



Association pour la mesure de la  
pollution atmosphérique de l'Auvergne



## Campagne de mesure de la pollution atmosphérique à l'aide de moyens mobiles dans l'agglomération de Moulins (Allier)

*Printemps – été 2013*



## Atmo Auvergne

25 rue des Ribes

63170 AUBIÈRE

Tél. : 04 73 34 76 34

Fax : 04 73 34 33 56

Mél : [contact@atmoauvergne.asso.fr](mailto:contact@atmoauvergne.asso.fr)

Site Internet : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

Ref. JG/2013.09/01

Rédaction : Justine Gourdeau – Approbation : Serge Pellier

# SOMMAIRE

1	INTRODUCTION – CONTEXTE DE LA CAMPAGNE .....	3
2	METHODOLOGIE ET CONFIGURATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE .....	3
	2.1 Implantations .....	3
	2.2 Techniques de mesure .....	5
	2.3 Sites de référence du réseau de stations fixes d'Atmo Auvergne .....	5
3	CONTEXTE METEOROLOGIQUE DURANT LA CAMPAGNE.....	6
4	EXPLOITATION DES RESULTATS .....	8
	4.1 Site de l'Ecole de musique, du 7 mars au 8 avril 2013.....	8
	4.2 Site de Pôle Emploi, du 8 avril au 14 mai 2013 .....	11
	4.3 Site de la Madeleine, du 11 juin au 18 juillet 2013.....	13
	4.4 Récapitulatif des trois campagnes .....	14
5	CONCLUSION.....	15
6	ANNEXES .....	16
	6.1 Annexe 1 : Polluants mesurés : leurs sources et leurs effets sur la santé et sur l'environnement	16
	6.2 Annexe 2 : références normatives .....	17
	<i>Terminologie</i> .....	17
	<i>Critères nationaux de la qualité de l'air</i> .....	18

## 1 Introduction – Contexte de la campagne

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2012, Moulins Communauté adhère à Atmo Auvergne. Dans le cadre de cette adhésion, un point fixe de mesure de l’ozone et du dioxyde d’azote sera implanté en 2013. Afin d’aider au choix du futur emplacement de cette cabine en site urbain et de mieux connaître l’état de la qualité de l’air dans l’agglomération moulinoise, plusieurs campagnes de mesure ont été planifiées. La première s’est intéressée aux teneurs en dioxyde d’azote en site de fond et en proximité automobile, et a été conduite sur une vingtaine de points à l’aide de tubes à diffusion passive entre août 2012 et janvier 2013. Cette première campagne a fait l’objet d’un rapport diffusé en juin 2013 (Référence JG/2013.06/01).

Trois autres campagnes de mesure sont réalisées à l’aide du laboratoire mobile de l’association. Dans ce cas, outre le dioxyde d’azote sont également surveillés les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 microns, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le benzène et l’ozone. Les emplacements ont été choisis au vu des premiers résultats issus de la campagne par tubes à diffusion passive. Le moyen mobile a donc été implanté successivement à l’Ecole de musique du 7 mars au 8 avril 2013, puis face à Pôle Emploi du 8 avril au 14 mai 2013. Par la suite le rond-point de la Madeleine a été échantillonné du 11 juin au 18 juillet 2013.

Les résultats issus de ces trois études sont présentés dans ce rapport.

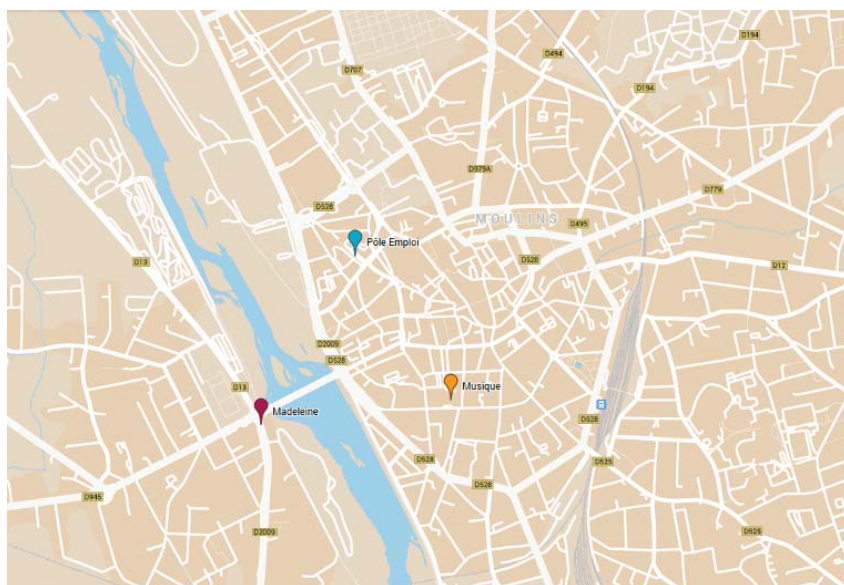
## 2 Méthodologie et configuration de la campagne de mesure

### 2.1 Implantations

Les deux premiers emplacements (Ecole de musique et Pôle Emploi) sont de typologie urbaine, c’est-à-dire placés à distance des voies de circulation et représentatifs de l’exposition moyenne de la population. En revanche, pour connaître plus finement les niveaux de pollution en situation de proximité automobile, le point de la Madeleine a été choisi, suite aux enseignements de la campagne de mesure par échantillonneurs passifs qui avait montré de forts niveaux de dioxyde d’azote à cet endroit.

Les coordonnées géographiques des implantations sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

	Adresse	Latitude et longitude	Altitude
<b>Musique</b>	42 boulevard Ledru-Rollin	46°33’41.5’’ N, 03°19’51.8’’ E	214 m
<b>Pôle Emploi</b>	42 place Jean Moulin	46°34’0.5’’ N, 03°19’33.8’’ E	209 m
<b>Madeleine</b>	4 route de Clermont	46°33’37.7’’ N, 03°19’16.05’’ E	209 m



La figure ci-contre indique les emplacements du laboratoire mobile de mesure de la qualité de l’air d’Atmo Auvergne à l’échelle de la ville.

Les implantations plus précises des sites sont indiquées ci-après.



## 2.2 Techniques de mesure

Les analyseurs automatiques qui équipent le laboratoire mobile permettent, par l'intermédiaire des différentes têtes de prélèvements, de fournir en temps réel les données de concentrations au pas de temps horaire. Cette finesse de l'échantillonnage temporel, qui permet de suivre les fluctuations des teneurs en polluants au cours de la journée est conforme à la définition des seuils réglementaires, dont le calcul est souvent basé sur les concentrations moyennes horaires.

L'instrumentation mise en œuvre pour la mesure automatique des gaz est conforme aux méthodes normalisées spécifiées dans la réglementation européenne, à savoir la mesure de la concentration en :

- **dioxyde d'azote** et en **monoxyde d'azote** par chimiluminescence (NF EN 14211),
- **ozone** par photométrie ultra violette (NF EN 14625),
- **monoxyde de carbone** par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif (NF EN 14626),
- **dioxyde de soufre** par fluorescence U.V. (NF EN 14212),

Pour le **benzène**, un analyseur automatique de composés organiques volatils fonctionnant par chromatographie et détection PID (détecteur à photo-ionisation) est utilisé.

