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

Campagne de mesure du dioxyde d'azote dans l'agglomération de Clermont-Ferrand

Novembre 2006 à novembre 2007

Atmo Auvergne

21 Allée Évariste Galois
La Pardieu

63170 AUBIÈRE

Tél. : 04 73 34 76 34

Fax : 04 73 34 33 56

Mél : contact@atmoauvergne.asso.fr

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

SOMMAIRE

INTRODUCTION – CONTEXTE DE LA CAMPAGNE 3

1 GENERALITES SUR LES POLLUANTS MESURES 3

1.1 Physico-chimie et sources 3

1.2 Effets sur la santé et l'environnement 4

1.3 Références normatives 4

Terminologie 4

2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE 5

2.1 Techniques de mesure 5

Échantillonneur passif de dioxyde d'azote 5

Analyseur automatique d'oxydes d'azote 5

2.2 Période de mesure 5

2.3 Sites de mesure 5

3 EXPLOITATION DES RESULTATS 8

3.1 Contexte météorologique durant la campagne 8

3.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif 11

Blancs de terrain 11

Doublons 11

Validation des résultats de l'échantillonnage passif 13

Apports de la seconde campagne 14

3.3 Résultats des mesures de NO_2 sur les stations fixes 16

Comparaison avec les valeurs historiques 16

Comparaison avec la moyenne annuelle 18

Evolution temporelle pendant la campagne 18

3.4 Résultats des mesures de NO_2 par échantillonnage passif 19

Evolution temporelle des mesures par tubes passifs pendant la campagne 20

Reconstitution de la moyenne annuelle 21

Situation par rapport aux normes 22

Situation par rapport à la campagne de mesure de 1994 22

CONCLUSION 27

ANNEXE 1 : LES SITES DE MESURE 28

ANNEXE 2 : RESULTATS DETAILLES DES MESURES PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF . 34

Introduction – Contexte de la campagne

Dans le cadre de l'exploitation du réseau de surveillance de la qualité de l'air de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand, il apparaît souhaitable d'estimer les niveaux de dioxyde d'azote en de multiples points du territoire, action validée par le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air de la région.
Une telle démarche avait été entreprise sur l'ensemble de l'année 1994 afin de connaître la représentativité des stations de suivi de la qualité de l'air alors en fonctionnement. Cette étude avait montré, entre autres, la différence importante existant entre niveau de fond urbain et niveau de proximité du trafic automobile. Elle avait également informé sur la relative homogénéité des taux moyens de ce polluant au cours de l'année, avec cependant une prépondérance hivernale.

Plusieurs années après, Atmo Auvergne a décidé d'évaluer à nouveau les niveaux de dioxyde d'azote dans l'agglomération clermontoise, à l'aide de tubes à diffusion passive, en une cinquantaine de points de typologie urbaine, périurbaine et de proximité automobile. Cette campagne s'est déroulée du 28 novembre 2006 au 20 mars 2007. Elle a soulevé certaines interrogations qui ont amené Atmo Auvergne à réaliser une seconde campagne de mesure, à échelle réduite, entre le 16 octobre et le 13 novembre 2007.

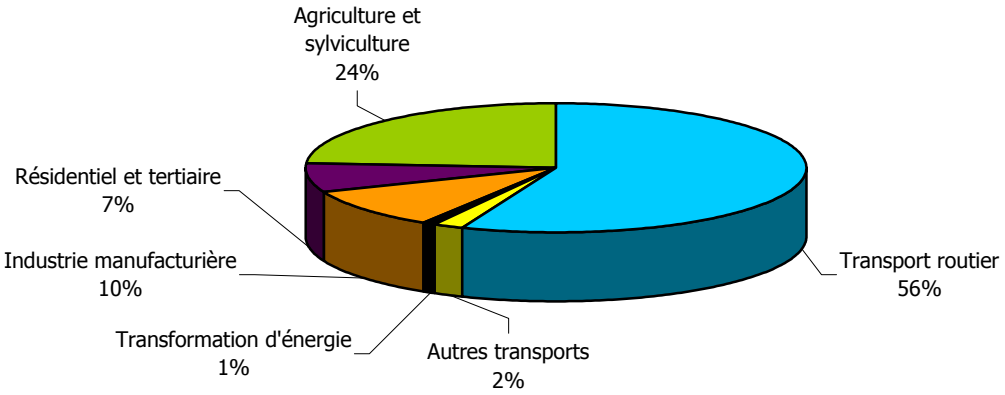
1 Généralités sur les polluants mesurés

1.1 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_2), 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.

En Auvergne, les émissions annuelles (référence 2000) d'oxydes d'azote s'élèvent à plus de 33 000 tonnes, ce qui représente environ 2,3 % du total national. La répartition sectorielle (source : CITEPA) montre que les sources liées au transport routier sont largement majoritaires, constituant plus de la moitié des émissions.



Répartition sectorielle des émissions d'oxydes d'azote en Auvergne

1.2 Effets sur la santé et l'environnement

Concernant les effets sur la santé, le monoxyde d'azote perturbe le transport du dioxygène (O_2) dans le sang en limitant sa fixation sur l'hémoglobine. Le dioxyde d'azote, très oxydant et corrosif, pénètre profondément dans les poumons où il fragilise la muqueuse face aux agressions infectieuses. Irritant les bronches, il augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
En terme d'impact environnemental, les oxydes d'azote interviennent dans le processus de formation d'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.

1.3 Références normatives

Les critères nationaux de qualité de l'air font l'objet des décrets 2002-213 du 15 février 2002 et 2003-1085 du 12 novembre 2003. Ces décrets résultent notamment de la transposition des directives européennes 1999/30/CE du 22 avril 1999, 2000/69/CE du 16 novembre 2000 et 2002/3/CE du 12 février 2002.

Terminologie

Les différents niveaux de concentration fixés dans la réglementation sont définis dans la loi sur l'air et ses décrets d'application :

- objectif de qualité : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire leurs effets nocifs pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée ;
- valeur limite : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire leurs effets nocifs pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- seuil de recommandations et d'information : seuil au-delà duquel la concentration en polluants a des effets limités et transitoires sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée ;
- 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 humaine ou de dégradation de l'environnement à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

critère	**paramètre statistique**	**valeur applicable en 2006 (en µg/m³)**	**valeur applicable en 2007 (en µg/m³)**	**valeur applicable en 2010 (en µg/m³)**
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,8 horaire	240	230	200
	centile 98 horaire	200	200	200
	moyenne annuelle	48	46	40
Objectif de qualité	moyenne annuelle	40	40	40
Seuil de recommandations et d'information	moyenne horaire	200	200	200
Seuil d'alerte	moyenne horaire	400 / 200	400 / 200	400 / 200

2 Mise en œuvre de la campagne

2.1 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. Par ailleurs, une étude menée par tubes passifs en 1994 avait montré une bonne cohérence des résultats, notamment puisque la moyenne annuelle sur le site de Gaillard obtenue par échantillonnage passif était très similaire à la valeur obtenue sur ce même emplacement lors de l'installation d'un site fixe en 1997.

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'imprégnation des échantillonneurs et l'analyse ont été réalisées au laboratoire de l'association Atmo Poitou Charentes.
Le pas d'échantillonnage est de 14 jours.

Analyseur automatique d'oxydes d'azote

En parallèle à ces mesures par tubes passifs, les analyseurs automatiques du réseau de stations fixes d'Atmo Auvergne fournissent des données de référence. Les teneurs en dioxyde d'azote sont obtenues au moyen d'analyseurs automatiques d'oxydes d'azote par chimiluminescence de références AC31M (Environnement SA) et 42C (Thermo Environmental Instruments Inc.). Cette technique de mesure normalisée (NFX 43018) s'appuie sur l'analyse du rayonnement lumineux émis par le dioxyde d'azote lorsqu'il revient à un état énergétique fondamental, après avoir été artificiellement excité en présence d'une forte concentration d'ozone. Les analyseurs fournissent en continu des mesures quart-horaires.

2.2 Période de mesure

Huit séries de deux semaines de prélèvements par tubes passifs ont été réalisées entre novembre 2006 et mars 2007.

Novembre 2006	Décembre 2006		Janvier 2007		Février 2007		Mars 2007	
	Série 1 28/11 au 12/12	Série 2 12/12 au 26/12	Série 3 26/12 au 09/01	Série 4 09/01 au 24/01	Série 5 24/01 au 06/02	Série 6 06/02 au 20/02	Série 7 20/02 au 06/03	Série 8 06/03 au 20/03

2.3 Sites de mesure

Quarante-cinq sites de mesure, répartis sur Clermont-Ferrand et les communes alentour, ont été choisis afin de quadriller l'agglomération en fonction des principaux axes de circulation et des communes périphériques de l'unité urbaine. Huit prélèvements se situent à proximité immédiate des stations de mesure permanentes.
L'échantillonnage couvre plusieurs types de typologies :

- les sites trafic, lorsque la mesure est réalisée à moins de cinq mètres d'un axe à fort trafic, c'est-à-dire enregistrant un TMJA (trafic moyen journalier annuel) supérieur à 10 000 véhicules/jour
- les sites urbains et périurbains, hors de l'influence directe d'une voie à fort trafic, appelés aussi sites de fond.

