



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



## Campagne de mesure du dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs dans l'agglomération de Moulins (Allier)



# 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>

# SOMMAIRE

1	INTRODUCTION – CONTEXTE DE LA CAMPAGNE .....	3
2	GÉNÉRALITÉS SUR LE DIOXYDE D’AZOTE .....	3
	2.1 Physico-chimie et sources .....	3
	2.2 Effets sur la santé et l’environnement .....	3
	2.3 Références normatives .....	3
	<i>Terminologie</i> .....	4
	<i>Critères nationaux de la qualité de l’air</i> .....	4
3	MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE .....	5
	3.1 Techniques de mesure .....	5
	<i>Échantillonneur passif de dioxyde d’azote</i> .....	5
	3.2 Période de mesure .....	5
	3.3 Sites de mesure .....	5
4	EXPLOITATION DES RÉSULTATS .....	7
	4.1 Contexte météorologique durant la campagne .....	7
	4.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif .....	9
	<i>Doublons</i> .....	9
	4.3 Résultats des mesures de NO <sub>2</sub> par échantillonnage passif .....	10
	<i>Report cartographiques des valeurs</i> .....	11
	<i>Évolution temporelle des concentrations de NO<sub>2</sub> pendant la campagne</i> .....	11
	ANNEXE 1 : LES SITES DE MESURE .....	14
	ANNEXE 2 : RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES MESURES PAR ÉCHANTILLONNAGE PASSIF .....	18
	ANNEXE 3 : TRAFIC MOYEN JOURNALIER ANNUEL DANS L’AGGLOMÉRATION DE MOULINS, EN NOMBRE DE VÉHICULES PAR JOUR .....	19

## 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, une campagne de mesure de dioxyde d’azote à l’aide de tubes à diffusion passive a été planifiée. Elle s’est intéressée aux teneurs de ce polluant en site de fond et en proximité automobile. Une vingtaine de points ont été échantillonnés entre août 2012 et janvier 2013.

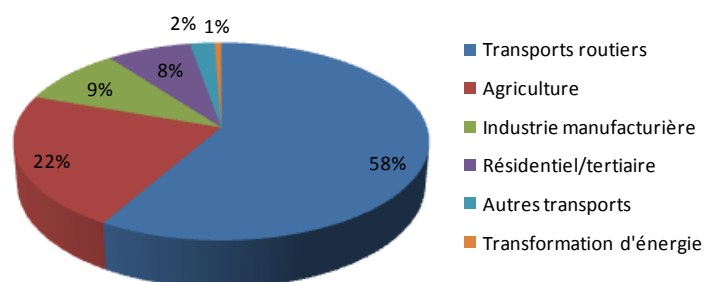
## 2 Généralités sur le dioxyde d’azote

### 2.1 Physico-chimie et sources

Le terme d’oxydes d’azote (NOx) regroupe divers composés chimiques azotés, dont le monoxyde d’azote (NO) et le dioxyde d’azote (NO<sub>2</sub>), seuls concernés par une mesure régulière. Dans l’atmosphère, à température ambiante, le monoxyde d’azote se transforme en dioxyde d’azote.

Les émissions d’oxydes d’azote, majoritairement sous forme de monoxyde, proviennent essentiellement de la combinaison du diazote et du dioxygène de l’air dans les foyers de combustion, sous l’effet des hautes températures.

Le NO et le NO<sub>2</sub> sont principalement produits par le transport routier, qui constitue plus de la moitié des émissions. L’agriculture est le second émetteur en Auvergne, suivi de l’industrie et du secteur résidentiel et tertiaire à proportions équivalentes (*Base de données Eider du MEDDE, 2000*).



Répartition sectorielle des émissions de NOx en Auvergne

### 2.2 Effets sur la santé et l’environnement

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant pour les bronches, il 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.

En termes d’impact environnemental, les oxydes d’azote interviennent dans le processus de formation de l’ozone dans la basse atmosphère, pouvant contribuer au développement d’épisodes de pollution photochimique. La transformation en acides nitreux et nitrique en présence d’eau contribue également au phénomène d’acidification des pluies ainsi qu’à l’eutrophisation des cours d’eau et des lacs.

### 2.3 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.

## 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 pour le dioxyde d'azote 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	A ne pas dépasser plus de 18 fois /an.
		moyenne horaire	200	
	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

### 3 Mise en œuvre de la campagne

#### 3.1 Techniques de mesure

Les échantillonneurs passifs sont bien adaptés pour la mesure du dioxyde d'azote dans l'air ambiant et sont largement utilisés dans les études ponctuelles visant à quantifier l'exposition moyenne sur un nombre important de sites d'échantillonnage. Pour sa facilité de mise en œuvre et son faible coût, qui en constituent les principaux atouts, cette technique de mesure a été retenue dans la présente étude. Plusieurs campagnes ont été menées par cette méthode dans la région Auvergne (agglomération clermontoise, Aurillac, Montluçon, Le Puy-en-Velay, Issoire, Riom...).

#### Échantillonneur passif de dioxyde d'azote

La mesure du dioxyde d'azote par échantillonnage passif est basée sur le piégeage de cette molécule sur un absorbant, la triéthanolamine. L'échantillonneur utilisé consiste en un tube de polypropylène d'environ 7,5 cm de long et 10 mm de diamètre, dénommé "tube de Palmes", où l'air à analyser circule par diffusion passive. La quantité de dioxyde d'azote absorbée est proportionnelle à sa concentration moyenne dans l'air ambiant durant la période d'exposition. Cette quantité est déterminée par spectrométrie à 542 nm. L'analyse a été réalisée au laboratoire de l'association Airparif. Le pas d'échantillonnage est de 14 jours.

#### 3.2 Période de mesure

Douze séries de deux semaines de prélèvements par tubes passifs ont été réalisées entre août 2012 et janvier 2013.