Pour les **particules en suspension PM10**, en l'absence de méthode normalisée permettant d'obtenir une information en temps réel, une microbalance à élément oscillant (analyseur TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance) est déployée. Elle est couplée à un module FDMS (Filter Dynamics Measurement System) permettant d'assurer l'équivalence avec la méthode de référence européenne NF EN 12341 (détermination de la fraction PM10 de matière particulaire en suspension).

Les caractéristiques des polluants mesurés (sources et effets sur la santé et l'environnement) sont présentées en annexe 1.

Les critères nationaux de la qualité de l'air sont indiqués en annexe 2.

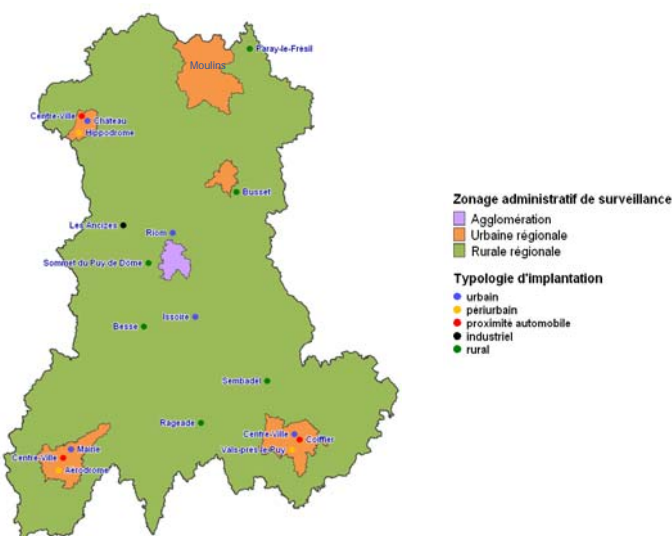
## 2.3 Sites de référence du réseau de stations fixes d'Atmo Auvergne

L'analyse des enregistrements obtenus sur les stations fixes du réseau de surveillance régional permet de situer les caractéristiques de la qualité de l'air durant une campagne de mesure ponctuelle par rapport aux niveaux habituellement observés. L'objectif est de quantifier, à partir des relevés de ces sites de référence, l'influence des paramètres météorologiques spécifiquement rencontrés durant la période de mesure afin de généraliser les résultats de la campagne ponctuelle.

L'Auvergne, d'un point de vue de la surveillance de la qualité de l'air, est organisée en trois Zones Administratives de Surveillance (ZAS) :

- **Zone agglomération** : Clermont-Ferrand.
- **Zone urbaine régionale** : regroupe les cinq agglomérations moyennes d'Auvergne, dont Moulins.
- **Zone rurale régionale** : le reste du territoire régional.

Ces zones et l'emplacement des stations de mesure d'Atmo Auvergne sont indiqués sur la carte ci-contre.



Dans la présente étude, les stations de référence choisies correspondent à certains sites fixes de l'agglomération montluçonnaise ou clermontoise :

- la station **urbaine** de Montluçon Château, située sur l'Esplanade du Château, équipée de mesures d'oxydes d'azote et d'ozone. Les stations urbaines permettent le suivi de l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits "de fond" dans les centres urbains,
- la station de **proximité automobile** de Montluçon Centre, située Place Louis Bavay, dont l'objectif est de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population, située en proximité d'une infrastructure routière, est susceptible d'être exposée. Cette station relève les niveaux de dioxyde d'azote et de particules en suspension PM10.
- La station **rurale** de Paray-le-Frésil, située dans le nord du département, où sont mesurés les particules en suspension PM10, le dioxyde d'azote et l'ozone.
- Les données de benzène seront comparées à celles issues du site de proximité automobile de l'Esplanade de la gare à Clermont-Ferrand, seul point auvergnat désormais équipé de mesures en continu de ce polluant.

### 3 Contexte météorologique durant la campagne

Les conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure issues des observations réalisées par Météo-France sur les stations auvergnates sont énoncées dans les pages suivantes.

#### Site de l'Ecole de musique, du 7 mars au 8 avril 2013

Le mois de mars est globalement froid et maussade. Si le début de la campagne se déroule sous un flux de sud assez doux avec des températures supérieures aux valeurs de saison, le thermomètre chute brutalement le 11 mars. Les jours suivants sont hivernaux. Les températures, très en dessous des valeurs de saisons, sont même négatives durant les nuits des 14, 15 et 16 mars. Du 16 au 19 mars, le temps est perturbé mais moins froid, puis le flux qui tourne au sud-ouest ramène de l'air plus doux. Il pleut quelques gouttes le 20, tandis que les journées des 21 et 22 mars sont bien ensoleillées. Le 22 est la journée la plus chaude du mois. Le retour des précipitations s'annonce le 23 mars, sous des températures de saison. Le flux s'oriente ensuite au nord-ouest et la fraîcheur est encore de mise du 25 au 27 mars, malgré un temps plus sec et de plus en plus ensoleillé. Du 28 au 30, les perturbations défilent à nouveau. Le mois de mars se termine dans une ambiance bien fraîche pour la saison. Du 1<sup>er</sup> au 6 avril, les minima d'altitude situés sur le nord de l'Europe et l'Italie engendrent au gré de leurs déplacements des remontées pluvieuses dans un flux de sud à sud-ouest. Le temps est plus instable et très frais, le thermomètre affichant des valeurs nocturnes voisines de zéro dégradés du 1<sup>er</sup> au 3 avril. Les passages perturbés continuent, et les températures, encore fraîches le 7, rejoignent peu à peu les valeurs de saison à partir du 8 avril.

#### Site de Pôle Emploi, du 8 avril au 14 mai 2013

Passages perturbés instables, régimes de traînes actives et courtes accalmies se succèdent jusqu'au 13 avril, lorsque le printemps est de retour avec des pressions élevées et un flux de sud-ouest plus doux. Le temps est sec et bien ensoleillé. Les températures sont très agréables et dépassent les 25°C les 14 et 17 avril. Une dégradation s'amorce le 18 avec l'arrivée de nuages, suivie d'un temps particulièrement maussade du 19 au 21 avril. Le flux devient perturbé et tourne au nord. Les températures prennent une note hivernale le 20 et ne dépassent pas 10°C ce jour-là. Les conditions s'améliorent ensuite jusqu'au 25 avril, la hausse des pressions s'accompagne d'un temps sec et bien ensoleillé, frais en début de période puis plus chaud les 24 et 25. Les conditions se dégradent ensuite, et si les températures sont encore de saison le 26 avril, elles perdent plus de 10°C le lendemain. Les précipitations sont abondantes durant ces deux jours. Avril se termine sous un temps très maussade avec des remontées pluvieuses de sud.

Dans la continuité, le mois de mai sera particulièrement médiocre. Il débute par un temps perturbé avec un passage pluvio-orageux qui se poursuit jusqu'au 3 mai. Les cumuls pluviométriques sont importants. Une situation anticyclonique s'installe du 4 au 7, avec un temps assez bien ensoleillé et quelques ondées locales. Les températures deviennent supérieures aux valeurs de saison. Dès le 8 mai, un flux de sud-ouest perturbé apporte un bon arrosage, mais le thermomètre se maintient au-dessus des valeurs de saison. Petite accalmie

sèche le 10, mais avec le retour de la fraîcheur. Les 11 et 12 mai, les conditions sont faiblement perturbées et fraîches. Le 13, le temps reste sec mais nuageux, puis la journée du 14 est bien ensoleillée avec des températures au-dessus des normales saisonnières.