Cependant, pour certains sites notés ci-dessous en italique, la typologie n'est pas clairement définie : soit les tubes sont installés, pour des raisons de possibilité pratique, à plus de cinq mètres d'une voie supportant un TMJA supérieur à 10 000 véh./jour (cas 1), soit ils se trouvent à proximité immédiate d'une rue dont le trafic est moins important et ne peuvent alors pas être considérés comme de typologie urbaine d'après le guide ADEME « classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air » (cas 2).

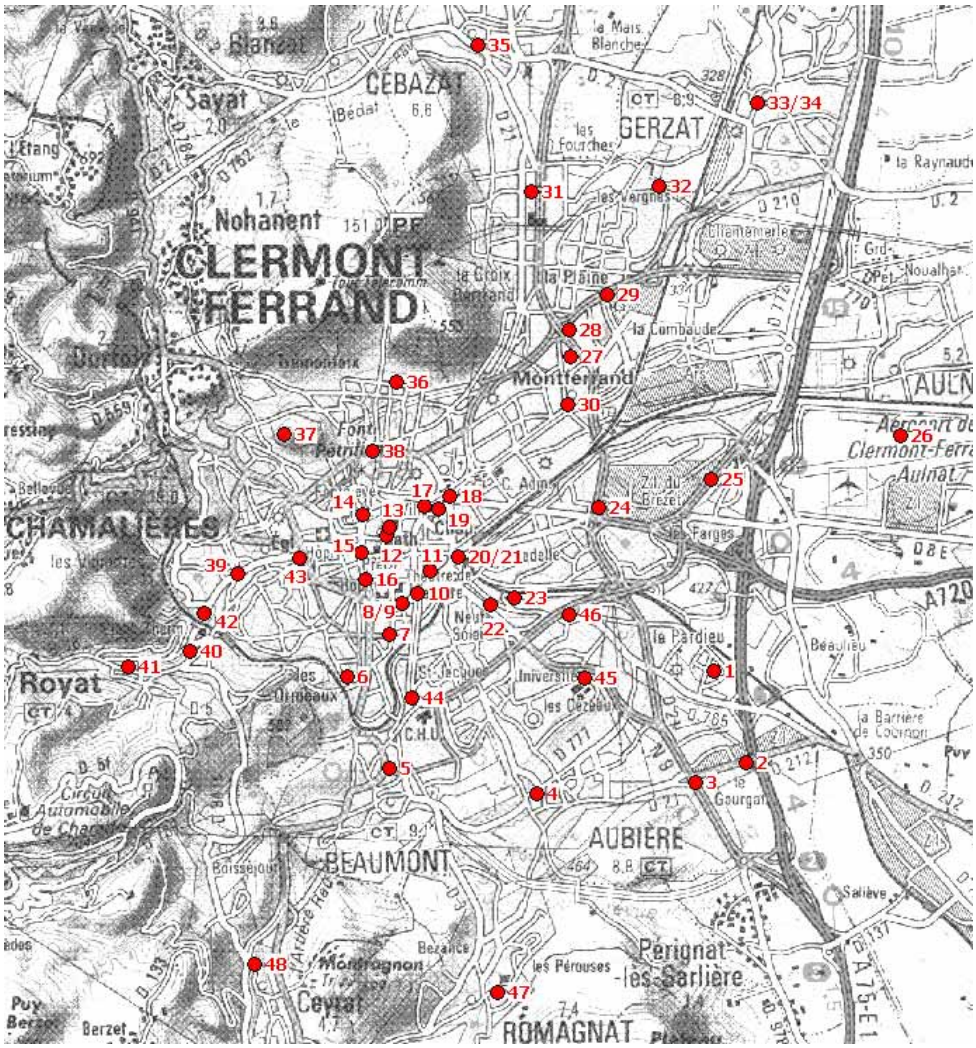
L'échantillonnage spatial et les caractéristiques des sites sont présentés sur la carte et le tableau suivants.

Les photos des 45 sites étudiés sont présentées dans l'annexe 1 en fin de rapport.

N° site	Nom	Adresse	Emplacement	Typologie du site
1	La Pardieu Laboratoire	10 rue Louis Rosier - Clt-Fd	Laboratoire Atmo Auvergne - Parc technologique de la Pardieu	Périurbain
2	Km lancé	64 avenue de Cournon - Aubière	Sur panneau	*Trafic (cas 2)*
3	Roussillon	Avenue du Roussillon - Aubière	A côté du site fixe	Trafic
4	Rue Noëllet	Aubière	Sur rond-point rues Noëllet / Champvoisin	*Trafic (cas 2)*
5	Mairie de Beaumont	Beaumont	Sur parking	Périurbain
6	Wailly	43 rue de Wailly – Clt-Fd	Sur façade - gouttière	Urbain
7	Côte Blatin	Bd Jean Jaurès - Clt-Fd	Rue à 2 voies face à la Clinique des Dômes	Trafic
8 / 9	Jardin Lecoq	Jardin Lecoq - Clt-Fd	Proche du site fixe sur pilier de la roseraie	Urbain
10	Barrière d'Issoire	Carrefour Lafayette Paulines	Sur terre plein milieu de la chaussée 2 x 2 voies	Trafic
11	Cours Sablon	Cours Sablon - Clt-Fd	Angle cours Sablon - Avenue Carnot	Trafic
12	Victoire	Place de la Victoire - Clt-Fd	Sur poteau éclairage public proche OT	Urbain
13	Mairie	Rue Marcombes - Clt-Fd	Entrée mairie sur panneau	Urbain
14	Place Gaillard	Place Gaillard - Clt-Fd	Sur la place face à la rue du 11 novembre	Trafic
15	Place de Jaude	Centre ville - Clt-Fd	Sur voie tramway face à la poste	Urbain
16	Lagarlaye	Rue Lagarlaye - Clt-Fd	Au centre du carrefour Lagarlaye - De Gaulle	Trafic
17	Place Delille	Place Delille - Clt-Fd	Sur la place	Trafic
18	Carmes	Place des Carmes - Clt-Fd	Au centre du terre-plein	Trafic
19	Delille sur site fixe	18 avenue d'Italie - Clt-Fd	Dans la cour à côté du site fixe	Urbain
20 / 21	La Gare à côté du site fixe	Esplanade de la Gare - Clt-Fd	Sur voies bus - A côté site fixe	Trafic
22	Lafayette	Bd Lafayette - Clt-Fd	A l'angle avec la rue Raynaud	Trafic
23	Pradelle	180 rue de la Pradelle - Clt-Fd	A l'angle avec la rue Bastié	Urbain
24	Echangeur d'Herbet	Sur RN9 - Clt-Fd	Rue à 4 voies au nord de l'échangeur	Trafic
25	Louis Blériot	Le Brézet - Clt-Fd	Milieu de l'avenue face SANSAC	Trafic
26	Aéroport d'Aulnat	Aulnat	Zone aéroportuaire proche de la distribution de kérosène	Périurbain
27	Montferrand	Rue F Buisson - Clt-Fd	Sur site fixe de Montferrand - Cour de l'école	Urbain
28	Carrefour des pistes	Clt-Fd	Angle des boulevards Clementel et Quinet - Rond point entrée Nord de Clt-Fd	*Trafic (cas 1)*
29	Quinet	Bd Quinet - Clt-Fd	A proximité du rond point avec le bd Kennedy	Trafic
30	Fontaine	Place de la Fontaine - Clt-Fd	A l'angle avec la rue Guesde	Trafic
31	Sirocco	Rue du Torpilleur Sirocco -Clt-Fd	Carrefour avec la rue du pont de Neyrat	Trafic
32	Les Vergnes	Rue du Château des Vergnes - Clt-Fd	Dans cité HLM	*Périurbain (cas 2)*
33 / 34	Gerzat	Rue Blum - Gerzat	Sur site fixe	Périurbain
35	Cébazat	Rue des Farges - Cébazat	Sur poteau dans rue piétonne	Périurbain

N° site	Nom	Adresse	Emplacement	Typologie du site
36	Charcot	Bd Charcot - Clt-Fd	Rue à 2 voies à 100 m du LEP Claustres	*Urbain (cas 2)*
37	Parc Montjuzet	Clt-Fd	A l'entrée du parc - Sur éclairage	Urbain
38	Lavoisier	Bd Lavoisier Clt-Fd	Rue à 2 voies à l'angle de la rue de Blanzat	Trafic
39	Carrefour de l'Europe	Avenue de Fontmaure - Chamalières	Près du Conseil Régional	Trafic
40	Place Allard	Place Allard - Royat	Sur la place sur éclairage public	Trafic
41	Ecole Pasteur	Rue Pasteur - Royat	Sur grille à côté du site fixe	Périurbain
42	Mairie de Chamalières	Parc Monjoly - Chamalières	Dans parc - Sur éclairage public	Périurbain
43	Carrefour des martyrs	Chamalières	Carrefour bd Berthelot - Avenue de Royat	Trafic
44	Place Dunant	Place Dunant - Clt-Fd	Centre de la place à côté de l'arrêt du tramway	Urbain
45	Cézeaux	Les Cézeaux - Clt-Fd	Campus universitaire - Proche chaufferie	Urbain
46	Bingen	Bd Bingen - Clt-Fd	Sur bretelle de sortie avenue de l'Oradou -	Trafic
47	Romagnat	Place F. Mitterand - Romagnat	Parking de la résidence Les Tonnelles	Périurbain
48	Mairie de Ceyrat	Ceyrat	Parking derrière mairie	Périurbain

Liste et emplacement des sites étudiés



Carte des sites échantillonnés

3 Exploitation des résultats

3.1 Contexte météorologique durant la campagne

Les conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure et les valeurs climatiques de référence, issues des observations réalisées par Météo-France sur la station de Clermont-Ferrand Aulnat (indicatif 63113001, latitude de 45°47'12"N, longitude de 03°09'00"E, altitude de 331 m), sont reportées dans le tableau suivant. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles.

