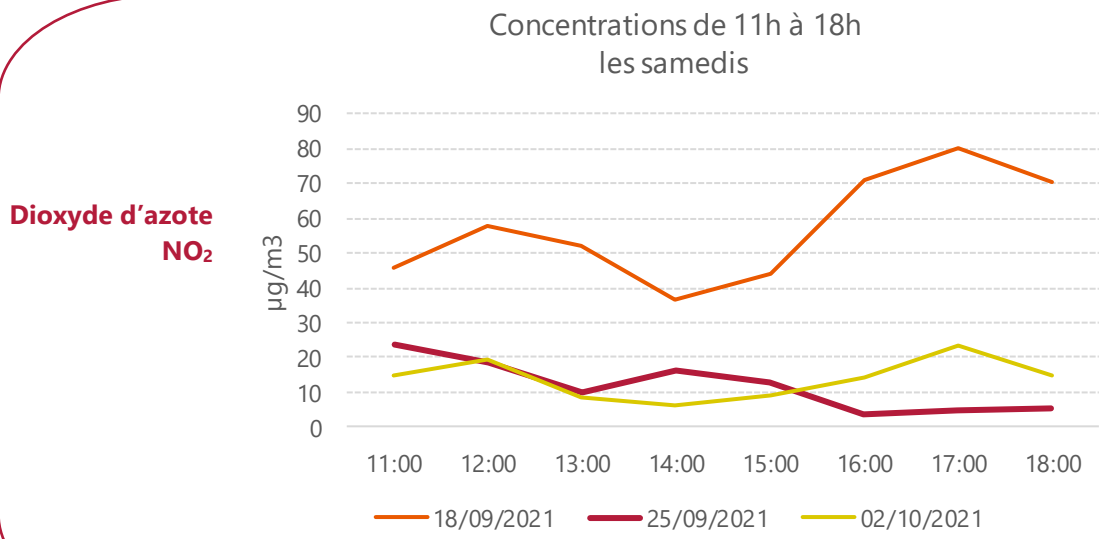


Figure 5 | Évolution des moyennes horaires de NO₂ de 11h à 18h les samedis.

4.2. Particules en suspension PM10

Les concentrations horaires de PM10 de 11h à 18h de la journée sans voiture sont supérieures à celles de tous les autres jours, du 18/09 au 3 octobre, sauf le mardi 21/09 (Figure 6).

Cette conclusion, qui peut surprendre, s'explique par la variété des sources de particules en suspension. Les rejets de PM10 dans l'air ne se résument pas uniquement au trafic automobile. En effet, en ville, les PM10 proviennent du trafic routier, mais également d'autres sources urbaines, comme le chauffage domestique et commercial. Précisons également que les masses d'air polluées circulent sur de longues distances.

Enfin, la pluie peut impacter le trafic routier si les automobilistes comptent se rendre en centre-ville en voiture et peut accroître leur réticence à circuler ces jours-là.