### **Site de la Madeleine, du 11 juin au 18 juillet 2013**

La campagne débute sous un temps assez nuageux et frais, avant l'apparition de conditions bien ensoleillées et assez chaudes le 12 juin. Le lendemain, un front instable traverse la région, apportant de bons cumuls de précipitations et s'accompagnant d'un net rafraîchissement. Le temps est toujours nuageux et un peu frais le 14 puis, du 15 au 17, les conditions sont estivales, chaudes et bien ensoleillées. Les maximales dépassent 35°C à Moulins. Le retour des nuages s'amorce le 18 juin, et le temps est instable jusqu'au 20. Les passages nuageux, porteurs d'averses, se partagent le ciel avec les éclaircies et s'accompagnent d'une chute du thermomètre, sous les valeurs de saison. Le temps va demeurer frais jusqu'à la fin du mois, nuageux avec quelques précipitations du 21 au 23, puis de plus en plus ensoleillé et sec du 24 au 26, et à nouveau perturbé du 27 au 29, mais toujours dans une ambiance bien fraîche digne d'un mois d'avril. Le 30 juin, le soleil est enfin au rendez-vous. Le mois de juillet débute par un temps estival, les maximales dépassent 29°C à Moulins. Le 2 juillet, des ondées orageuses se déclenchent l'après-midi et sont suivies dans la nuit d'un passage pluvio-orageux. Le lendemain est une journée maussade, avec des averses et des températures en chute. Du 4 au 5 juillet, l'amélioration est progressive et le temps redevient sec mais gris. Du 6 au 15, soleil et chaleur sont enfin au rendez-vous après six mois de grisaille et de fraîcheur, et hormis le 11 juillet, les maximales dépasseront 30°C tous les jours. Les 9 et 10 juillet, une faiblesse de l'anticyclone permet des développements orageux, puis le temps restera sec jusqu'à la fin de la campagne le 18 juillet.

## 4 Exploitation des résultats

### 4.1 Site de l'École de musique, du 7 mars au 8 avril 2013

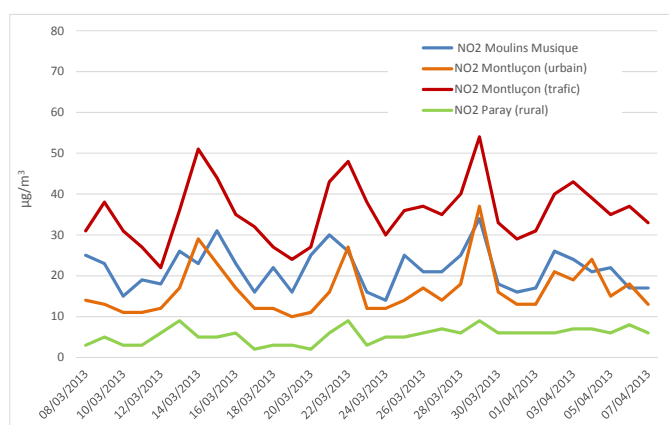
Le laboratoire a été implanté du 7 mars au matin du 8 avril. Compte tenu des opérations de calibrage, les mesures sont exploitables du 8 mars au 7 avril.

Les résultats obtenus par les analyseurs de dioxyde d'azote, particules PM10, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et ozone lors de la campagne sur le site de l'École de musique du 7 mars au 8 avril 2013 sont présentés ci-après. Les valeurs correspondantes observées sur les analyseurs automatiques des stations de référence sont reportées, lorsqu'elles sont disponibles. La comparaison des mesures avec les critères réglementaires nationaux relatifs aux concentrations en polluants dans l'air ambiant (voir annexe 2) est également réalisée. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

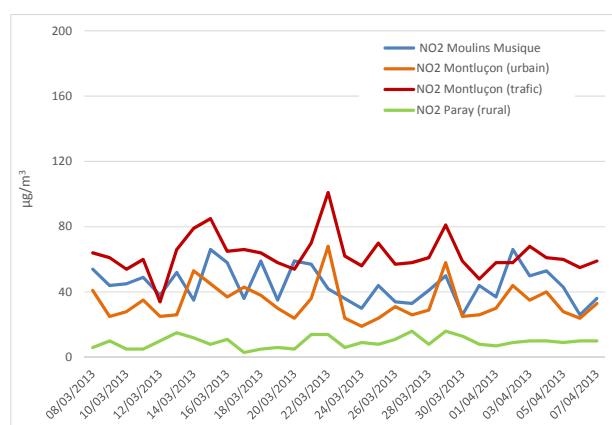
#### Mesure du dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )

#### Évolution temporelle des moyennes journalières et maxima horaires journaliers et comparaison avec les critères réglementaires

Les moyennes journalières et maxima horaires journaliers des concentrations en dioxyde d'azote, mesurées sur le site de l'École de musique et sur les autres stations de référence sont présentés sur les graphiques ci-après.



Concentrations journalières en dioxyde d'azote sur le site de l'École de musique et sur les stations de référence du 8 mars au 7 avril 2013



Maxima horaires journaliers en dioxyde d'azote sur le site de l'École de musique et sur les stations de référence du 8 mars au 7 avril 2013

Avec une moyenne de dioxyde d'azote de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les teneurs mesurées sur le site de l'École de musique sont supérieures à celles mesurées en point urbain à Montluçon ( $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), et bien entendu en-deçà des niveaux relevés sur la station de proximité automobile.

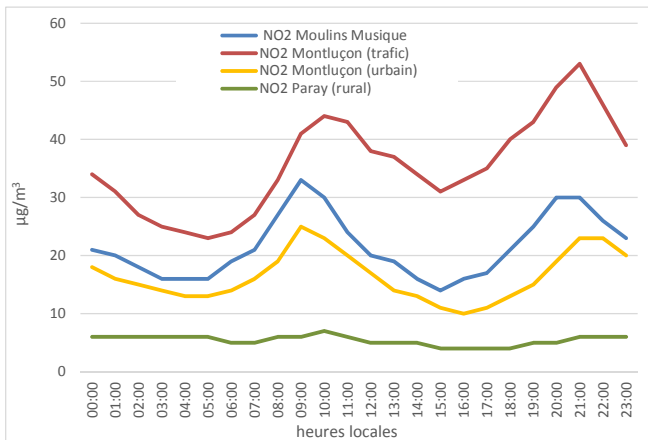
En termes de maxima horaires, qui témoignent de la pollution de pointe, le site de Moulins apparaît légèrement plus exposé que celui de Montluçon Château. En effet, le moyen mobile, bien qu'implanté sur un trottoir à plusieurs mètres du boulevard Ledru-Rollin, est davantage soumis à la pollution azotée que le site urbain montluçonnais, localisé sur l'Esplanade du Château où la circulation des véhicules est très limitée.

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour le dioxyde d'azote concernent la pollution de fond ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) et les valeurs de pointe (18 dépassements autorisés du seuil horaire de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Bien que la durée de la campagne n'autorise pas une stricte confrontation avec des critères normatifs établis pour une année entière, la comparaison avec le dispositif pérenne permet d'estimer les risques de dépassement. Ces deux valeurs limites sont respectées sur les sites fixes urbains auvergnats chaque année, et donc très vraisemblablement également sur le point de Moulins.