	Série 1 28-nov 12-déc	Série 2 12-déc 26-déc	Série 3 26-déc 9-jan	Série 4 9-jan 24-jan	normales climatiques de déc.	normales climatiques de janv.
Température						
Température maximale (moyenne en °C)	13.2	4.8	11.3	12.4	8.2	7.3
Température moyenne (moyenne en °C)	8.4	1.3	6.5	8.5	4.4	3.5
Température minimale (moyenne en °C)	4.6	-1.4	2.1	5.1	0.7	-0.3
Nombre de jours avec :						
température maximale <= 0°C	0	2	1	0	2.3	2.6
température minimale <= 0°C	2	11	5	2	14.4	15.2
température minimale <= -5°C	0	2	3	0	3.7	5.9
Précipitations						
Hauteur cumulée (mm)	4.8	5.4	8.8	25	33.3	28.7
Nombre de jours avec :						
hauteur quotidienne >= 1 mm	2	1	2	3	6.4	6.3
hauteur quotidienne >= 5 mm	0	0	1	1	2.0	1.4
hauteur quotidienne >= 10 mm	0	0	0	1	0.8	0.4
Insolation						
Durée d'insolation cumulée (heures)	39.2	39.6	45.8	44.0	69.2	85.5
Vent						
Vitesse du vent (moyenne en m/s)	4.0	1.9	3.6	3.1	3.1	3.0
Nombre de jours avec :						
rafales >= 16 m/s	5	0	5	3	6.4	6.3
rafales >= 28 m/s	0	0	1	0	0.4	0
Nombre de jours avec :						
vitesse moyenne <= 1 m/s	0	1	1	2	nd	nd
vitesse moyenne >= 5 m/s	5	0	5	1	nd	nd

	Série 5 24-jan 6-fév	Série 6 6-fév 20-fév	Série 7 20-fév 6-mars	Série 8 6-mars 20-mars	normales climatiques de fév.	normales climatiques de mars
Température						
Température maximale (moyenne en °C)	3.1	13.5	14.8	13.0	9.3	12.5
Température moyenne (moyenne en °C)	-0.7	8.3	10.2	7.3	4.9	7.3
Température minimale (moyenne en °C)	-4.6	4.1	6.1	1.8	0.5	2.2
Nombre de jours avec :						
température maximale <= 0°C	4	0	0	0	1.3	0.2
température minimale <= 0°C	11	1	0	3	12.5	9.4
température minimale <= -5°C	3	0	0	0	3.7	2.2
Précipitations						
Hauteur cumulée (mm)	1.8	9.8	16.4	10	25.2	26.9
Nombre de jours avec :						
hauteur quotidienne >= 1 mm	1	4	3	4	6.2	6.1
hauteur quotidienne >= 5 mm	0	0	1	0	1.7	1.5
hauteur quotidienne >= 10 mm	0	0	1	0	0.4	0.5
Insolation						
Durée d'insolation cumulée (heures)	40.8	57.5	51.5	88.6	113.7	162.5
Vent						
Vitesse du vent (moyenne en m/s)	1.7	4.3	4.6	3.4	3.1	3.3
Nombre de jours avec :						
rafales >= 16 m/s	0	6	8	4	4.9	5.5
rafales >= 28 m/s	0	0	0	0	0.2	0.2
Nombre de jours avec :						
vitesse moyenne <= 1 m/s	1	1	0	0	nd	nd
vitesse moyenne >= 5 m/s	0	4	5	2	nd	nd

Série 1 (28 novembre au 12 décembre 2006) :

Novembre se termine dans la douceur avec des températures moyennes minimales et maximales supérieures aux normales de saison, le thermomètre atteignant même 19°C le 28 novembre. Durant la série de mesure les précipitations sont faibles et le vent, majoritairement d'ouest, est fréquent. Cette douceur perturbée engendre des indices Atmo qui sont bons (indices 3 et 4 majoritaires) hormis le 1er décembre où un indice 5 dû aux concentrations de dioxyde d'azote est atteint.

Série 2 (12 au 26 décembre 2006) :

Cette série de mesure est très contrastée avec la précédente. Les 14 et 15 décembre, l'ensoleillement est généreux et l'atmosphère stable conduit alors à de fortes valeurs en dioxyde d'azote. L'arrivée le 16 décembre d'une perturbation nuageuse amène un peu de pluie et limite fortement l'insolation. Les minimales restent ensuite négatives jusqu'à Noël et l'agglomération ne connaît pas le dégel du 24 au 26 décembre. Cette fin de quinzaine connaît une bonne qualité de l'air. Le dioxyde d'azote est responsable de l'indice durant toute la période, excepté les deux derniers jours.

Série 3 (26 décembre 2006 au 9 janvier 2007) :

Du 27 au 29 décembre, une situation anticyclonique hivernale s'installe, accompagnée d'une insolation généreuse sur l'agglomération et de sévères gelées. Les niveaux de dioxyde d'azote sont très élevés d'où des indices 7 et 8 pendant ces trois jours, durant lesquels la procédure d'information et de recommandations est activée sur l'agglomération. A partir du 30 décembre, le ciel se couvre de nuages et le vent se lève. Un temps exceptionnellement doux s'installe, faisant disparaître les gelées nocturnes, et les indices Atmo resteront égaux à 3 jusqu'à la fin de la période de mesure.

Série 4 (9 au 24 janvier 2007) :

La douceur persiste et les gelées sont peu nombreuses, la température moyenne étant supérieure à la normale. Hormis le 16 janvier où les niveaux de particules et de dioxyde d'azote sont particulièrement soutenus (indice 7 du fait de la concentration journalière en PM10), le reste de la quinzaine est placé sous le signe d'une bonne qualité de l'air avec des indices Atmo ne dépassant pas 4. La fin de la période est marquée par d'abondantes chutes de neige qui annoncent le retour d'un temps froid.

Série 5 (24 janvier au 6 février 2007) :

La fin du mois de janvier est particulièrement froide, avec des températures nocturnes qui descendent jusqu'à -14.5°C et quatre jours consécutifs sans dégel. Les précipitations sont quasiment absentes. Le début de février est placé dans la grisaille et les températures commencent à remonter. Les indices Atmo varient entre 3 et 6 durant la période, les concentrations de dioxyde d'azote ou de particules étant parfois assez élevées. Ces dernières sont responsables de l'indice dans 70 % des cas.

Série 6 (6 au 20 février 2007) :

Les températures moyennes sont particulièrement douces et les précipitations fréquentes, bien que peu abondantes. La journée du 16 février, qui est la seule où l'indice Atmo est égal à 6, affiche une amplitude de température exceptionnelle, puisque plus de 23°C de différence sont enregistrés entre la température minimale et la température maximale. Les indices 3 et 4 prédominent pendant la période de mesure.

Série 7 (20 février au 6 mars 2007) :

En février, la douceur persiste et les nuages émaillent souvent le ciel, donnant quelques précipitations modérées. C'est la seule série de mesure qui ne connaît pas de gelées. Le 1er mars, un front perturbé d'ouest s'établit et permet un arrosage copieux qui apporte à lui seul les trois quarts du cumul pluviométrique de la période. La qualité de l'air est bonne durant toute la période de mesure qui est aussi la plus ventée.

Série 8 (6 au 20 mars 2007) :

Les températures minimales sont plus fraîches que lors de la série précédente. Après une semaine d'ensoleillement généreux du 11 au 18 mars, les 19 et 20 mars connaissent quelques arrosages et une nette baisse du thermomètre avec des température maximales inférieures à 8°C, soit 10°C de moins qu'une semaine auparavant. La période du 14 au 17 mars est marquée par un épisode de pollution particulaire généralisé, engendrant des indices Atmo pouvant atteindre 8 durant deux jours. Les teneurs en dioxyde d'azote restent quant à elles plutôt faibles et ne sont que peu responsables de l'indice Atmo.

3.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif

Blancs de terrain

Les blancs de terrain sont des tubes passifs qui suivent les mêmes manipulations que les échantillons (stockage, transport sur site puis envoi au laboratoire), sans par contre être exposés. Ils permettent de vérifier que les tubes ne sont pas contaminés pendant ces différentes étapes.
Un blanc a été réalisé lors de chaque série.
Pour la totalité des concentrations mesurées sur les blancs, le résultat est inférieur à la limite de quantification du laboratoire d'analyse. Ceci indique donc que les échantillons n'ont pas été contaminés.

Doublons

Certaines mesures ont été réalisées en doublon afin de contrôler la répétabilité des mesures et de valider les données.
Les sites du jardin Lecoq (références 8 et 9), de la Gare (références 20 et 21) et de Gerzat (références 33 et 34) ont ainsi été équipés de 2 échantillonneurs passifs placés l'un à côté de l'autre. Certains tubes sont manquants, ce qui correspond à la mention « nd » dans les tableaux.

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 :

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

Pour chaque tube, la moyenne et l'écart type des ER sont calculés. Lorsque l'ER est supérieur à la somme de la moyenne et de l'écart-type, une valeur de la série est considérée comme suspecte et susceptible d'être aberrante.