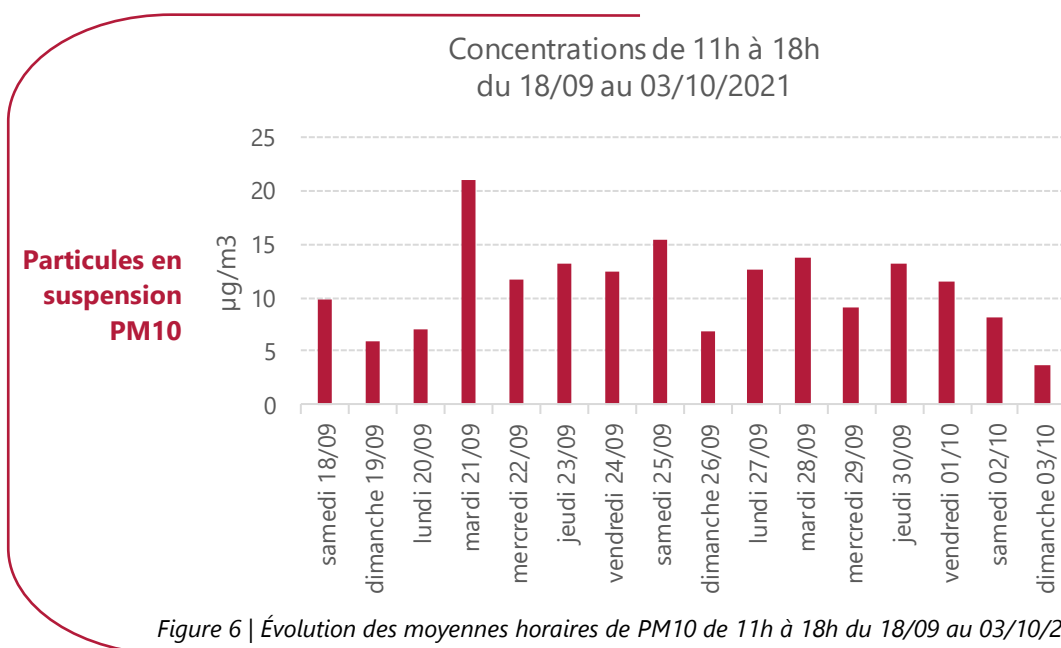


Figure 6 | Évolution des moyennes horaires de PM10 de 11h à 18h du 18/09 au 03/10/2021.

Zoom sur les samedis

La concentration moyenne de PM10 de 11h à 18h de la journée sans voiture (15 µg/m³) est supérieure aux samedis précédents (10 et 8 µg/m³). Les concentrations heure par heure de PM10 lors de la journée sans voiture affichent deux périodes d'augmentation en milieu de journée et d'après-midi, comme le dioxyde d'azote (Figure 7). Le trafic automobile n'étant pas la seule source de particules en suspension en milieu urbain (chauffage et autres sources urbaines) et que les masses d'air polluées se déplacent, les concentrations mesurées de PM10 *peuvent* indiquer une pollution par le trafic routier effectué à l'extérieur du périmètre concerné par la restriction de la circulation automobile.

De plus, les précipitations tendent à diminuer les niveaux de pollution mesurés par le phénomène dit de « lessivage » de l'air. Des précipitations sont enregistrées à la station Météo France Limoges-Bellegarde le samedi 18 septembre.

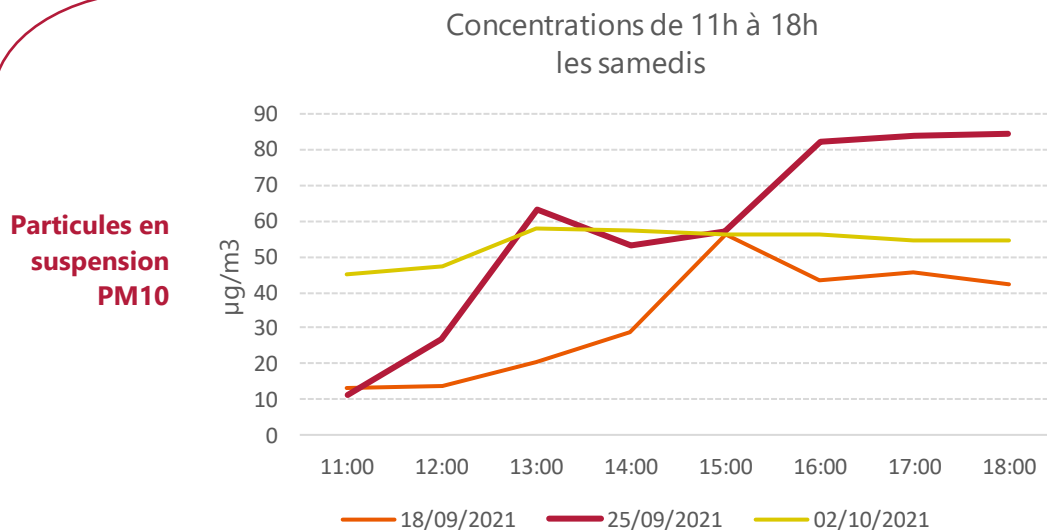


Figure 7 | Évolution des moyennes horaires de PM10 de 11h à 18h les samedis.