Série 1	9 au 23 août 2012
Série 2	23 août au 6 septembre 2012
Série 3	6 au 20 septembre 2012
Série 4	20 septembre au 4 octobre 2012
Série 5	4 au 18 octobre 2012
Série 6	18 octobre au 2 novembre 2012
Série 7	2 au 15 novembre 2012
Série 8	15 au 29 novembre 2012
Série 9	29 novembre au 13 décembre 2012
Série 10	13 au 27 décembre 2012
Série 11	27 décembre au 10 janvier 2013
Série 12	10 au 24 janvier 2013

#### 3.3 Sites de mesure

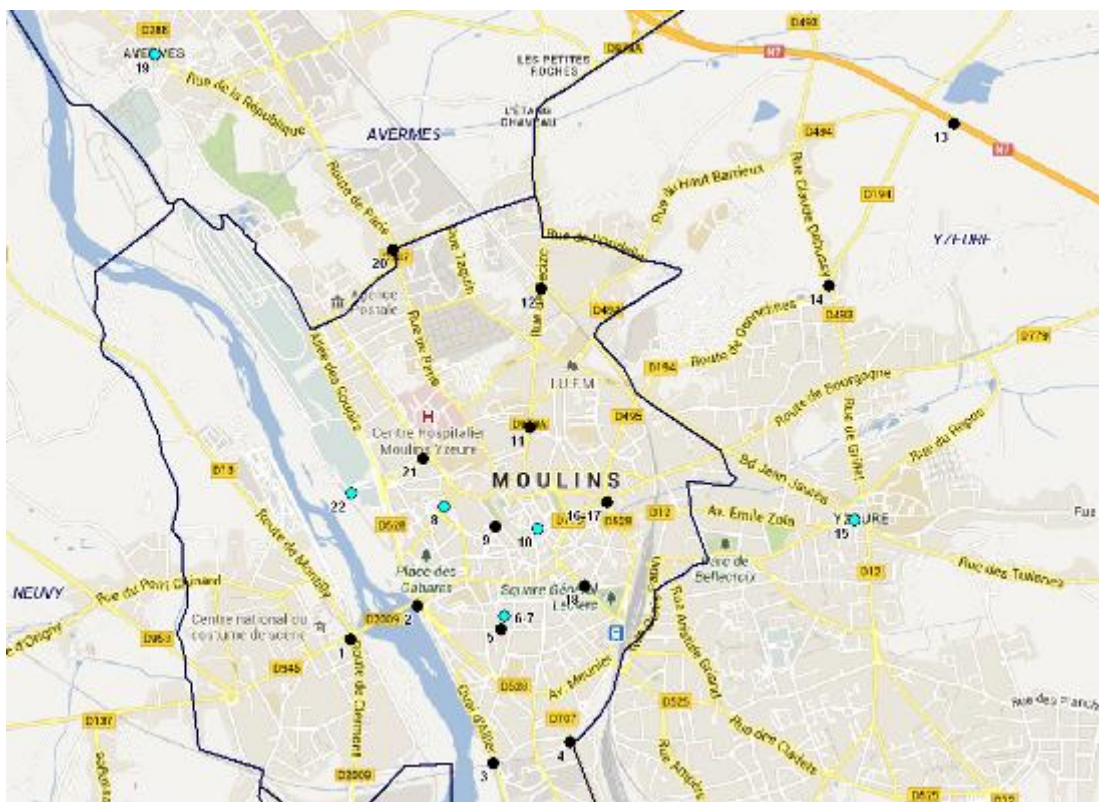
Vingt points de mesure, répartis sur Moulins et les communes alentour, ont été échantillonnés. Quatorze se situent le long des principaux axes de circulation repérés à partir des données de trafic fournies par le CETE Sud-Ouest et le conseil général de l'Allier (voir annexe 3), et six prélèvements ont été installés en conditions de fond urbain. Des doublons, permettant de s'assurer de la répétabilité des mesures, ont été réalisés sur deux points.

L'échantillonnage spatial et les caractéristiques des sites sont présentés sur la carte et le tableau suivants.

Les photos des sites étudiés sont présentées dans l'annexe 1 en fin de rapport.

N° site	Nom	Adresse	Emplacement	Typologie du site	Coordonnées géographiques en degrés décimaux (latitude °N, longitude °E)
1	Madeleine	D 2009 - Route de Clermont	Sur panneau indicateur à l'approche du rond-point	Trafic	46.560826 3.32088
2	Régemortes	Carrefour Régemortes, pont sur l'Allier	Sur panneau indicateur au bout du pont sur l'Allier	Trafic	46.562386 3.32511
3	Quai	Carrefour quai d'Allier-rue de la Font Vinée	Sur éclairage public avant le pont de chemin de fer	Trafic	46.555134 3.330225
4	Lyon	Carrefour rue de Lyon-rue Michelet	Sur éclairage public avant le passage à niveau	Trafic	46.556095 3.335324
5	Ledru Rollin	34 Boulevard Ledru Rollin	Sur éclairage public derrière l'école de musique proche d'un arrêt de bus	Trafic	46.56131 3.330738
6 / 7	Musique	Place du Maréchal de Lattre de Tassigny	Sur panneau d'affichage à l'angle avec l'école de musique	Fond	46.561882 3.330941
8	Poste	Place Jean Moulin	Sur éclairage public face à l'entrée de la poste	Fond	46.566895 3.326878
9	Château	Angle rue du Vert Galant-rue des jardins bas (14)	Sur éclairage public face au château	Trafic	46.566013 3.330354
10	Hôtel de ville	Place de l'hôtel de ville de Moulins	Sur panneau "sens interdit" rue de l'Épargne le long de la Caisse d'Épargne	Fond	46.565914 3.333136
11	Decize	Carrefour rue de Decize-rue des Remparts	Sur panneau "cédez le passage"	Trafic	46.570534 3.332642
12	Parmentier	Carrefour rue de Decize-rue Parmentier	Sur éclairage public avant le passage à niveau 131 rue de Decize	Trafic	46.576885 3.333388
13	N7	N7 Parking arrêt d'urgence 03607 sens Paris-province	Sur clôture à 8 m des voies (hauteur 1 m)	Trafic	46.584454 3.360918
14	Gennetines	Carrefour rue Claude Debussy-route de Gennetines	Sur éclairage public sur le rond point	Trafic	46.577034 3.352616
15	Yzeure	Place de l'hôtel de ville - Yzeure	Sur éclairage public proche de la mairie avenue Emile Zola	Fond	46.566315 3.354363
16 / 17	Bourgogne	Carrefour rue de Bourgogne-place du Jeu de paume	Sur panneau indicateur "hôtels" vers la rue du Cerf-volant	Trafic	46.567123 3.337789
18	Courtais	Carrefour boulevard de Courtais-Avenue De Banville	Sur panneau indicateur "centre ville" au rond point	Trafic	46.563278 3.336295
19	Avermes	Place de l'hôtel de ville - Avermes	Sur éclairage public derrière l'église	Fond	46.587654 3.307558
20	Paris	Carrefour rue Jean Baron-route de Paris	Sur panneau indicateur "toutes directions" face à la gendarmerie	Trafic	46.578678 3.32349
21	Pompidou	Rond point Pompidou	Sur éclairage public entrée du rond point cours de Bercy	Trafic	46.569141 3.325515
22	Omnisports	Parking entre la piscine et le stade	Sur clôture bordant la piscine vers l'Allier	Fond	46.567532 3.32072