<u>Site du Jardin Lecoq</u>

Les calculs des écarts relatifs ER pour le dioxyde d'azote sur le site du jardin Lecoq sont présentés dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en µg/m^3 :

	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8
	28-nov 12-déc	12-déc 26-déc	26-déc 9-jan	9-jan 24-jan	24-jan 6-fév	6-fév 20-fév	20-fév 6-mars	6-mars 20-mars
concentration éch. passif 8	34.2	46.9	40.2	33.6	47.2	28.3	20.4	19.2
concentration éch. passif 9	33.7	45.3	41.4	30.4	51.8	28.7	25.4	22.7
moyenne	34.0	46.1	40.8	32.0	49.5	28.5	22.9	21.0
ER	0.8%	1.7%	1.4%	5.1%	4.7%	0.6%	10.9%	8.4%

Analyse des mesures de NO_2 sur le site 8/9 équipé d'un doublon

Site de la Gare

Les calculs pour le dioxyde d'azote sur le site de la Gare indiquent des écarts relatifs ER en moyenne un peu plus élevés :

	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8
	28-nov 12-déc	12-déc 26-déc	26-déc 9-jan	9-jan 24-jan	24-jan 6-fév	6-fév 20-fév	20-fév 6-mars	6-mars 20-mars
concentration éch. passif 20	78.5	88.2	77.0	66.5	100.4	50.6	45.9	nd
concentration éch. passif 21	74.8	90.5	95.8	60.9	102.1	56.9	33.2	45.3
moyenne	76.7	89.4	86.4	63.7	101.2	53.8	39.6	
ER	2.4%	1.3%	10.8%	4.4%	0.8%	5.9%	16.0%	

Analyse des mesures de NO_2 sur le site 20/21 équipé d'un doublon

Site de Gerzat

Hormis lors de la série 5, les calculs sur le site de Gerzat donnent des résultats proches de ceux obtenus au jardin Lecoq :

	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8
	28-nov 12-déc	12-déc 26-déc	26-déc 9-jan	9-jan 24-jan	24-jan 6-fév	6-fév 20-fév	20-fév 6-mars	6-mars 20-mars
concentration éch. passif 33	30.7	nd	28.3	29.7	46.6	nd	19.7	22.0
concentration éch. passif 34	32.0	nd	29.1	31.8	105.9	nd	18.9	23.9
moyenne	31.4		28.7	30.8	76.3		19.3	22.9
ER	2.1%		1.4%	3.5%	38.9%		2.1%	4.1%

Analyse des mesures de NO_2 sur le site 33/34 équipé d'un doublon

Les valeurs susceptibles d'être aberrantes sont, au jardin Lecoq et à la Gare, celles de la série 7 et à Gerzat celles de la série 5.

La comparaison avec les analyseurs automatiques peut permettre de valider ou d'invalider une ou plusieurs valeurs.

Les résultats des mesures par tubes et par analyseur automatique pour les doublons suspects sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Les concentrations sont exprimées en µg/m^3 :

	Série 7
Jardin Lecoq 8	20.4
Jardin Lecoq 9	25.4
Analyseur auto	23

	Série 7
La Gare 20	45.9
La Gare 21	33.2
Analyseur auto	46

	Série 5
Gerzat 33	46.6
Gerzat 34	105.9
Analyseur auto	48

Comparaison des concentrations pour les valeurs suspectes

L'incertitude de mesure admise pour un prélèvement par tube étant de l'ordre de 10 à 20 %, et les résultats des analyseurs automatiques étant considérés comme les données de référence, les échantillons s'écartant de plus de 15 % de la valeur donnée par l'analyseur ont été considérés comme aberrants et invalidés. Ils sont indiqués en rouge dans les tableaux ci-dessus.

Hormis ces résultats suspects, la plupart des écarts relatifs obtenus sont largement inférieurs à l'incertitude de mesure admise pour cette technique (10 à 20 %) et confirment une bonne répétabilité des mesures.

Validation des résultats de l'échantillonnage passif

La comparaison avec les résultats fournis par les analyseurs automatiques permet de valider les échantillonnages passifs.

Huit emplacements de mesure par tubes ont été situés à proximité de stations fixes d'Atmo Auvergne. Il s'agit des sites de La Pardieu (référencé 1), de Roussillon (3), de Lecoq (8 et 9), de Delille (19), de la Gare (20 et 21), de Montferrand (27), de Gerzat (33 et 34) et de Royat (41).

Les analyseurs automatiques de l'association permettent de comparer les données avec celles obtenues grâce aux tubes passifs.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous, où les concentrations sont exprimées en µg/m^3. Dans le cas où plusieurs tubes ont été placés, la moyenne des valeurs valides est indiquée. Le rapport entre la concentration obtenue par le tube et la concentration moyenne sur la même période fournie par l'analyseur est appelé T/A.

	Série 1	**Série 2**	**Série 3**	**Série 4**	**Série 5**	**Série 6**	**Série 7**	**Série 8**
tube 1	28.7	47.8	29.8	35.6	42.9	30.8	22.0	nd
La Pardieu	29	45	28	26	46	23	17	26
T/A	1.0	1.1	1.1	1.4	0.9	1.3	1.3	
tube 3	65.1	82.1	61.2	65.1	102.0	55.1	48.7	68.6
Roussillon	35	56	41	35	61	33	28	44
T/A	1.9	1.5	1.5	1.9	1.7	1.7	1.7	1.6
tubes 8/9	34.0	46.1	40.8	32.0	49.5	28.5	22.9	21.0
Jardin Lecoq	34	51	44	31	53	29	23	32
T/A	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	0.7
tube 19	37.5	49.6	37.9	37.4	63.3	35.3	22.6	29.8
Delille	39	54	50	37	57	34	27	36
T/A	1.0	0.9	0.8	1.0	1.1	1.0	0.8	0.8
tubes 20/21	76.7	89.4	86.4	63.7	101.2	53.8	45.9	45.3
La Gare	56	61	61	48	63	53	46	54
T/A	1.4	1.5	1.4	1.3	1.6	1.0	1.0	0.8
tube 27	31.4	46.2	28.3	30.0	47.1	20.2	17.8	24.0
Montferrand	34	50	38	34	50	28	23	34
T/A	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	0.8	0.7
tubes 33/34	31.4	nd	28.7	30.8	46.6	nd	19.3	22.9
Gerzat	28	40	34	30	48	28	23	31
T/A	1.1		0.8	1.0	1.0		0.8	0.7
tube 41	18.7	35.3	22.8	24.4	46.9	14.7	12.2	11.8
Royat	16	32	17	13	32	11	9	14
T/A	1.2	1.1	1.3	1.9	1.5	1.3	1.4	0.8
moyenne Tube/Analyseur	**1.2**	**1.1**	**1.1**	**1.3**	**1.2**	**1.2**	**1.1**	**0.9**

Comparaison des concentrations obtenues par échantillonnage passif et par les analyseurs automatiques

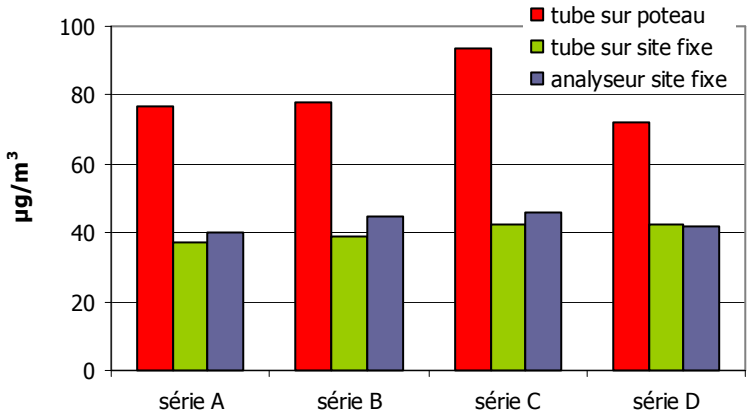
Ces résultats indiquent, excepté lors de la dernière période, une surestimation des valeurs obtenues par échantillonnage passif en regard des analyseurs. Néanmoins, il convient de souligner que cette surestimation est fortement due aux mesures sur la station de Roussillon. En effet, en excluant ce site, la moyenne du rapport T/A sur l'ensemble de la campagne est égale à 1.05, ce qui signifie que les résultats par tubes sont très satisfaisants.
Ainsi, il a été considéré possible que l'emplacement du tube à Roussillon, plus proche de plusieurs mètres de la voie que ne l'est la station fixe, soit à l'origine des résultats plus importants relevés par tubes. La seconde hypothèse est une surestimation, inhérente à la méthode de mesure, des échantillonnages passifs en situation de proximité automobile, puisque le site de la Gare montre également une moyenne T/A supérieure à 1, ce qui n'est pas le cas sur les emplacements du jardin Lecoq, de Delille, de Gerzat et de Montferrand. Sur les stations de typologie trafic, les tubes montrent une surestimation moyenne proche de 50 % quand le rapport T/A des sites urbains et périurbains est égal à 1.01 soit un excellent accord entre les deux techniques de mesure sur ces typologies.