## Profil journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote

Le profil moyen journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote mesurées sur le site de l'Ecole de musique et sur les stations de référence est présenté sur la figure suivante. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Profil journalier moyen des concentrations en dioxyde d'azote sur le site de l'Ecole de musique et sur les stations de référence du 8 mars au 7 avril 2013

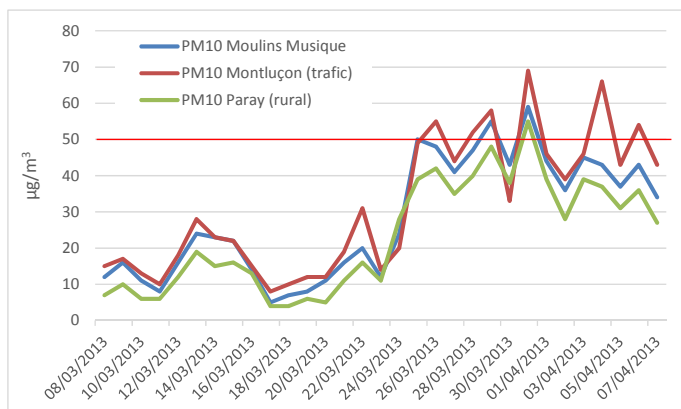
Sur l'ensemble des points de mesure en zone urbaine, le profil journalier des concentrations horaires présente deux maxima, l'un autour de 9 heures et le second en début de soirée. Cette allure typique s'explique conjointement par les évolutions au cours de la journée :

- de l'activité du secteur routier (pointes de trafic du matin et du soir qui correspondent aux déplacements domicile-travail),
- de la capacité dispersive de l'atmosphère, généralement plus importante en milieu de journée.

Le profil des concentrations enregistrées pendant la campagne à l'Ecole de musique met en lumière l'impact des émissions de dioxyde d'azote par la circulation automobile. A contrario, le point rural de Paray-le-Frésil ne présente pas ce profil bimodal. Une analyse plus fine montre que le vendredi est davantage exposé, avec une moyenne de  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'Ecole de musique, contre  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le dimanche.

## Mesure des particules en suspension PM10

Les moyennes journalières des concentrations en particules en suspension de diamètre inférieur à  $10 \mu\text{m}$  (PM10) mesurées sur le site de l'Ecole de musique et sur les autres stations de référence sont présentées sur les graphiques ci-après.



Concentrations journalières en particules PM10 sur le site de l'Ecole de musique et sur les stations de référence du 8 mars au 7 avril 2013

Les teneurs en particules sont relativement homogènes à l'échelle d'un département. La concentration moyenne en particules fines PM10 est égale à  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de l'Ecole de musique, soit  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de plus qu'en milieu rural et  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de moins qu'à Montluçon (sur la station de proximité automobile où ce polluant est mesuré). Sur ce dernier point, la valeur limite annuelle en particules PM10, fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , est respectée chaque année.

Cette campagne s'est déroulée durant un épisode durable de pollution aux particules qui a affecté la partie nord de l'Auvergne à la fin du mois de mars 2013. A partir du 26 mars, l'installation de conditions météorologiques défavorables à la dispersion atmosphérique a entraîné la hausse des teneurs en particules, qui n'a pas épargné la ville de Moulins. Ainsi les concentrations journalières ont excédé  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant trois jours, les 25, 29 et 31 mars. Le dépassement de ce seuil sur le point fixe de mesure de Montluçon a entraîné l'activation du dispositif préfectoral d'information à la population dans l'Allier.

Une seconde valeur limite impose de ne pas excéder une valeur journalière de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  plus de 35 jours dans l'année. Bien qu'il arrive que ce seuil soit excédé, comme lors de cette campagne, le nombre de jours de dépassement demeure chaque année inférieur à 35 sur toutes les stations auvergnates.

## Mesure du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone et du benzène

Le **dioxyde de soufre** est majoritairement issu de la combustion d'énergies fossiles telles que le fioul et le charbon. Les niveaux de ce polluant sont extrêmement faibles en Auvergne depuis plusieurs années. Les concentrations horaires s'élèvent au maximum à  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , enregistrées dans la soirée du 24 mars. En moyenne sur la durée de la campagne à l'École de musique, la concentration de dioxyde de soufre se monte à  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La réglementation établit deux valeurs limites pour la protection de la santé humaine concernant ce polluant dans l'air ambiant : une moyenne horaire de  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser plus de 24 fois par an, et une moyenne journalière de  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser plus de trois jours par an. Pendant l'étude, les concentrations relevées sont demeurées très en-deçà de ces seuils.

Les émissions de **monoxyde de carbone** sont liées à des combustions incomplètes (charbon, gaz, fioul, bois). La principale source en Auvergne est le trafic routier. A l'instar du dioxyde de soufre les niveaux enregistrés depuis plusieurs années sont extrêmement faibles et ne nécessitent d'ailleurs plus de surveillance continue. La valeur limite pour la protection de la santé est fixée à  $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une période de 8 heures. Le maximum 8-horaire relevé durant la campagne est 20 fois inférieur à ce critère réglementaire.

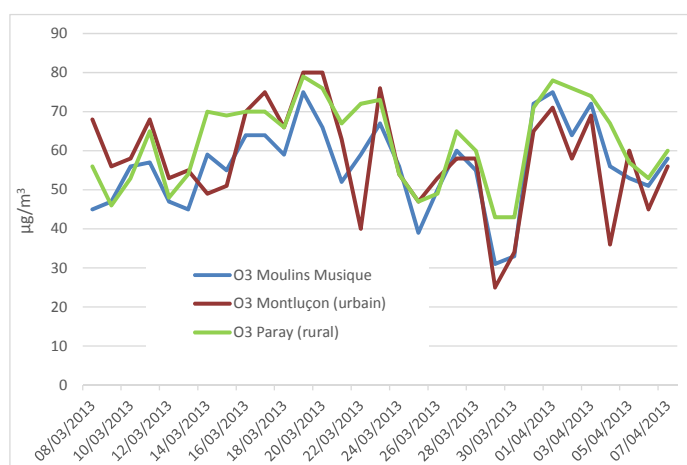
La concentration de **benzène** relevée sur le site de l'École de musique est inférieure à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et environ moitié moindre à celle enregistrée à l'Esplanade de la gare à Clermont-Ferrand. Depuis 2007, ce polluant a affiché sur ce point de mesure fixe une moyenne annuelle inférieure à la valeur limite pour la protection de la santé humaine ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et à l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il est donc extrêmement probable que ces deux critères réglementaires soient respectés au niveau du site de l'École de musique à Moulins.

## Mesure de l'ozone

L'ozone est un polluant qui n'est pas émis directement par les activités humaines, mais qui résulte de la transformation chimique de certaines molécules (oxydes d'azote, composés organiques volatils), ce processus étant favorisé par l'ensoleillement. Les niveaux d'ozone sont donc plus soutenus au printemps et en été. Par ailleurs, les concentrations en ozone sont plus élevées à distance des sources des précurseurs qu'à proximité immédiate de celles-ci. En effet, les composés qui créent l'ozone peuvent également le détruire. Le monoxyde d'azote, directement émis par les pots d'échappement, agit comme un puits d'ozone. Ainsi les teneurs en ozone peuvent être plus importantes en zones périurbaines ou rurales situées sous le vent des agglomérations qu'au plus près des voies de circulation.