*Liste et emplacement des sites étudiés*



Carte des sites échantillonnés (sites de fond en bleu, sites trafic en noir)

## 4 Exploitation des résultats

### 4.1 Contexte météorologique durant la campagne

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

#### Série 1 (9 au 23 août 2012)

Le mois d'août est chaud et ensoleillé. Mis à part quelques grisailles les 12 et 13, le temps est estival jusqu'à la survenue d'orages le 15 août, à l'avant d'un passage perturbé la nuit suivante. Les températures augmentent ensuite sous l'effet d'un air chaud venu du Sahara, qui gagne progressivement la région pour aboutir à un épisode caniculaire les 18 et 19. Le flux tourne alors au sud-ouest, et les journées du 20 et 21 août restent caniculaires mais moins étouffantes. Le 22, l'anticyclone faiblit, mettant fin à l'épisode. Les températures restent toutefois d'un bon niveau jusqu'au 23 avant qu'une dégradation orageuse ne s'accompagne d'un rafraîchissement plus net, ramenant les températures sous les valeurs de saison.

#### Série 2 (23 août au 6 septembre 2012)

La quinzaine débute sous un passage pluvio-orageux. Le temps s'améliore ensuite jusqu'au 27 août, mais demeure frais. A partir du 28, la météorologie se dégrade et les pluies deviennent quotidiennes. Sous un courant de nord-ouest humide, le temps reste nuageux et frais jusqu'au 6 septembre.

#### Série 3 (6 au 20 septembre 2012)

Le ciel est encore un peu nuageux le 6 puis un temps estival ensoleillé, sec et chaud se met en place, jusqu'au 11 septembre où la pluie s'accompagne d'une chute du thermomètre. Le 14, l'anticyclone revient protéger la région. Mis à part la grisaille persistante le 15, le temps est bien ensoleillé et les températures remontent progressivement pour retrouver une grande douceur les 16 et 17 septembre. Une dégradation pluvieuse traverse l'Auvergne le 18 et l'ambiance se rafraîchit à nouveau.

#### Série 4 (20 septembre au 4 octobre 2012)

Les précipitations connaissent une petite accalmie en début de quinzaine, mais la fraîcheur s'établit. A partir du 21

septembre un temps perturbé s'installe, dans une ambiance nettement radoucie. Du 24 au 29, un temps automnal s'affirme et les précipitations deviennent quasi quotidiennes. Les températures sont à nouveau en baisse et plongent sous les valeurs de saison. Du 1 au 4 octobre, le temps est souvent nuageux avec quelques faibles précipitations, mais le thermomètre remonte.

#### **Série 5 (4 au 18 octobre 2012)**

La douceur s'installe. Le 5 octobre est une journée de transition, le temps est sec, chaud et bien ensoleillé. Puis, du 6 au 12, les perturbations se succèdent quasi quotidiennement et la grisaille domine. En contrepartie, les températures sont douces pour la saison, notamment la nuit. Du 13 au 16 octobre, les journées se suivent mais ne se ressemblent pas car le soleil alterne avec la pluie. Seul point commun, l'ambiance reste assez fraîche pour la saison durant ces quatre jours. A partir du 17, le flux tourne au sud provoquant une remontée des températures.

#### **Série 6 (18 octobre au 2 novembre 2012)**

Les nuages et grisailles restent bien présents jusqu'au 22 octobre. Sous une situation anticyclonique, le soleil fait quelques apparitions du 23 au 25, dans une ambiance exceptionnellement douce pour la saison. Les perturbations font leur retour le 26 octobre et s'accompagnent d'un refroidissement marqué à partir du 27. Les hautes pressions reviennent à la fin du mois et le froid, bien que moins intense, est toujours bien présent. Le temps demeure sec et bien ensoleillé les 29 et 30, puis le ciel se voile le 31 avant l'arrivée d'une perturbation pluvieuse début novembre.

#### **Série 7 (2 au 15 novembre 2012)**

En début de mois, les passages pluvieux se succèdent, sous des températures relativement clémentes jusqu'au 4 novembre. La fraîcheur s'installe les 5 et 6. Les 7 et 8 novembre, un anticyclone vient nous protéger. Après dissipation des grisailles matinales, la journée du 7 est bien ensoleillée mais fraîche. Le lendemain, la douceur revient mais des nuages d'altitude viennent contrarier l'ensoleillement. Du 9 au 11 novembre, un passage perturbé ramène nuages et pluie et s'accompagne d'un nouveau rafraîchissement. La situation redevient anticyclonique du 12 au 16 novembre, et les températures maximales sont très douces.