4.3. Ozone O₃

La Figure 8 représente les concentrations horaires en ozone de 11h à 18h sur la totalité de la campagne de mesures. La concentration mesurée lors de la journée sans voiture, le 25 septembre, est moyenne par rapport aux concentrations des autres jours.

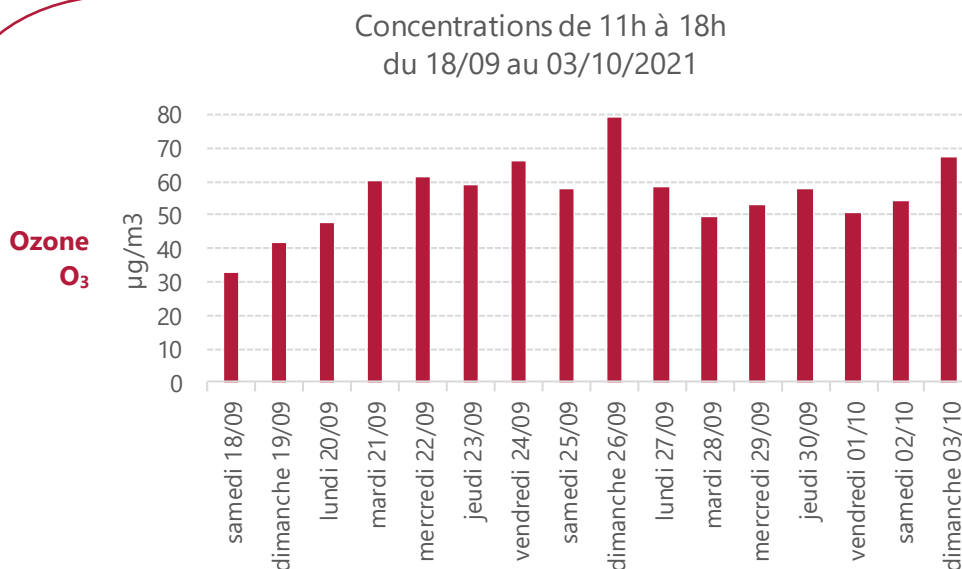


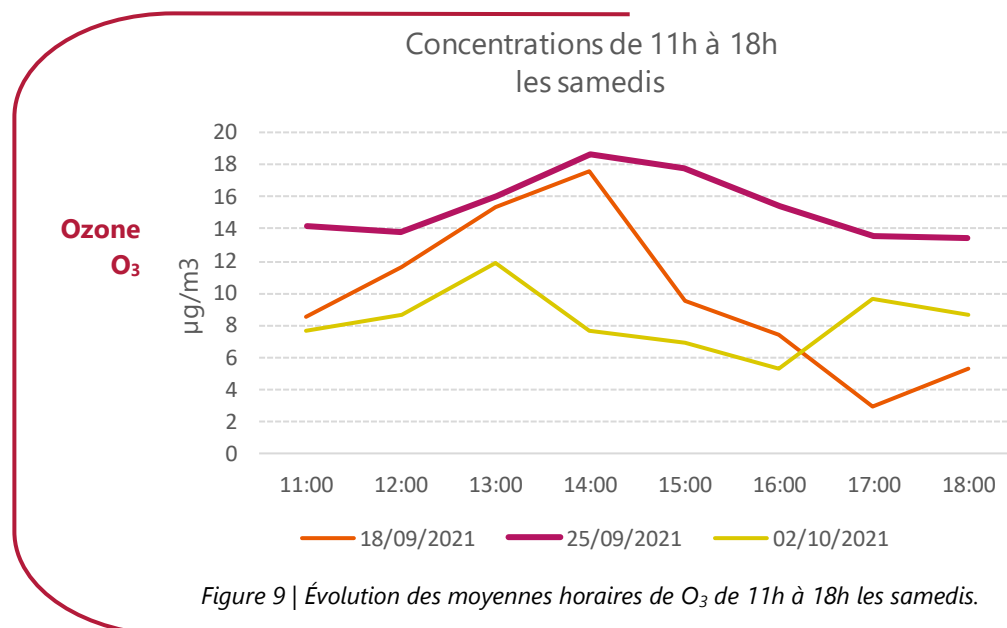
Figure 8 | Évolution des moyennes horaires de O₃ de 11h à 18h du 18/09 au 03/10/2021.