Les moyennes journalières des concentrations en ozone mesurées avec l'analyseur automatique qui équipe le laboratoire mobile, ainsi que sur les stations fixes de référence sont présentées sur le graphique ci-après.



Concentrations journalières en ozone sur le site de l'École de musique et sur les stations de référence du 8 mars au 7 avril 2013

De par son caractère rural, le site de Paray-le-Frésil est davantage exposé à l'ozone que les points urbains de Montluçon et de Moulins, qui présentent des teneurs équivalentes inférieures à  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne durant la campagne.

L'objectif de qualité annuel pour la protection de la santé vise à ce qu'aucune concentration 8-horaire n'excède le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur n'a pas été atteinte durant cette campagne conduite en avril, sous des conditions météorologiques guère propices à la formation d'ozone, mais l'ordre de grandeur des concentrations mesurées invite à penser que ce critère réglementaire annuel puisse être excédé.

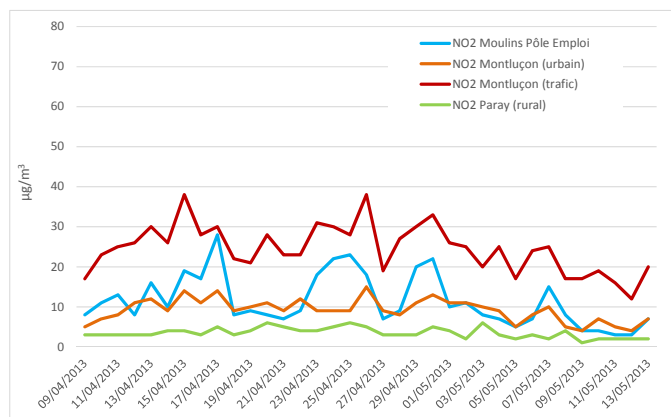
En effet, de façon générale cet objectif de qualité n'est pas respecté sur le dispositif pérenne, et il donc vraisemblable que la situation soit identique à Moulins. Néanmoins, la valeur cible pour la santé humaine

autorise 25 dépassements annuels de ce seuil, et la majorité des points de mesure auvergnats se situent en deçà de ce chiffre. Les résultats de cette étude laissent donc présumer le respect de cette valeur cible.

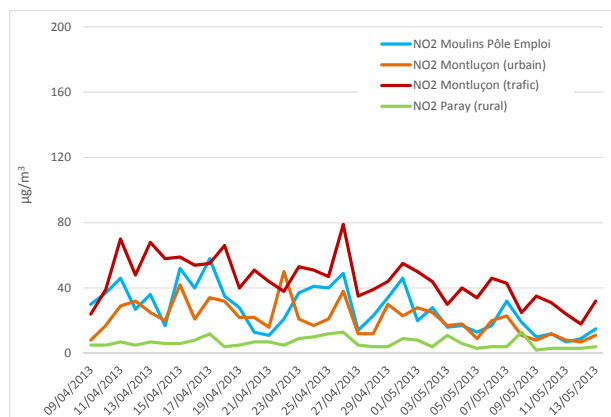
## 4.2 Site de Pôle Emploi, du 8 avril au 14 mai 2013

Les mesures sur le site de Pôle Emploi se sont déroulées du 8 avril au 14 mai. Compte tenu des opérations de calibrage, les mesures sont exploitables du 9 avril au 13 mai. Les résultats sont présentés ci-après.

### Mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)



Concentrations journalières en dioxyde d'azote sur le site de Pôle Emploi et sur les stations de référence du 9 avril au 13 mai 2013

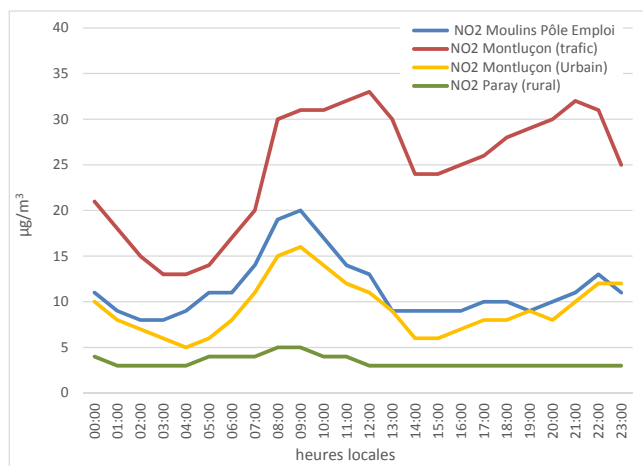


Maxima horaires journaliers en dioxyde d'azote sur le site de Pôle Emploi et sur les stations de référence du 9 avril au 13 mai 2013

Les concentrations de dioxyde d'azote sont moitié moindres sur le site de Pôle Emploi (12 µg/m<sup>3</sup>) que sur le point de l'École de musique, mais ces résultats sont à mettre en lumière avec ceux issus du dispositif pérenne pour s'affranchir de l'influence des conditions météorologiques. En effet, le ratio de la concentration moyenne avec le site urbain montluçonnais est équivalent, et indique à nouveau des teneurs légèrement supérieures à Moulins (de l'ordre de 1.3 fois plus importantes), mais qui demeurent nettement en-deçà des relevés obtenus sur le point de proximité automobile de Montluçon. En termes de pollution de pointe en zone urbaine, les maxima horaires sont fréquemment plus élevés à Moulins.

Comme lors de la première campagne, les résultats laissent présager le respect des valeurs limites pour le dioxyde d'azote sur cette implantation.

### Profil journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote



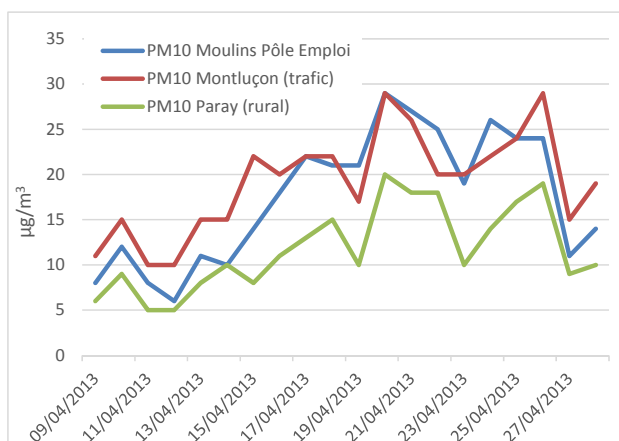
Profil journalier moyen des concentrations en dioxyde d'azote sur le site de Pôle Emploi et sur les stations de référence du 9 avril au 13 mai 2013

Les teneurs en dioxyde d'azote présentent un pic le matin, et un second en soirée, moins marqué en cette période de l'année, car les mouvements convectifs, et donc le brassage de l'atmosphère, sont plus importants.

Durant cette campagne, les journées qui enregistrent les concentrations les plus élevées sont le mardi et le mercredi, durant lesquels 16 µg/m<sup>3</sup> de dioxyde d'azote en moyenne sont relevés, contre 7 µg/m<sup>3</sup> par exemple le dimanche.

## Mesure des particules en suspension PM10

Note : Une panne de l'analyseur du moyen mobile a entraîné l'absence de données à partir du 29 avril.