#### **Série 8 (15 au 29 novembre 2012)**

Jusqu'au 23 novembre, l'Auvergne est placée sous un flux de sud-ouest anticyclonique. Mis à part un petit passage pluvieux le 21, on conserve un temps sec mais plus nuageux. La douceur persiste. Les 24 et 25 novembre, un flux de sud apporte quelques ondées et les températures sont clémentes. La quinzaine se termine cependant sous un temps agité, les perturbations se succèdent et s'accompagnent d'un refroidissement de plus en plus marqué.

#### **Série 9 (29 novembre au 13 décembre 2012)**

Le temps restera perturbé et froid jusqu'au 10 décembre, sous un flux de nord-ouest puis de nord plus froid. Les précipitations sont quasi-quotidiennes et les températures se situent environ 3 à 6 °C sous les valeurs de saison. Les 11 et 12 décembre, le soleil est de retour mais, avec le vent de nord à nord-est, les températures restent bien froides pour la saison. Les gelées matinales sont généralisées durant ces 2 jours et très marquées le 12 décembre.

#### **Série 10 (13 au 27 décembre 2012)**

Après ces températures très froides, la seconde moitié du mois sera exceptionnellement chaude. A partir du 13 décembre, le flux tourne à l'ouest jusqu'au 18, et de l'air plus doux gagne la région. Les températures repassent au-dessus des valeurs de saison. Une accalmie de courte durée s'installe le 19, avant le retour d'un temps perturbé d'ouest. Les perturbations se succèdent dans une ambiance assez douce. Les 23 et 24 décembre, l'anticyclone est de retour et de l'air chaud en provenance du Maghreb envahit la région. Les maximales sont particulièrement élevées : on enregistre 16 à 19°C en Limagne et Bourbonnais. Du 25 au 27 décembre, la douceur domine malgré quelques précipitations.

#### **Série 11 (27 décembre au 10 janvier 2013)**

Le ciel demeure gris et parfois pluvieux jusqu'à la fin du mois de décembre. Le 1<sup>er</sup> janvier, une perturbation traverse la région apportant un arrosage conséquent sur la façade ouest, et les températures sont légèrement plus douces que la normale. Du 2 au 9 janvier, un anticyclone plaque une couche de grisaille compacte et tenace sur le nord de l'Auvergne et les températures sont bien fraîches lorsque les éclaircies sont inexistantes.

#### **Série 12 (10 au 24 janvier 2013)**

A partir du 10 janvier, les perturbations défilent à nouveau jusqu'au 15. Le thermomètre chute au fil des jours car le flux tourne au nord. L'ambiance devient hivernale, avant une légère hausse des pressions les 16 et 17 janvier. Sous un temps sec, les gelées nocturnes sont généralisées et parfois fortes. Aucun dégel n'est enregistré le 17 dans toute l'Auvergne. Du 18 au 21 janvier, les perturbations se succèdent à nouveau, apportant parfois des pluies verglaçantes. La campagne se termine sous un temps nuageux accompagné de quelques ondées.



## 4.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif

### Doublons

Les points Musique et Bourgogne ont été réalisés en doublon durant toute la campagne. Dans ce cas deux échantillonneurs passifs sont placés l'un à côté de l'autre, afin de contrôler la répétabilité des mesures et de valider les données.

L'écart relatif ER entre deux mesures conjointes  $C_A$  et  $C_B$  est défini comme la valeur absolue de l'écart entre l'une des mesures et la moyenne des deux, rapportée à cette moyenne :

$$ER = \frac{|C_A - (C_A + C_B)/2|}{(C_A + C_B)/2}$$

Les tableaux ci-après présentent, pour chacun des deux sites, les concentrations obtenues sur les doublons, la moyenne et l'écart relatif. Les concentrations sont exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'indication « nd » correspond à des tubes disparus, ou à des données invalidées pour cause de présence d'insecte dans le tube.

#### Site Musique

Les calculs pour le dioxyde d'azote sur le site de fond de l'école de musique sont présentés dans le tableau suivant :

	série 1	série 2	série 3	série 4	série 5	série 6	série 7	série 8	série 9	série 10	série 11	série 12
<b>Point 6</b>	13.3	15.1	17.6	18.6	20.7	19.6	23.5	24.6	24.7	23.4	18.8	29.1
<b>Point 7</b>	16.1	12.9	19.0	16.7	19.1	19.9	22.9	29.2	23.1	24.0	18.2	28.0
<b>Moyenne</b>	14.7	14.0	18.3	17.7	19.9	19.7	23.2	26.9	23.9	23.7	18.5	28.6
<b>ER</b>	9%	8%	4%	5%	4%	1%	1%	9%	3%	1%	2%	2%

*Analyse des mesures de NO<sub>2</sub> sur le site 6/7 équipé d'un doublon*

#### Site Bourgogne

Les calculs pour le dioxyde d'azote sur le site de proximité automobile de la rue de Bourgogne sont présentés dans le tableau suivant :

	série 1	série 2	série 3	série 4	série 5	série 6	série 7	série 8	série 9	série 10	série 11	série 12
<b>Point 16</b>	21.4	nd	32.5	33.2	32.7	27.0	nd	41.5	39.0	37.6	34.2	42.1
<b>Point 17</b>	21.7	nd	33.9	35.6	33.5	30.8	34.1	37.8	36.0	38.7	31.2	38.3
<b>Moyenne</b>	21.5	-	33.2	34.4	33.1	28.9	-	39.7	37.5	38.1	32.7	40.2
<b>ER</b>	1%	-	2%	3%	1%	7%	-	5%	4%	1%	5%	5%