Apports de la seconde campagne

De façon à répondre à l'interrogation sur la cause de la surestimation de l'échantillonnage passif en site trafic, une seconde campagne de mesure a été menée du 16 octobre au 13 novembre 2007. Les résultats détaillés de cette étude sont fournis dans un rapport spécifique. A Roussillon, quatre séries hebdomadaires de doublons ont été installées à proximité immédiate de la voie sur le même poteau que lors de cette première étude, et quatre autres sur la tête de prélèvement du site fixe. Le tableau et le graphique suivants comparent les résultats obtenus sur ces deux emplacements ainsi que ceux fournis par les analyseurs de la station fixe. Les concentrations sont exprimées en µg/m^3.

	série A	série B	série C	série D
tube sur poteau	77	78	94	72
tube sur site fixe	37	39	42	42
analyseurs sur site fixe	40	45	46	42
ratio tube poteau/site fixe	2.1	2.0	2.2	1.7
ratio tube site fixe/analyseurs	0.9	0.9	0.9	1.0

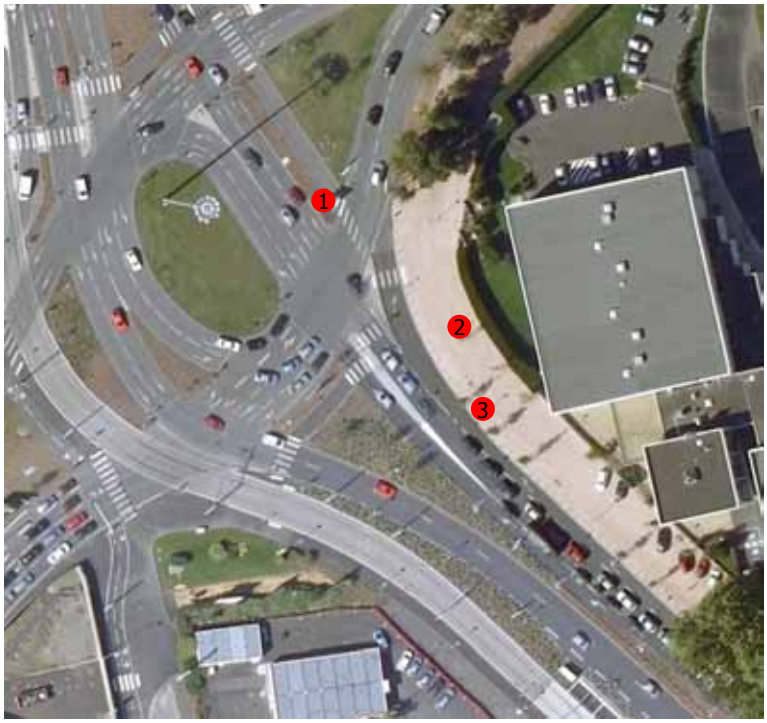
Concentrations obtenues lors de la seconde campagne à Roussillon
par échantillonnage passif et par analyseur automatique et ratios des valeurs



Comparaison des concentrations obtenues lors de la seconde campagne à Roussillon
par échantillonnage passif sur deux emplacements différents et par l'analyseur automatique

Première constatation, le rapport Tube/Analyseur, lorsque ceux-ci sont situés strictement sur le même emplacement, est très voisin de 1, ce qui confirme la bonne adéquation entre les résultats obtenus par les deux techniques bien que le site soit de typologie trafic. Par contre, les concentrations des tubes placés à proximité immédiate de la voie sont de l'ordre de deux fois plus importantes que celles obtenues sur le site fixe. Ces résultats indiquent que pour ce site, l'écart entre les tubes placés près de la route et les mesures par analyseurs est vraisemblablement dû à la différence d'emplacement plutôt qu'à une surestimation inhérente à la méthode.

Il est cependant intéressant de constater que pour le site de la Gare, l'écart entre les concentrations relevées par les tubes et par les analyseurs n'est pas si important qu'à Roussillon (T/A = 1.7 à Roussillon et T/A = 1.3 à la Gare). Pourtant cette station présente également une distance à la route de quelques mètres. Les enseignements tirés de la seconde campagne permettent d'éclaircir ce point. En effet, durant cette dernière, plusieurs tubes ont été placés au carrefour des pistes, à trois emplacements différents.
L'illustration ci-dessous indique l'implantation des différents tubes :



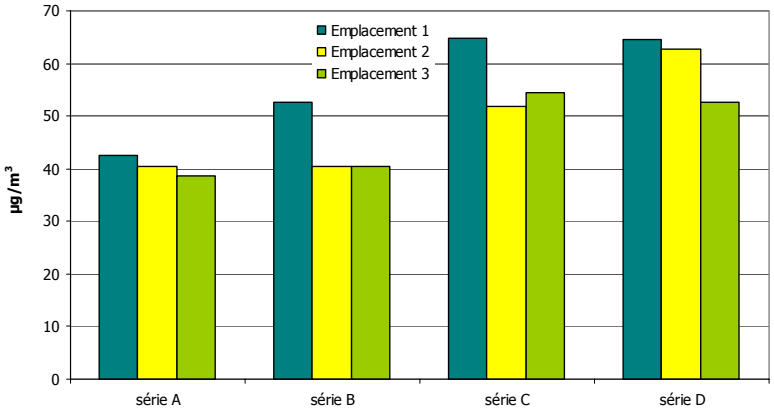
Emplacement 1 : tube au centre du carrefour

Emplacement 2 : tube sur le trottoir, sur poteau identique à la première campagne

Emplacement 3 : tube sur le trottoir, à proximité de la voie

Implantation des échantillonneurs passifs au carrefour des pistes lors de la seconde campagne

Le graphique suivant compare les résultats obtenus sur ces trois emplacements, après invalidation de certaines valeurs suspectes sur les doublons :



Comparaison des concentrations obtenues lors de la seconde campagne au carrefour des pistes par échantillonnage passif sur trois emplacements différents

L'emplacement 1, au centre du carrefour, apparaît plus exposé que les deux autres, la concentration moyenne sur les quatre séries y étant de 20 % plus élevée. Par contre, les emplacements 2 et 3 ne montrent pas de différences significatives.

Pour ce point de prélèvement il n'y a donc pas, contrairement au site de Roussillon, de nette décroissance des niveaux relevés à proximité immédiate de la voie et quelques mètres plus loin.

Il semblerait donc que lorsque le prélèvement par tubes est réalisé dans un nœud routier (cas de la Gare et du carrefour des pistes) la distance à la voie ait moins d'impact sur les concentrations que lorsque le tube est placé le long d'un seul axe à fort trafic, du fait probable de la multiplicité des sources.

En conclusion, l'accord entre les résultats obtenus par les analyseurs automatiques et par les tubes peut être considéré comme bon, voire excellent sur les stations de fond. Sur les sites de proximité automobile il semblerait que la surestimation des concentrations relevées par tubes par rapport aux analyseurs soit due à une différence de distance à la voie et que cet écart soit moindre dans le cas d'un noeud de circulation.

Par ailleurs, il est également intéressant de constater qu'hormis sur le site de Roussillon, la série 8 montre une sous-estimation des tubes sur l'ensemble des sites. Or, cette période de mesure n'est ni la plus chaude, ni la plus froide, ni la plus ventée, ni la plus arrosée et l'interrogation subsiste quant à la cause – peut-être analytique – de cette sous-estimation systématique.

Enfin, certaines mesures ont été invalidées du fait de leur incohérence. Il s'agit des valeurs des tubes de la série 7 à Louis Blériot (0.5 µg/m^3) et place de Jaude (6.2 µg/m^3) et de la série 6 aux Cézeaux (2.5 µg/m^3) invalidées car extrêmement faibles, le site le moins pollué sur toute la campagne ne donnant jamais de valeur inférieure à 10 µg/m^3. De même, les résultats du tube de la série 5 à Côte Blatin-Jaurès indiquent une concentration moyenne sur quinze jours égale à 176 µg/m^3. Or, des travaux d'aménagement d'un parking privé ont eu lieu durant la période de prélèvement et la présence d'engins de chantier à proximité immédiate du tube de prélèvement peut expliquer ces niveaux particulièrement élevés, qui ont donc été invalidés.

3.3 Résultats des mesures de NO_2 sur les stations fixes

Comparaison avec les valeurs historiques

La comparaison des niveaux observés sur les stations fixes pendant la campagne avec les valeurs habituellement observées aux mêmes périodes pendant les cinq années précédentes permet de situer les niveaux de pollution durant les différentes séries de mesure. L'installation de la station de la Pardieu étant récente, l'historique des concentrations n'est pas disponible. De même, à la Gare, seule l'année 2005 permet la comparaison avec les données de la présente campagne. Cependant, cette dernière station ayant remplacé le site de Gaillard dont l'historique est important, la moyenne calculée à partir des concentrations acquises sur l'ensemble des deux sites a donc également été effectuée. Cette comparaison avec les valeurs historiques est indiquée dans le tableau ci-après, où les concentrations sont exprimées en µg/m^3 :

		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8
Roussillon	2006-2007	35	56	41	35	61	33	28	44
	Moyenne 2003-2005	42	43	42	41	56	41	47	45
Jardin Lecoq	2006-2007	34	51	44	31	53	29	23	32
	Moyenne 2003-2005	44	43	46	43	46	35	34	39
Delille	2006-2007	39	54	50	37	57	34	27	36
	Moyenne 2001-2005	39	44	40	49	47	40	39	41
La Gare	2006-2007	56	61	61	48	63	53	46	54
	2005	55	56	59	71	90	52	41	54
	Moyenne Gaillard/Gare 2001-2005	63	62	57	60	60	56	55	60
Montferrand	2006-2007	34	50	38	34	50	28	23	34
	Moyenne 2001-2005	36	38	34	41	40	36	32	34
Gerzat	2006-2007	28	40	34	30	48	28	23	31
	Moyenne 2001-2005	34	35	30	36	36	32	30	30
Royat	2006-2007	16	32	17	13	32	11	9	14
	Moyenne 2001-2005	26	26	21	26	27	20	20	18
Moyenne des ratios campagne / historique sur le même site		0.86	1.21	1.04	0.74	1.13	0.81	0.72	0.93

Comparaison des concentrations mesurées pendant la campagne avec l'historique des données mesurées aux mêmes périodes

Le calcul, pour un site donné, du ratio de la concentration moyenne pendant une série sur la concentration moyenne observée à la même période durant les cinq années précédentes permet les observations suivantes :

- Les séries 2, 5 et dans une moindre mesure la série 3 présentent des niveaux de dioxyde d'azote pendant la campagne plus élevés que la moyenne des années précédentes, tandis que les autres séries sont plutôt moins polluées. Sur la durée totale de cette campagne les teneurs en dioxyde d'azote sont inférieures de 7 % à celles ordinairement observées à la même période. Les séries 2 et 5 montrent, elles, des niveaux de l'ordre de 20 % supérieurs à ceux habituels.