Concentrations journalières en particules PM10 sur le site de Pôle Emploi et sur les stations de référence du 9 au 28 avril 2013

A l'instar du dioxyde d'azote, les concentrations de particules sur le site de Pôle Emploi sont inférieures à celles relevées à l'École de musique, car les mesures furent conduites sous des conditions météorologiques moins pénalisantes. Elles demeurent proches des relevés montluçonnais, et confirment que le site rural est moins exposé à la pollution particulaire.

Contrairement à la campagne précédente, cette période de prélèvement n'a pas connu d'épisode durable de pollution aux particules et aucun dépassement du seuil journalier de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est à déplorer.

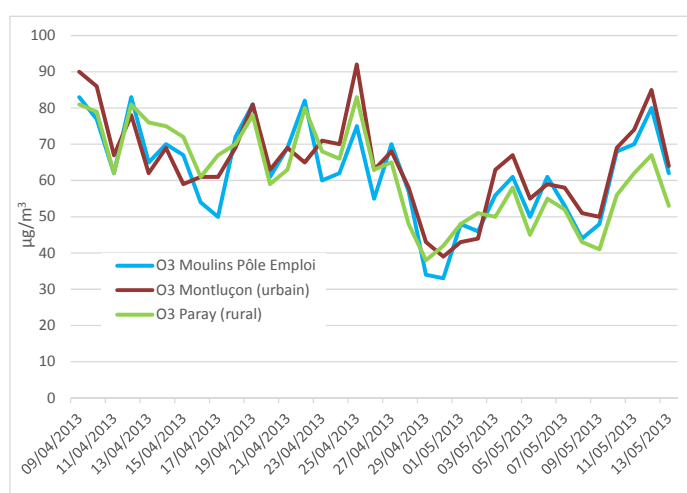
Au regard des résultats issus des stations fixes d'Atmo Auvergne, le respect des valeurs limites définies pour ce polluant est assuré sur le point de Pôle Emploi.

## Mesure du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone et du benzène

Comme sur le point de mesure de l'École de musique, les niveaux de dioxyde de soufre et de monoxyde de carbone sont extrêmement faibles (concentration moyenne de  $\text{SO}_2$  de  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et les valeurs limites sont assurément respectées.

La concentration de benzène relevée sur le site de Pôle Emploi est inférieure à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A l'instar de la campagne menée sur le premier point à Moulins, la valeur limite et l'objectif de qualité sont très probablement respectés.

## Mesure de l'ozone



Concentrations journalières en ozone sur le site de Pôle Emploi et sur les stations de référence du 9 avril au 13 mai 2013

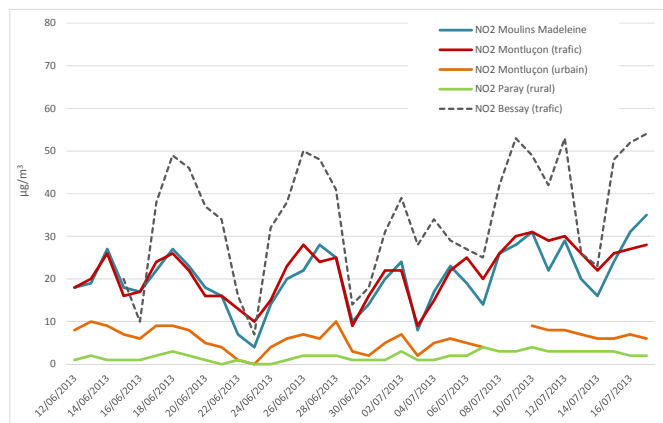
Les résultats de cette campagne confirment que les teneurs en ozone observées en zone urbaine à Moulins et à Montluçon sont relativement proches.

Si la valeur cible pour la santé humaine est très probablement respectée, comme sur la majorité des points de mesure auvergnats, l'objectif de qualité, qui vise à ce qu'aucune concentration 8-horaire n'excède la valeur de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , est certainement dépassé, même si ce seuil n'a pas été atteint durant la campagne à Pôle Emploi.

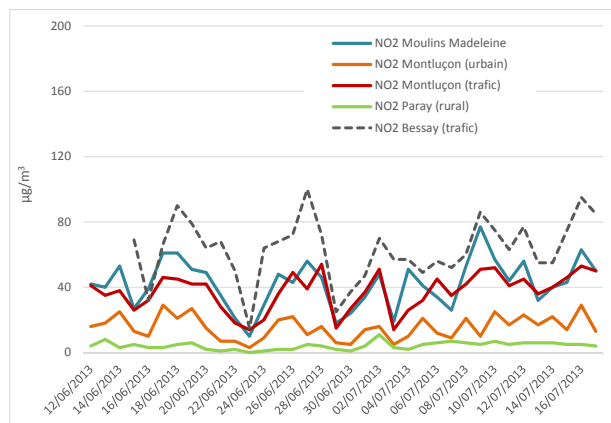
### 4.3 Site de la Madeleine, du 11 juin au 18 juillet 2013

Contrairement aux deux autres points investigués à Moulins, le site de la Madeleine est situé à proximité des voies routières, de façon à caractériser la qualité de l'air sur une zone placée sous l'influence directe des émetteurs. Durant cette étude, le second moyen mobile de l'association fut implanté également en configuration « trafic », le long de la route nationale 7, à Bessay-sur-Allier. Outre les mesures sur les stations de référence, les graphiques ci-après présentent les données issues de cette autre campagne.

#### Mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)



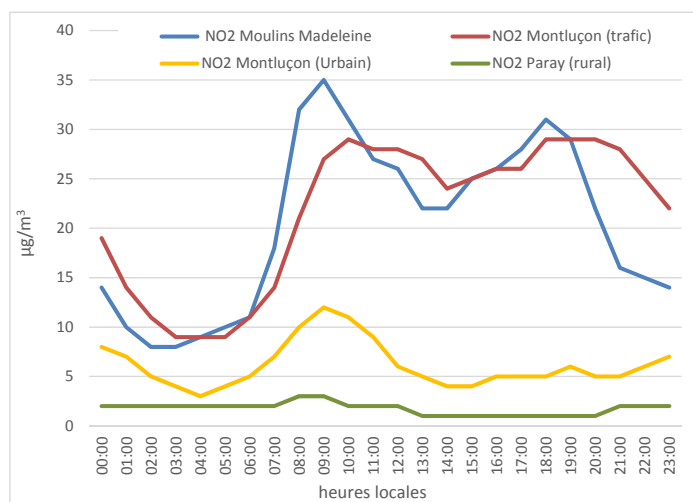
Concentrations journalières en dioxyde d'azote sur le site de Madeleine et sur les stations de référence du 12 juin au 17 juillet 2013



Maxima horaires journaliers en dioxyde d'azote sur le site de Madeleine et sur les stations de référence du 12 juin au 17 juillet 2013

En termes de concentrations moyennes, le point de la Madeleine présente des niveaux équivalents à ceux enregistrés à Montluçon sur le site de même typologie. Les maxima horaires sont même généralement supérieurs, ce qui témoigne de situations où l'importance du trafic ou bien sa congestion entraîne une hausse notable de la pollution azotée. Cependant la valeur limite horaire de 200 µg/m<sup>3</sup> n'a jamais été atteinte, et les teneurs restent en-deçà de celles qui peuvent être mesurées à Bessay-sur-Allier. A cet endroit comme à Moulins, l'interdiction de circulation des poids-lourds le dimanche (16, 23 et 30 juin, et 7 et 14 juillet) entraîne une chute notable des teneurs en dioxyde d'azote.