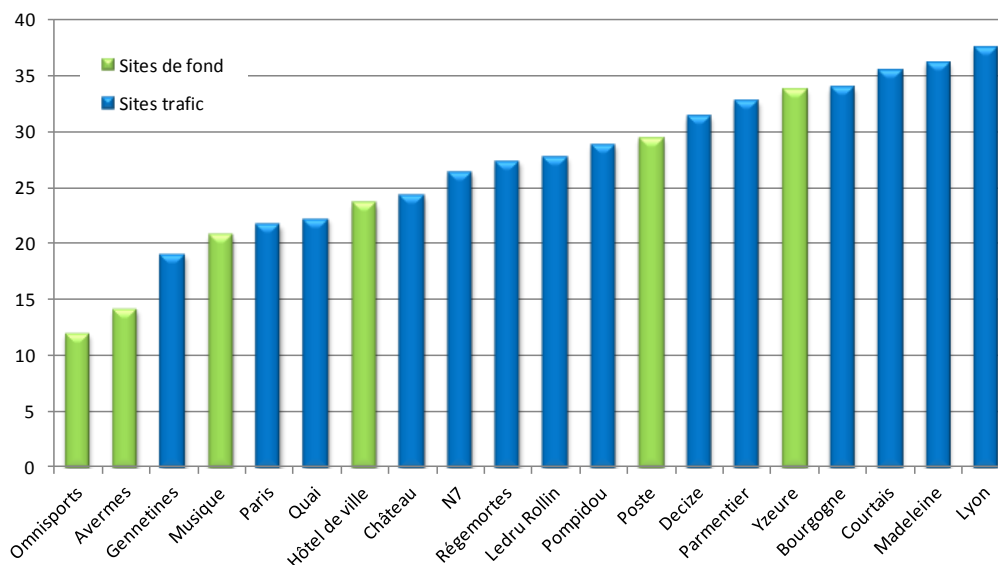
*Analyse des mesures de NO<sub>2</sub> sur le site 16/17 équipé d'un doublon*

Sur les deux sites, l'écart relatif varie entre 1 et 9 % au maximum, ce qui confirme une très bonne répétabilité des mesures. Les concentrations exposées ci-après pour ces sites sont calculées en moyennant les valeurs obtenues sur les doublons.

### 4.3 Résultats des mesures de NO<sub>2</sub> par échantillonnage passif

Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en µg/m<sup>3</sup>, pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans le tableau en annexe 2.

Les concentrations mesurées sur la durée de la campagne sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant.



Concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> mesurées par échantillonneurs passifs pendant la campagne

Pour rappel, parmi les vingt points de mesure échantillonnés, quatorze se situent le long des principaux axes de circulation, et six prélèvements ont été installés en conditions de fond urbain. Néanmoins, la micro-implantation des sites (distance à la voie notamment) a un impact très important sur les niveaux mesurés.

Ainsi, il n'est pas étonnant que le point Omnisports, situé en bordure d'Allier et éloigné des voies de circulation, présente les teneurs en dioxyde d'azote les plus faibles. Ce site, ainsi que celui implanté sur la commune d'Avermes, se démarquent comme particulièrement peu affectés par la pollution azotée. En revanche, les sites urbains de la Poste et d'Yzeure affichent des concentrations de l'ordre de celles observées en site trafic. Ceci tient à la micro-implantation des tubes, accrochés sur des poteaux à proximité des voies. Le point de mesure à Yzeure se situe le long de la départementale D12, qui connaît un trafic moyen journalier annuel de plus de 3 300 véhicules par jour.

Les sites de Lyon, de la Madeleine et de Courtais enregistrent les teneurs les plus élevées, car ces rues supportent des trafics importants, respectivement de 13 972, 5 684 et 4 807 véhicules par jour (*données du conseil général de l'Allier, 2008 et 2010*). L'entrée du pont sur l'Allier connaît un trafic régulièrement saturé aux heures de pointe du matin et du soir. Les niveaux soutenus observés à la Madeleine ne se retrouvent néanmoins pas de l'autre côté du pont (site de Régemortes). A contrario les teneurs observées le long de la nationale 7, où circulent 15 400 véhicules par jour, semblent relativement faibles, du fait très probable de la distance à la voie de l'échantillonneur passif, supérieure à 10 mètres, imposée par les contraintes de terrain.