- Pour une même série de données, les différents sites concordent généralement sur le ratio entre les concentrations mesurées pendant la campagne et la moyenne des cinq années précédentes. En effet, pour quasiment toutes les séries, les six points de prélèvements présentent tous un ratio soit supérieur à 1 (période « plus polluée » que d'habitude) soit inférieur à 1 (période « moins polluée »), ce qui confirme la cohérence des données. Seule la série 3, durant laquelle le dispositif de recommandations et d'information de la population en dioxyde d'azote a été activé, contraste avec cette observation puisque les stations situées au sud-ouest de la ville que sont Royat, Lecoq et Roussillon présentent un ratio inférieur à 1 quand les concentrations sur les stations du nord-est (Delille, Montferrand et Gerzat) sont de 12 % à 25 % plus importantes qu'entre 2001 et 2005 en moyenne.

En conclusion, malgré plusieurs épisodes hivernaux de pollution azotée pendant la présente campagne, ayant conduit du 27 au 29 décembre à l'activation du dispositif de recommandations et d'information de la population, les teneurs en dioxyde d'azote sont légèrement plus faibles que celles enregistrées à la même période durant les cinq années précédentes.

Comparaison avec la moyenne annuelle

L'estimation de la concentration annuelle en chaque point de mesure à partir des 16 semaines de durée de la campagne est réalisée en comparant les données obtenues sur les stations fixes avec la moyenne annuelle obtenue entre le 1er juillet 2006 et le 30 juin 2007 (dates incluant donc la période de mesure) sur ces mêmes points de prélèvement. En effet les concentrations hivernales de dioxyde d'azote sont maximales car elles reflètent à la fois l'augmentation des sources (chauffage domestique, moteurs froids, trafic automobile plus important) et la survenue possible de conditions anticycloniques hivernales peu favorables à la dispersion des polluants. Ainsi les concentrations de dioxyde d'azote entre décembre et février sont très généralement supérieures à la moyenne annuelle. Cette comparaison est indiquée dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en µg/m^3 :

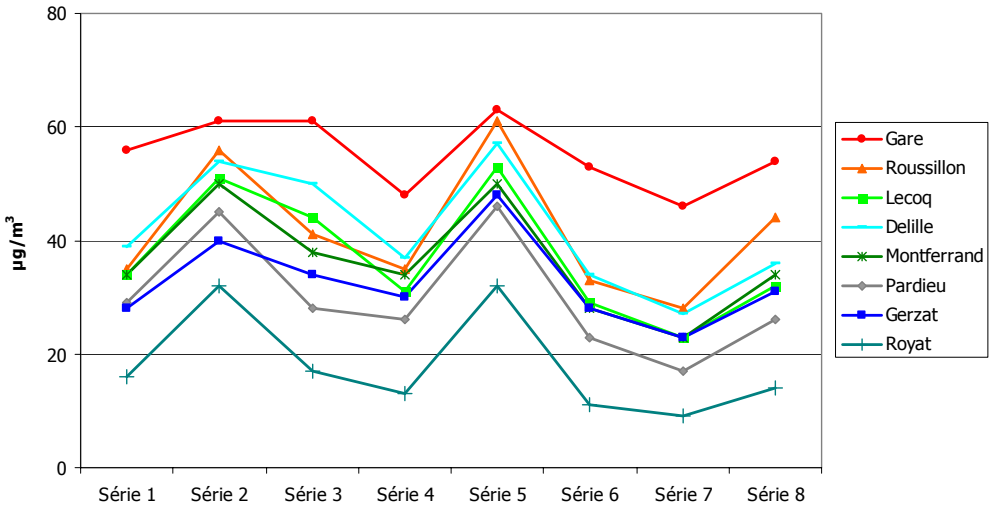
	Roussillon	Lecoq	Delille	Gare	Montferrand	Gerzat	Royat	Pardieu
Moyenne durant la campagne	41	37	41	55	36	33	18	30
Moyenne annuelle 07/2006-06/2007	37	27	30	50	27	25	12	23
Ratio Campagne/Moy.annuelle	1.1	1.4	1.4	1.1	1.3	1.3	1.5	1.3

Comparaison des concentrations mesurées pendant la campagne avec la moyenne annuelle de juillet 2006 à juillet 2007

Les concentrations mesurées durant la campagne sont effectivement plus élevées que la moyenne annuelle, bien que les deux sites de proximité automobile de la Gare et de Roussillon se distinguent par des ratios plus faibles que les prélèvements urbains ou périurbains. Le rapport entre les concentrations mesurées pendant la campagne et la moyenne annuelle de juillet 2006 à juillet 2007 est de 1.1 en situation trafic tandis qu'il atteint presque 1.4 sur les autres stations. En moyenne sur l'ensemble des points de prélèvements fixes de l'agglomération le ratio est de 1.3. Pour information, les mêmes calculs basés sur l'année 2005 donnent des résultats très similaires (1.3 également de ratio moyen). Afin de reconstituer une moyenne annuelle, **les résultats des mesures par échantillonnage passif seront divisés par 1.3.**

Evolution temporelle pendant la campagne

L'évolution temporelle des concentrations de dioxyde d'azote sur les stations fixes durant la campagne est représentée sur la figure suivante :

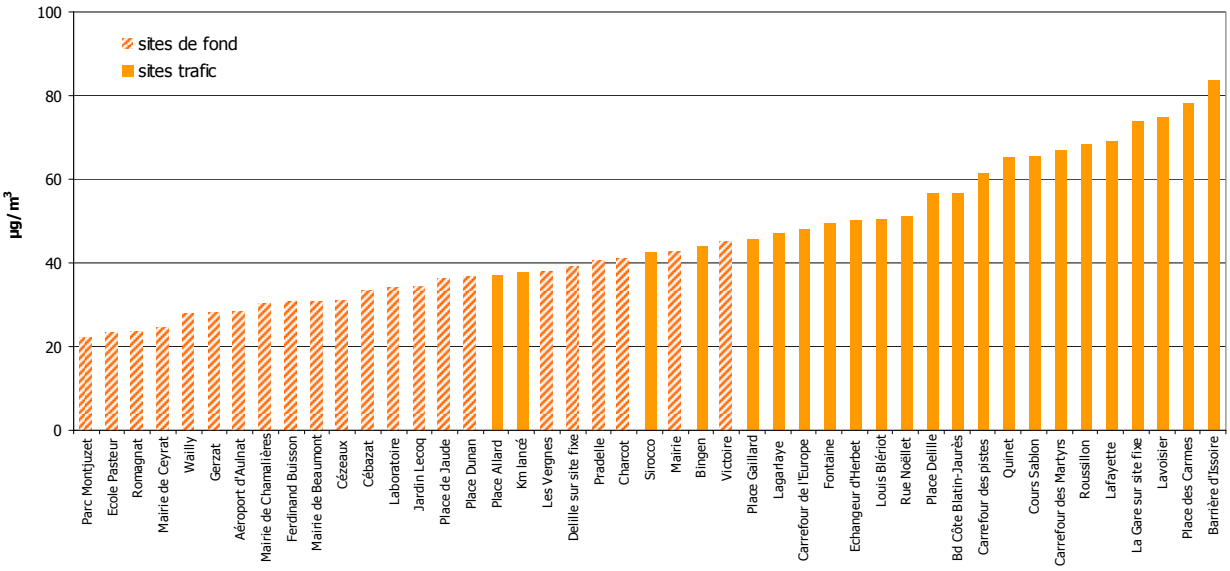


Evolution temporelle des concentrations en NO_2 mesurées sur les stations fixes

L'évolution des concentrations sur les huit stations fixes met en lumière la nette hétérogénéité en terme de niveaux mesurés, à la fois des périodes et des sites – ce qui est attendu. La concentration moyenne durant la série 7, de 25 µg/m^3, est plus de moitié moindre à celle de la série 5. En effet, c'est du 20 février au 6 mars que les concentrations ont été les plus faibles, en cohérence avec les résultats de la comparaison avec les années précédentes. Cette période s'est caractérisée par un temps perturbé avec de fréquents passages nuageux. A l'inverse, la série 5 montre les niveaux les plus soutenus et correspond à la quinzaine la plus froide et la moins arrosée de la campagne. De même, 44 µg/m^3 de moyenne sur une quinzaine peuvent séparer les niveaux à Royat de ceux relevés à la Gare. Par contre en terme d'allure, la variation temporelle des séries révèle un bon accord entre l'ensemble des sites qui évoluent de la même façon.