#### Profil journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote



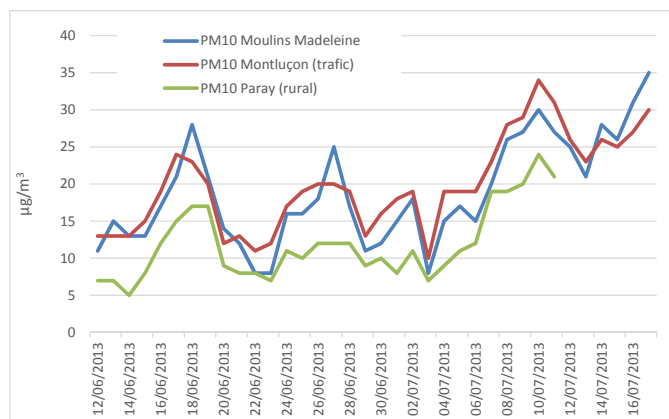
Profil journalier moyen des concentrations en dioxyde d'azote sur le site de Madeleine et sur les stations de référence du 12 juin au 17 juillet 2013

Le profil moyen journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote mesurées sur le site de la Madeleine et sur les stations de référence est présenté sur la figure ci-contre.

Ce profil est caractéristique d'un site de proximité routière. Les teneurs nocturnes sont limitées et les concentrations de dioxyde d'azote augmentent dès la reprise matinale du trafic, puis affichent un second pic en fin d'après-midi.

Bien que les niveaux de dioxyde d'azote soient plus élevés sur ce point que sur les deux emplacements investigués précédemment, le respect des deux valeurs limites est extrêmement probable, du fait de la similitude des teneurs avec le site de proximité automobile montluçonnais, où ces seuils réglementaires annuels ne sont jamais dépassés.

## Mesure des particules en suspension PM10



Concentrations journalières en particules PM10 sur le site de Madeleine et sur les stations de référence du 12 juin au 17 juillet 2013

Le graphique des concentrations journalières montre la similitude des niveaux avec la station montluçonnaise de même typologie. La fin de la campagne est marquée par une augmentation des niveaux de particules, observée sur une grande partie de la France, placée alors sous des conditions anticycloniques.

Néanmoins, le seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> n'a jamais été excédé durant cette campagne. La comparaison avec le dispositif pérenne permet de présumer le respect des valeurs limites définies pour ce polluant.

## Mesure du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone et du benzène

A l'instar des mesures conduites sur les deux autres sites à Moulins, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et le benzène présentent des concentrations proches des limites de détection des appareils. Les valeurs limites annuelles sont très certainement respectées.

### Mesure de l'ozone

Les processus chimiques complexes qui dictent les niveaux d'ozone dans l'atmosphère conduisent à des puits de ce polluant à proximité des voies routières. Ainsi, les mesures d'ozone ne sont généralement pas menées en situation trafic. Au cours de cette campagne, l'analyseur placé dans le moyen mobile est cependant resté en fonctionnement.

Les résultats confirment que la concentration moyenne sur la période de mesure (61 µg/m<sup>3</sup>) est inférieure de 10 µg/m<sup>3</sup> aux niveaux observés en zone urbaine à Montluçon.

## 4.4 Récapitulatif des trois campagnes

Les tableaux ci-dessous reprennent les concentrations moyennes mesurées sur les trois points du laboratoire mobile, ainsi que sur les stations de référence. Les minima et maxima horaires (dioxyde d'azote et ozone) et journaliers (particules) y sont également indiqués entre parenthèses. L'ensemble des valeurs est exprimé en microgrammes par mètre cube (µg/m<sup>3</sup>).

Dioxyde d'azote	Moulin	Montluçon Trafic	Montluçon Urbain	Paray-le-Frésil
8/3 – 7/4	Musique : 22 (3-66)	36 (10-101)	16 (2-68)	5 (1-16)
8/4 – 13/5	Pôle Emploi : 11 (1-58)	25 (6-79)	9 (1-50)	3 (0-13)
11/6 – 17/7	Madeleine : 20 (0-77)	21 (4-54)	6 (0-29)	2 (0-11)

Ozone	Moulin	Montluçon Urbain	Paray-le-Frésil
8/3 – 7/4	Musique : 56 (0-106)	58 (4-112)	62 (0-106)
8/4 – 13/5	Pôle Emploi : 62 (3-124)	65 (5-138)	62 (3-127)
11/6 – 17/7	Madeleine : 51 (0-126)	62 (1-151)	52 (0-144)

PM10	Moulin	Montluçon Trafic	Paray-le-Frésil
8/3 – 7/4	Musique : 28 (5-59)	32 (8-69)	23 (4-55)
8/4 – 06/5	Pôle emploi : 18 (6-29)	19 (10-29)	12 (5-20)
11/6 – 17/7	Madeleine : 19 (8-35)	20 (10-34)	12 (5-24)

## 5 Conclusion

Atmo auvergne a mené trois campagnes de mesure de la qualité de l'air à Moulins en 2013. D'abord localisé sur le site de l'École de musique du 7 mars au 8 avril, le moyen mobile fut déplacé ensuite face à Pôle Emploi, du 8 avril au 14 mai. Après ces échantillonnages en milieu urbain, le point de proximité automobile de la Madeleine fut investigué du 11 juin au 18 juillet 2013.

Ces études ont permis d'apporter plusieurs enseignements :

- L'agglomération n'est pas touchée par la pollution par le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et le benzène, en cohérence avec les observations régionales. Ces trois polluants ont vu leurs concentrations nettement diminuer au cours des dernières années sur le territoire auvergnat et national, pour afficher désormais des niveaux qui ne sont pas préoccupants.
- Les teneurs en dioxyde d'azote sont celles habituellement relevées en centre-ville, pour les deux points situés en zone urbaine. S'agissant des mesures en proximité de voie à la Madeleine, les concentrations sont équivalentes à celles enregistrées dans la même configuration à Montluçon et peuvent être soutenues lorsque le trafic s'accroît. Le profil journalier des concentrations sur chacun des trois sites met en évidence l'impact des émissions de dioxyde d'azote liées aux trajets domicile-travail. La comparaison avec le dispositif pérenne laisse présager le respect des valeurs limites existantes, établies pour une année entière, sur les trois points de mesure.
- En fin de première campagne, les concentrations de particules furent importantes et dépassèrent le seuil journalier de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant quelques jours. Cet épisode a concerné le nord de l'Auvergne et une partie de la France, car les panaches de pollution particulaire sont généralement de grande ampleur. En dehors de cet événement, les teneurs en particules sont restées en-deçà des seuils réglementaires et le respect des valeurs limites est très probablement assuré sur les sites investigués.
- Enfin, concernant l'ozone, les teneurs observées en zone urbaine à Moulins et à Montluçon sont relativement proches. La valeur cible pour la santé humaine autorise 25 dépassements annuels du seuil 8-horaire de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les résultats de cette étude laissent présumer le respect de cette valeur cible. Cependant l'objectif de qualité, qui vise à ce qu'aucune concentration ne dépasse ce seuil, n'est vraisemblablement pas respecté, comme sur la plupart des points de mesure fixes auvergnats. L'ozone demeure un polluant problématique et la réduction des niveaux constitue un enjeu majeur, à l'échelle du territoire régional comme national.