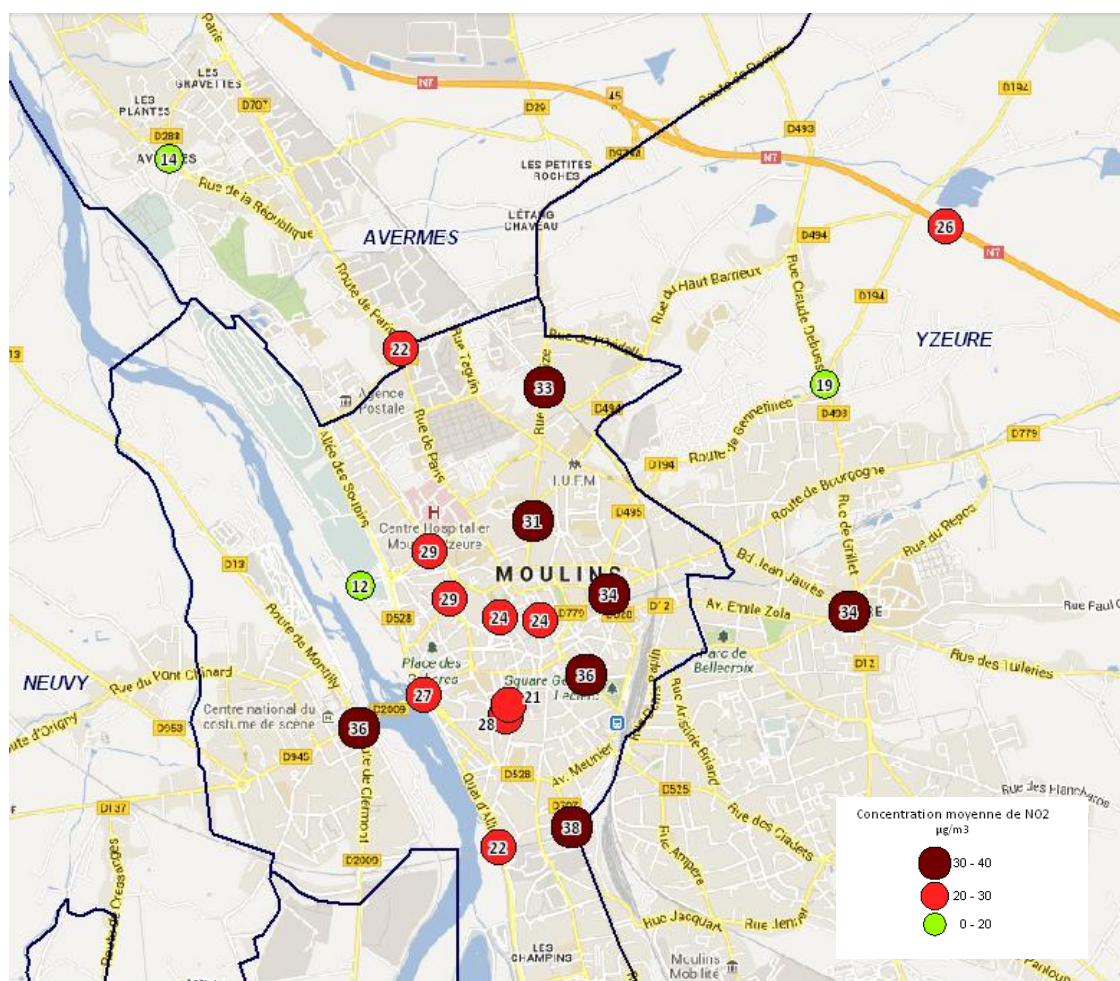
Les concentrations moyennes durant la campagne varient de 12 à 38 µg/m<sup>3</sup>. Dans le même temps, les analyseurs automatiques des stations de mesure montluçonnaises (seuls points de mesure fixes de dioxyde d'azote en zone urbaine dans l'Allier) enregistrent 15 µg/m<sup>3</sup> et 25 µg/m<sup>3</sup>, en situation de fond urbain et de proximité automobile respectivement. Ainsi les teneurs relevées à Moulins sur la moitié des sites échantillonnés sont supérieures à celles observées sur la station trafic de Montluçon. Seuls les deux tubes placés à Omnisports et Avermes enregistrent quant à eux des moyennes plus faibles que sur la station urbaine montluçonnaise. Autre point de mesure dans l'Allier pouvant servir à la comparaison, le site rural à Paray-le-Frésil, dans l'agglomération de Moulins. La surveillance du dioxyde d'azote n'y a débuté qu'à la mi-décembre 2012. Pour la même période de mesure (mi-décembre 2012 à janvier 2013), la concentration moyenne atteint 6 µg/m<sup>3</sup>, contre environ 15 µg/m<sup>3</sup> sur les deux sites les moins exposés de cette étude.

Les critères normatifs pour le dioxyde d'azote étant définis pour une année complète de mesure, la situation par rapport aux seuils réglementaires est évaluée en confrontant les résultats obtenus pendant la campagne à l'historique des valeurs enregistrées sur les stations fixes du réseau. La valeur limite pour la protection de la santé humaine et l'objectif de qualité pour le dioxyde d'azote sont fixés à 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

Depuis plusieurs années, cette valeur limite est atteinte ou dépassée en Auvergne uniquement sur les sites de l'autoroute A71 et de l'Esplanade de la gare à Clermont-Ferrand. Durant cette campagne de cinq mois, la moyenne en dioxyde d'azote sur ce dernier point s'élève à  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit davantage que sur le point le plus exposé de Moulins (rue de Lyon où  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont enregistrés). Les résultats des mesures conduites durant cette étude laissent à penser que la valeur limite annuelle est probablement respectée sur l'ensemble des points, bien que certains carrefours ou axes de l'agglomération présentent des niveaux tout de même soutenus.

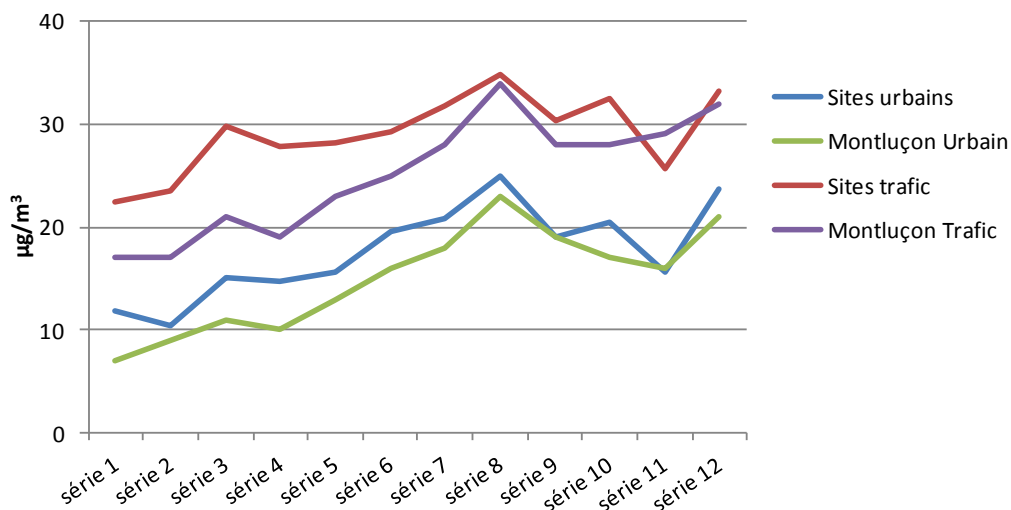
### Report cartographique des valeurs

Les répartitions spatiales des niveaux moyens de dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure sont représentées sur la cartographie suivante. Les teneurs les plus fortes à Moulins se retrouvent sur les boulevards circulaires et les entrées de ville, tandis que l'hyper-centre (école de Musique, Château, Hôtel de ville) est moins affecté par la pollution azotée.