L'apparition de l'ozone dans l'air n'est pas immédiate. Ce polluant n'est pas rejeté directement dans l'air. On parle donc de polluant secondaire. L'ozone est produit suite à une transformation chimique impliquant le rayonnement solaire et certains polluants présents dans l'air, dont le dioxyde d'azote (NO₂). La diminution du trafic n'impacte donc pas nécessairement les concentrations en ozone.

Zoom sur les samedis


La concentration moyenne d'ozone de 11h à 18h lors de la journée sans voiture (25/09) est supérieure aux


autres samedis rencontrés sur la totalité de la campagne de mesures. De par sa particularité d'être issu de la transformation photochimique de certains polluants², l'ozone n'est pas directement lié à l'activité transport. Les fluctuations des concentrations d'ozone s'expliquent alors par la disponibilité des polluants précurseurs (comme le NO₂) et par les variations d'ensoleillement.




5. Conclusions

À l'occasion de la journée sans voiture à Limoges le samedi 25 septembre 2021, les concentrations de dioxyde d'azote, d'ozone et de particules en suspension sont mesurées du 18 septembre au 3 octobre rue Jean Jaurès, à l'angle de la rue Fourie. L'objectif premier de mesurer l'impact de la restriction du trafic routier rue Jean Jaurès sur les concentrations de trois polluants, a été atteint pour le dioxyde d'azote tout particulièrement. Ce polluant est un indicateur de la pollution d'origine automobile. Les concentrations de NO₂ décroissent rapidement à mesure que l'on s'éloigne du lieu d'émission, c'est-à-dire la chaussée.

- 

Les concentrations en **dioxyde d'azote (NO₂)** sont inférieures lors de la journée sans voiture par rapport aux conditions rencontrées lors d'un samedi « normal ». Le dioxyde d'azote est un polluant traceur de l'activité trafic routier. Une diminution de 79% est constatée par rapport au samedi précédent (18/09) et de 14% par rapport au samedi suivant.
- 

Les concentrations en **particules en suspension (PM10)** lors de la journée sans voiture sont supérieures à celles des autres samedis. Les sources de PM10 sont multiples en milieu urbain, et ne reflètent pas uniquement la pollution due au trafic routier.
- 

La restriction de la circulation automobile lors de la journée sans voiture n'a pas d'impact *a priori* sur les concentrations d'**ozone (O₃)**. La présence d'ozone dans l'air dépend d'autres facteurs, hormis la disponibilité en dioxyde d'azote.

² On parle de polluants précurseurs.



La station de mesure a enregistré en continu les concentrations, indépendamment des conditions météorologiques ou l'heure de la journée. La comparaison de trois journées entre elles ne permet pas de bénéficier de résultats robustes en matière de représentativité temporelle des concentrations mesurées. De plus, les conditions météorologiques influent largement sur les concentrations mesurées. Pour ces diverses raisons, les conclusions apportées par cette étude doivent être interprétées avec précaution. Elles renseignent de *manière générale* sur l'impact de l'arrêt de la circulation automobile sur la qualité de l'air à proximité des voies de circulation.

RETROUVEZ TOUTES
LES INFORMATIONS SUR L'AIR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org

Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social)
ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