Outre l'implantation d'une cabine de mesure fixe de la pollution à Moulins fin 2013, la modélisation haute définition qui sera déployée prochainement sur l'agglomération permettra à chacun de connaître, à l'échelle de la rue, les niveaux de pollution rencontrés.

## 6 Annexes

### 6.1 Annexe 1 : Polluants mesurés : leurs sources et leurs effets sur la santé et sur l'environnement

Le tableau ci-après présente, pour les polluants mesurés durant les campagnes menées dans l'agglomération moulinoise, leur origine ainsi que leurs effets sur la santé et sur l'environnement.

Polluants	Sources	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
<b>Oxydes d'azote</b> (NO <sub>x</sub> ) NO et NO <sub>2</sub>	Les oxydes d'azote sont émis par toutes les installations de combustion et par les automobiles. La répartition sectorielle montre que les sources liées au transport routier sont largement majoritaires en Auvergne, constituant largement plus de la moitié des émissions.	Le NO <sub>2</sub> est un gaz irritant pour les bronches (augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques et favorise les infections pulmonaires infantiles). Le NO est non toxique pour l'homme aux concentrations environnementales.	Les NO <sub>x</sub> participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.
<b>Poussières en suspension inférieures à 10 µm</b> (PM 10)	Les particules en suspension proviennent des combustions industrielles ou domestiques, du transport routier diesel, d'origines naturelles (volcanisme, érosion...). On appelle PM10 les particules de diamètre inférieur à 10 µm	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.	Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.
<b>Ozone</b> (O <sub>3</sub> )	C'est un polluant secondaire se formant sous l'effet catalyseur du rayonnement solaire à partir des polluants d'origines industrielle et automobile.	L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi que des irritations oculaires. Ses effets sont très variables selon les individus.	L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (sur le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux (caoutchouc...). Il contribue également à l'effet de serre.
<b>Le benzène</b>	Le benzène peut être émis par des sources industrielles. Cependant, à l'échelle nationale, les principales contributions sont celles du secteur résidentiel/tertiaire (combustion de biomasse) et des transports routiers. Enfin en atmosphère urbaine, il provient aussi de l'évaporation des carburants automobiles lors de leur stockage, de leur transport et de leur distribution.	Le benzène est classé cancérogène chez l'homme d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Bien que le pétrole représente une source importante d'émissions atmosphériques du benzène (plus de 80 %), la cigarette demeure la principale source de l'exposition des êtres humains au benzène.	Les composés organiques volatils dont fait partie le benzène jouent un rôle majeur dans les mécanismes complexes de formation de l'ozone dans la basse atmosphère. Ils interviennent également dans les processus conduisant à la formation des gaz à effet de serre.
<b>Monoxyde de carbone</b> (CO)	Le CO se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fioul, carburants, bois). La source principale est le trafic automobile. Des teneurs élevées en CO peuvent être relevées dans les habitations suite au mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique.	Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation de l'organisme. Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Ces symptômes s'aggravent avec l'augmentation de la concentration de CO (nausée, vomissements...) et peuvent, en cas d'exposition prolongée, aller jusqu'au coma et à la mort.	Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone CO <sub>2</sub> et contribue à l'effet de serre.
<b>Dioxyde de soufre</b> (SO <sub>2</sub> )	Le SO <sub>2</sub> est issu de la combustion des fiouls et du charbon contenant des impuretés soufrées.	Il est irritant pour les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).	Il contribue aux pluies acides qui affectent les végétaux et les sols. Il dégrade la pierre.



## 6.2 Annexe 2 : références normatives

La réglementation française sur la qualité de l'air ambiant, qui résulte essentiellement de la transposition du droit européen en la matière (directives 2004/107/CE et 2008/50/CE), fait l'objet de l'article R221-1 du Code de l'environnement. Les critères nationaux de qualité de l'air, fixés pour chacune des substances réglementées, ont deux principaux objectifs :

- d'une part de caractériser les teneurs moyenne et maximale en polluants atmosphériques sur la base de paramètres statistiques généralement calculés sur une année civile (valeurs limites, valeurs cibles et objectifs de qualité),
- d'autre part de définir les moyennes horaires ou sur 24 heures au-delà desquelles sont mises en œuvre les procédures d'information de la population (seuils d'information et de recommandation) ou les mesures d'urgence (seuils d'alerte) en cas de pointe de pollution.

### Terminologie

**Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, 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** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné ;

**Valeur limite** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;

**Seuil d'information et de recommandation** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;

**Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère 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.

**AOT 40** (Accumulated Over Threshold of 40 ppb) : cet indicateur, exprimé en  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , correspond à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (40 ppb) et  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures (heure de l'Europe centrale).

## Critères nationaux de la qualité de l'air

Les valeurs applicables en 2013 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) des différents critères nationaux de la qualité de l'air sont présentées dans le tableau suivant :

Polluant	Critère	Paramètre statistique	Valeur applicable	Remarque
Dioxyde d'azote	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	40	
		moyenne horaire	200	A ne pas dépasser plus de 18 fois / an.
	Objectif de qualité	moyenne annuelle	40	
	Seuil d'information et de recommandation	moyenne horaire	200	
	Seuil d'alerte	moyenne horaire	400/200	200 si l'épisode de pollution perdure sur plusieurs jours
Particules en suspension (PM10)	Valeurs limites pour la protection de la santé	moyenne annuelle	40	
		moyenne journalière	50	A ne pas dépasser plus de 35 fois / an
	Objectif de qualité	moyenne annuelle	30	
	Seuil d'alerte	moyenne journalière	80	
Ozone	Valeur cible pour la protection de la santé humaine	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	120	A ne pas dépasser plus de 25 jours / an
	Valeur cible pour la protection de la végétation	AOT40 (mai-juillet moyenne sur 5 ans)	18 000	en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
	Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	120	
	Objectif de qualité pour la protection de la végétation	AOT40 (mai-juillet moyenne sur 5 ans)	6 000	en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
	Seuil d'information et de recommandation	moyenne horaire	180	
	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	moyenne horaire	240	
	Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence :			
	- 1 <sup>er</sup> seuil		240	Sur 3 h consécutives
- 2 <sup>ème</sup> seuil		300	Sur 3 h consécutives	
- 3 <sup>ème</sup> seuil		360		
Dioxyde de soufre	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	moyenne journalière	125	A ne pas dépasser plus de 3 fois / an
		moyenne horaire	350	A ne pas dépasser plus de 24 fois / an
	Niveaux critiques pour la protection de la végétation	moyenne annuelle	20	
		moyenne hivernale (01/10-31/03)	20	
	Objectif de qualité	moyenne annuelle	50	
	Seuil d'information et de recommandation	moyenne horaire	300	
Seuil d'alerte	moyenne horaire	500	Sur 3 h consécutives	
Monoxyde de carbone	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne sur 8 heures	10 000	
Benzène	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	5	
	Objectif de qualité		2	



# Qualité de l'air en Auvergne

Association pour la Mesure  
de la Pollution Atmosphérique  
de l'Auvergne

---

Siège : Atmo Auvergne  
25 rue des Ribes – 63170 AUBIERE  
Tel : 04.73.34.76.34 / Fax : 04.73.34.33.56  
e-mail : [contact@atmoauvergne.asso.fr](mailto:contact@atmoauvergne.asso.fr)  
<http://www.atmoauvergne.asso.fr>

26 septembre 2013