### Évolution temporelle des concentrations de NO<sub>2</sub> pendant la campagne

L'évolution temporelle des teneurs en dioxyde d'azote mesurées par échantillonneurs passifs en situation de fond et de trafic est représentée sur le graphique suivant. Du fait des forts niveaux qui y sont relevés, les sites de la Poste et d'Yzeure sont représentés avec les sites trafic. Les concentrations moyennes relevées sur les mêmes périodes à l'aide des analyseurs automatiques des deux stations fixes placées à Montluçon sont également reportées.



Évolution temporelle des concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> mesurées par échantillonneurs passifs pendant la campagne

Le dioxyde d'azote est émis par la circulation routière, et dans une moindre mesure par le chauffage résidentiel ou tertiaire. L'augmentation de ces sources, associée à des conditions météorologiques moins dispersives, conduit typiquement à des teneurs hivernales plus élevées. Le graphique montre que les évolutions des concentrations de dioxyde d'azote sur les points de mesure à Moulins et sur les stations fixes montluçonaises sont similaires. L'augmentation des niveaux moyens durant cette campagne de la série 1 (en août) à la série 8 (fin novembre) est logiquement observée sur l'échantillonnage passif comme sur les stations fixes, en lien avec l'évolution classique saisonnière de ce polluant. Cependant, les teneurs moyennes sont ensuite relativement stables, du fait des conditions météorologiques particulièrement perturbées jusqu'à la fin des mesures. La succession de passages pluvieux, même liés à de basses températures favorisant les émissions par le chauffage, permet de limiter l'accumulation du dioxyde d'azote.



## Conclusion

La campagne de mesure du dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs qui s'est déroulée durant cinq mois, d'août 2012 à janvier 2013, a permis de mieux connaître la qualité de l'air dans l'agglomération de Moulins en amont de l'implantation d'une station fixe de mesure.

Douze séries de deux semaines de prélèvement ont été installées sur 20 emplacements, dont une majorité de typologie de proximité automobile, ce qui a permis d'identifier les zones les plus exposées à la pollution azotée.

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote en situation de trafic durant cette campagne varient de 19 à 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les deux points les moins exposés, dont celui situé en bordure d'Allier en contrebas du palais des sports, enregistrent des concentrations moyennes inférieures à 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La comparaison avec les teneurs relevées sur les stations de mesure implantées à Montluçon montre que la moitié des sites échantillonnés à Moulins présente des niveaux plus importants, et que la capitale bourbonnaise n'est pas exempte de « points noirs » où la pollution azotée peut être ponctuellement soutenue. En effet, en Auvergne et en France plus généralement, le dioxyde d'azote demeure un polluant problématique, notamment le long des axes à fort trafic. A Moulins, ce sont les entrées de ville et les boulevards circulaires qui sont les plus affectés.

Cette étude sera suivie en 2013 de trois campagnes de mesure réalisées cette fois-ci avec l'appui du moyen mobile de l'association. Outre le dioxyde d'azote, sont également suivis avec des analyseurs automatiques le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, le benzène, l'ozone et les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 micromètres. Le moyen mobile sera implanté successivement à l'École de musique en mars-avril, puis à Pôle Emploi en avril-mai 2013. Par la suite l'abord du rond-point de la Madeleine (route de Clermont) sera échantillonné en juin-juillet 2013. Ces campagnes permettront d'aider au choix de l'implantation de la future station fixe ainsi que de caractériser finement les niveaux de l'ensemble des polluants habituellement mesurés en zone urbaine.