3.4 Résultats des mesures de NO_2 par échantillonnage passif

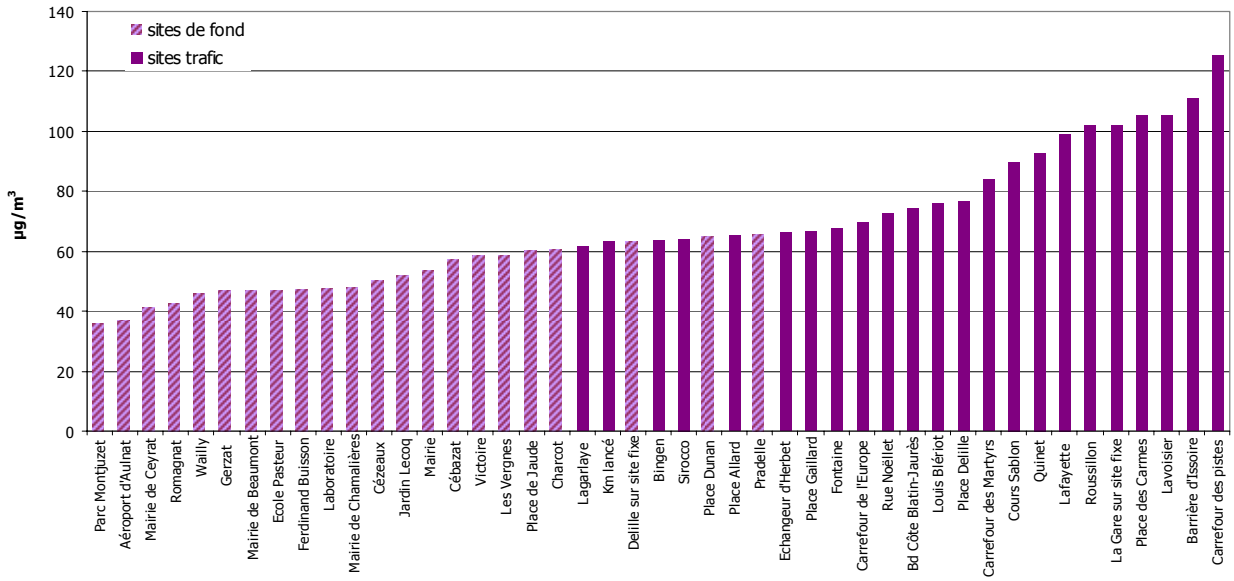
Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en µg/m^3, pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans le tableau en annexe 2.
Les concentrations mesurées sur la durée de la campagne sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant. La valeur moyenne est reportée pour les doublons des sites 8/9, 20/21 et 33/34.



Concentrations moyennes de NO_2 mesurées pendant la campagne

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote varient de 22 µg/m^3 (au parc Montjuzet) à 84 µg/m^3 (barrière d'Issoire), avec une valeur moyenne sur la campagne de 46 µg/m^3. Le site de la barrière d'Issoire, véritable nœud de circulation clermontois, est presque quatre fois plus pollué que le moins exposé. La concentration moyenne sur les sites de fond s'étend de 22 µg/m^3 à 45 µg/m^3, les sites de proximité présentant des moyennes entre 37 µg/m^3 et 84 µg/m^3. Ainsi, il existe un rapport moyen de 1.79 entre les concentrations en NO_2 sur les sites trafic et ceux de fond.
Excepté sur les emplacements de la Victoire et de la Mairie, tous les points de prélèvements enregistrant une concentration moyenne supérieure à la médiane de 43 µg/m^3 sont des sites de proximité automobile. A l'inverse les sites dont la concentration moyenne est inférieure à cette valeur sont des sites de fond, hormis celui de Sirocco, de la Place Allard et du Kilomètre lancé. De même, 8 sites de typologie périurbaine sur les 11 échantillonnés se trouvent dans le premier tiers des sites les moins pollués.

Les concentrations maximales mesurées pendant une série sur chaque site sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant. La valeur maximale est reportée dans le cas des doublons des sites 8/9, 20/21 et 33/34.

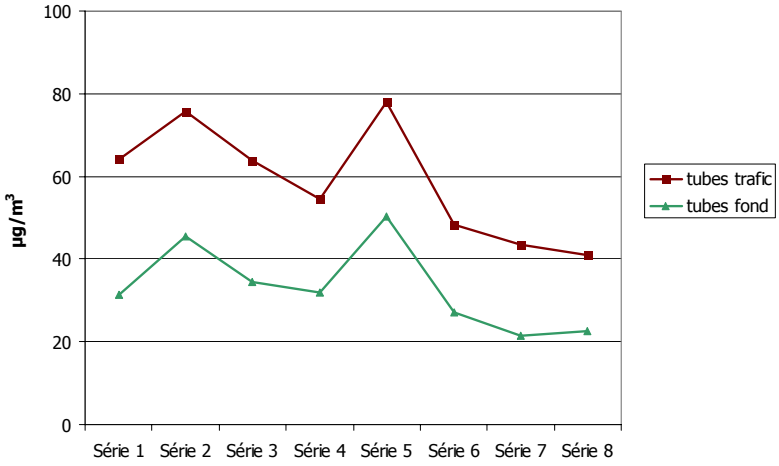


Concentrations maximales de NO_2 mesurées pendant la campagne

Les concentrations maximales sont de l'ordre de 50 % plus importantes que la moyenne, avec un maximum de 125 µg/m^3 sur le carrefour des pistes mesuré entre le 12 et le 26 décembre. Ce point révèle cependant la plus forte dispersion des données et ce maximum doit être considéré avec précaution. Par contre, les sites de Lavoisier, de Roussillon, de la Gare, de la place de Carmes et de la barrière d'Issoire, dont le maximum est supérieur à 100 µg/m^3 sont aussi ceux qui enregistrent les moyennes les plus élevées, avec une dispersion relativement faible. Ces emplacements apparaissent donc comme les plus pollués.

Evolution temporelle des mesures par tubes passifs pendant la campagne

L'évolution temporelle des mesures par tubes passifs en situation de fond et de trafic est représentée sur le graphique suivant.



Evolution temporelle des concentrations de NO_2 mesurées par tubes passifs

Comme pour les stations fixes, la série 5 apparaît comme la plus polluée, les moins polluées étant les séries 7 et 8. Les évolutions temporelles sont similaires quelle que soit la typologie des sites échantillonnés. Environ 30 µg/m^3 séparent les concentrations entre les deux typologies sur les 5 premières séries tandis que les trois dernières qui sont les moins polluées présentent environ 20 µg/m^3 d'écart, ce qui est globalement équivalent en pourcentage.

Reconstitution de la moyenne annuelle

De façon à reconstituer la moyenne annuelle, les concentrations hivernales mesurées lors de cette campagne seront divisées par 1.3 sur tous les sites.
La liste des sites échantillonnés classés par moyenne croissante et l'estimation de la concentration annuelle sur ces mêmes emplacements sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Les sites de proximité automobile sont indiqués en rouge et les résultats sont en µg/m^3.

	Moyenne campagne	Estimation de la moyenne annuelle : moyenne campagne / 1.3	*Moyenne annuelle sur les stations fixes de juillet 2006 à juin 2007*
Parc Montjuzet	22	17	
Ecole Pasteur	23	18	*12*
Romagnat	24	18	
Mairie de Ceyrat	25	19	
Wailly	28	21	
Gerzat	28	22	*25*
Aéroport d'Aulnat	28	22	
Mairie de Chamalières	30	23	
Ferdinand Buisson	31	24	*27*
Mairie de Beaumont	31	24	
Cézeaux	31	24	
Cébazat	34	26	
Laboratoire	34	26	
Jardin Lecoq	34	26	*27*
Place Dunant	37	28	
Place Allard	37	29	
Km lancé	38	29	
Les Vergnes	38	29	
Delille sur site fixe	39	30	*30*
Pradelle	41	31	
Place de Jaude	41	31	
Charcot	41	32	
Sirocco	43	33	
Mairie	43	33	
Bingen	44	34	
Victoire	45	35	
Place Gaillard	46	35	
Lagarlaye	47	36	
Carrefour de l'Europe	48	37	
Fontaine	50	38	
Echangeur d'Herbet	50	38	
Louis Blériot	50	39	
Rue Noëllet	51	39	
Place Delille	56	43	
Bd Côte Blatin-Jaurès	57	43	
Carrefour des pistes	61	47	
Quinet	65	50	
Cours Sablon	66	50	
Carrefour des martyrs	67	52	
Roussillon	68	53	*37*
Lafayette	69	53	
La Gare	74	57	*50*
Lavoisier	75	58	
Place des Carmes	78	60	
Barrière d'Issoire	84	64	

Les niveaux annuels ainsi estimés sur les points de prélèvements des stations fixes sont relativement voisins des moyennes réellement mesurées sur ces mêmes sites, et la reconstitution peut être considérée comme correcte, même si ce type de calcul comporte de fortes incertitudes et n'a pas la valeur d'une mesure. Sur la station de proximité automobile de Roussillon, l'écart entre l'estimation et les mesures fournies par les analyseurs est plus important. Cependant pour ce site la seconde campagne a montré la décroissance d'un facteur deux entre les concentrations mesurées à proximité immédiate de la voie et celles relevées au niveau de la station de mesure et les résultats ci-dessus ne sont donc pas incohérents.