## ANNEXE 1 : Les sites de mesure



Site 1 : Madeleine - Moulins



Site 2 : Régemortes - Moulins



Site 3 : Quai d'Allier - Moulins



Site 4 : Rue de Lyon - Moulins



Site 5 : Ledru-Rollin - Moulins



Site 6/7 : Musique - Moulins



Site 8 : Poste - Moulines



Site 9 : Château - Moulines



Site 10 : Hôtel de ville - Moulines



Site 11 : Rue de Decize - Moulines



Site 12 : Rue Parmentier - Moulines



Site 13 : Nationale 7 - Moulines



Site 14 : Gennetines



Site 15 : Yzeure



Site 16/17 : Rue de Bourgogne - Moulins



Site 18 : Boulevard de Courtais - Moulins



Site 19 : Avermes



Site 20 : Route de Paris - Moulins





Site 21 : Rond-point Pominou - Moulins



Site 22 : Omnisports - Moulins

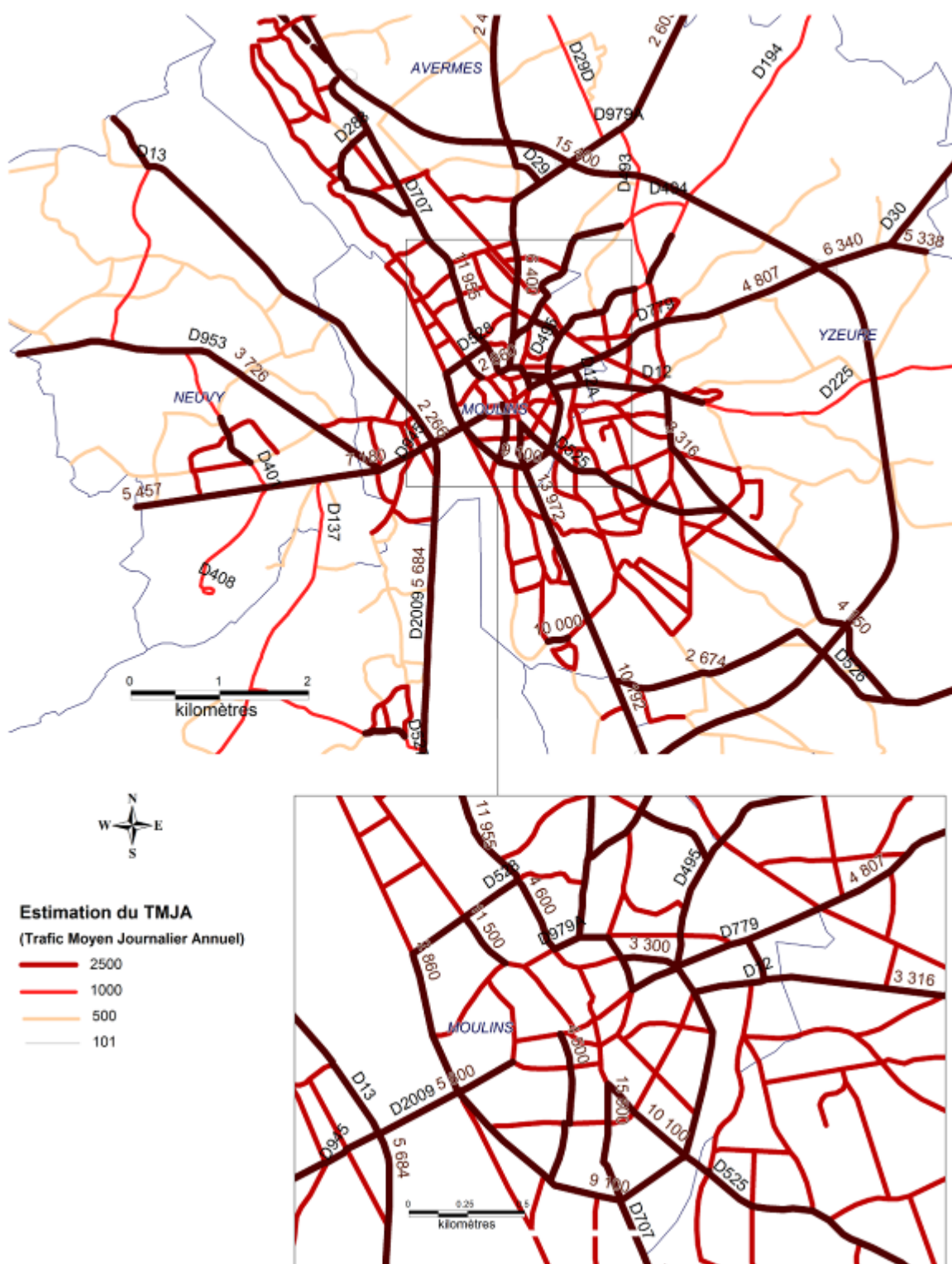
## ANNEXE 2 : Résultats détaillés des mesures par échantillonnage passif

Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans le tableau ci-dessous.

La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles, en raison d'échantillons disparus ou détériorés, la mention I aux valeurs invalidées du fait de la présence d'insecte dans le tube.

N° référence	Site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8	Série 9	Série 10	Série 11	Série 12
1	Madeleine	36.1	38.0	41.6	35.5	34.5	36.6	38.6	38.4	35.3	33.9	30.3	35.5
2	Régemortes	24.0	27.6	30.4	I	26.5	28.0	29.5	29.5	31.1	23.9	20.0	30.7
3	Quai	17.2	21.1	21.2	20.0	19.9	25.8	25.5	30.2	21.3	nd	17.5	24.9
4	Lyon	nd	nd	39.3	30.4	34.7	36.5	38.1	43.9	41.7	33.1	33.3	45.0
5	Ledru Rollin	17.3	19.3	27.4	27.5	28.6	27.6	31.0	33.7	31.3	31.3	23.4	34.9
6	Musique	13.3	15.1	17.6	18.6	20.7	19.6	23.5	24.6	24.7	23.4	18.8	29.1
7	Musique 2	16.1	12.9	19.0	16.7	19.1	19.9	22.9	29.2	23.1	24.0	18.2	28.0
8	Poste	23.2	23.0	28.4	26.8	27.2	29.7	32.1	36.3	32.0	33.9	26.6	34.4
9	Château	15.7	20.1	24.9	20.9	23.5	nd	25.0	30.6	28.0	27.2	22.0	30.4
10	Hôtel de ville	13.9	13.3	19.2	20.8	21.1	24.5	29.5	32.2	25.0	29.6	23.4	30.9
11	Decize	18.8	23.2	31.6	30.0	32.3	29.0	41.0	37.6	32.8	35.8	28.4	36.2
12	Parmentier	20.1	26.1	34.9	34.0	33.4	25.4	41.3	35.7	33.7	39.4	32.6	36.5
13	N7	35.3	25.4	34.8	I	I	27.1	24.4	25.5	23.2	I	17.3	24.5
14	Gennetines	14.5	14.6	19.3	18.2	17.5	20.1	20.7	22.9	19.8	20.8	17.2	22.9
15	Yzeure	22.3	nd	31.0	32.5	35.0	33.3	34.3	42.4	33.5	40.4	31.6	35.7
16	Bourgogne	21.4	nd	32.5	33.2	32.7	27.0	I	41.5	39.0	37.6	34.2	42.1
17	Bourgogne 2	21.7	nd	33.9	35.6	33.5	30.8	34.1	37.8	36.0	38.7	31.2	38.3
18	Courtais	27.9	33.0	nd	33.4	31.9	35.3	36.7	42.0	37.2	40.6	33.1	39.3
19	Avermes	9.7	7.9	13.2	11.1	11.4	18.4	16.4	21.4	15.2	14.8	11.1	19.1
20	Paris	17.1	15.5	22.9	18.3	19.2	24.0	24.6	30.4	20.8	22.4	18.5	26.8
21	Pompidou	26.4	19.7	26.0	28.6	25.9	31.7	31.9	38.8	26.1	34.4	25.2	32.1
22	Omnisports	9.1	6.3	9.8	9.1	9.8	15.4	14.2	19.3	11.8	13.8	9.3	16.2

### ANNEXE 3 : Trafic moyen journalier annuel dans l'agglomération de Moulins, en nombre de véhicules par jour



Source : CETE du Sud-Ouest, Conseil général de l'Allier



# 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 juin 2013