Situation par rapport aux normes

Le type d'échantillonnage ne permet qu'une comparaison avec les critères normatifs sur le long terme. La valeur limite pour la protection de la santé humaine à l'horizon 2010 est égale à 40 µg/m^3 en moyenne annuelle, avec un dépassement autorisé fixé à 46 µg/m^3 en 2007.
Les emplacements urbains et périurbains échantillonnés respectent la valeur limite 2010. Ainsi, la population ne résidant pas à proximité immédiate des voies de circulation les plus fréquentées respire généralement un air de qualité acceptable concernant le NO_2. Par contre, douze sites ne respecteraient pas cette valeur limite de 40 µg/m^3, la barrière d'Issoire montrant même une concentration annuelle qui serait supérieure à 60 µg/m^3. Les mesures par analyseur automatique en 2006 ont montré que ce critère réglementaire n'est pas respecté à la Gare où une moyenne annuelle de 51 µg/m^3 a été enregistrée. Ainsi, même en tenant compte des limites et des incertitudes de la méthode, **il est certain que plusieurs carrefours de l'agglomération affichent un dépassement de la valeur limite**.

Situation par rapport à la campagne de mesure de 1994

En 1994, Atmo Auvergne a mené une campagne de mesure du dioxyde d'azote sur l'ensemble de l'année, sur 41 emplacements dont de nombreux sont communs à la présente étude. Les conditions météorologiques de 1994 furent peu propices à une forte pollution azotée du fait d'un hiver plus doux qu'à l'accoutumée.
D'un point de vue qualitatif, il est intéressant de constater que ce sont toujours les deux mêmes emplacements qui se situent aux deux extrêmes des concentrations : les sites du parc Monjuzet et de la barrière d'Issoire apparaissent dans les deux études comme respectivement le moins pollué et le plus pollué. Parmi les sites les plus pollués en 1994 se trouvaient la place Gaillard, les boulevards Lafayette et Lavoisier, l'échangeur d'Herbet, la place Dellille et le carrefour des martyrs. De façon à pouvoir comparer qualitativement dans un premier temps les résultats des deux études, les tableaux suivants indiquent, pour les sites les plus pollués et les moins pollués, leur classement en terme de concentration annuelle pour les deux campagnes.

	Rang des sites les plus pollués	
	en 1994	en 2006/2007
Barrière d'Issoire	1	1
Place des Carmes	14	2
Lavoisier	4	3
Roussillon	26	6
Lafayette	3	5
Place Gaillard	2	19
Carrefour des martyrs	9	7
Echangeur d'Herbet	6	15
Place Delille	8	12

Classement des sites les plus pollués en 1994 et 2006/2007

	Rang des sites les moins pollués	
	en 1994	en 2006/2007
Parc Monjuzet	1	1
Ecole Pasteur, Royat	2	2
Romagnat	3	3
Ceyrat	13	4
Wailly	4	5
Gerzat	12	6
Cébazat	6	12
Pardieu Laboratoire	7	13
Charcot	9	22

Classement des sites les moins pollués en 1994 et 2006/2007

Parmi les sites les plus pollués, douze ans après la première étude, se retrouvent toujours la barrière d'Issoire et les très fréquentés boulevards Lafayette et Lavoisier. Par contre, il est intéressant de constater, du fait de la modification du plan de circulation en ville, que la place Gaillard qui était le deuxième site le plus pollué est aujourd'hui au 19ème rang avec une concentration légèrement supérieure à la médiane. Le déplacement en 2005 de la station fixe de proximité automobile d'Atmo Auvergne qui y était située n'est d'ailleurs pas fortuit. De la même manière, le point de prélèvement de la place de Jaude qui était en 1994 en proximité automobile est dorénavant un site de fond du fait de la piétonisation de la place, ce qui se retrouve dans le niveau des concentrations relevées : il se situe dans le 1er tiers des sites les moins pollués quand les teneurs étaient supérieures à la médiane en 1994. A l'inverse, la place des Carmes, qui figurait en 14ème place, se situe maintenant dans le peloton de tête des sites les plus pollués, peut-être du fait d'un report de trafic.
Le parc Monjuzet, l'école Pasteur à Royat et Romagnat sont en 1994 comme en 2007 les trois sites les moins pollués. La mairie de Ceyrat, qui apparaît en 2006-2007 comme le 4ème site le moins pollué, semble moins exposée qu'en 1994, peut-être du fait d'une implantation du tube légèrement différente. A l'inverse Charcot n'apparaît plus dans les dix sites les moins pollués, probablement aussi parce que le prélèvement n'a pas été réalisé dans la même rue qu'en 1994. Le site du Laboratoire est également plus chargé en dioxyde d'azote que cette année-là, du fait de l'agrandissement de la zone de la Pardieu qui concentre aujourd'hui davantage d'entreprises et donc de trafic que plusieurs années auparavant.

D'un point de vue quantitatif, la campagne de 1994 affichait des moyennes annuelles variant de 12 µg/m^3 à Montjuzet à 54 µg/m^3 à la barrière d'Issoire.

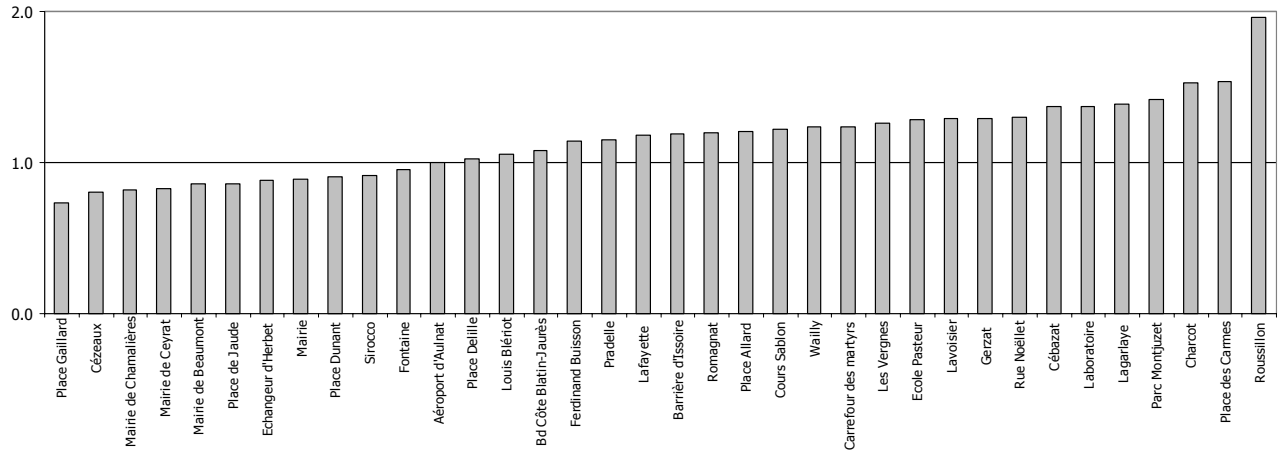
Le tableau ci-dessous indique les moyennes annuelles mesurées en 1994 et estimées en 2006-2007 pour les 36 sites communs aux deux études.

	moyenne annuelle mesurée en **1994**	moyenne annuelle estimée en **2006/2007**			moyenne annuelle mesurée en **1994**	moyenne annuelle estimée en **2006/2007**
Parc Montjuzet	12	17		Charcot	21	32
Ecole Pasteur	14	18		Sirocco	36	33
Romagnat	15	18		Mairie	37	33
Mairie de Ceyrat	23	19		Place Gaillard	48	35
Wailly	17	21		Lagarlaye	26	36
Gerzat	17	22		Fontaine	40	38
Aéroport d'Aulnat	22	22		Echangeur d'Herbet	43	38
Mairie de Chamalières	28	23		Louis Blériot	37	39
Ferdinand Buisson	21	24		Rue Noëllet	30	39
Mairie de Beaumont	28	24		Place Delille	42	43
Cézeaux	30	24		Bd Côte Blatin-Jaurès	40	43
Cébazat	19	26		Cours Sablon	41	50
Laboratoire	19	26		Carrefour des martyrs	42	52
Place Dunant	31	28		Roussillon	27	53
Place Allard	24	29		Lafayette	45	53
Les Vergnes	23	29		Lavoisier	45	58
Pradelle	27	31		Place des Carmes	39	60
Place de Jaude	36	31		Barrière d'Issoire	54	64

Moyennes annuelles mesurées en 1994 et estimées en 2006-2007

Les niveaux relevés lors des deux campagnes sont du même ordre, variant d'un peu plus de 10 µg/m^3 à une cinquantaine de µg/m^3 en 1994 et allant jusqu'à 64 µg/m^3 lors de la présente étude. On peut néanmoins noter que les sites les moins pollués étaient moins chargés en dioxyde d'azote qu'aujourd'hui, y compris si l'on compare entre elles les données mesurées aux mêmes périodes uniquement.

Le graphique ci-dessous indiquant le ratio des concentrations estimées en 2006-2007 par rapport à celles mesurées en 1994 permet de visualiser les sites ayant vu leur niveau moyen de NO_2 diminuer ou au contraire augmenter :

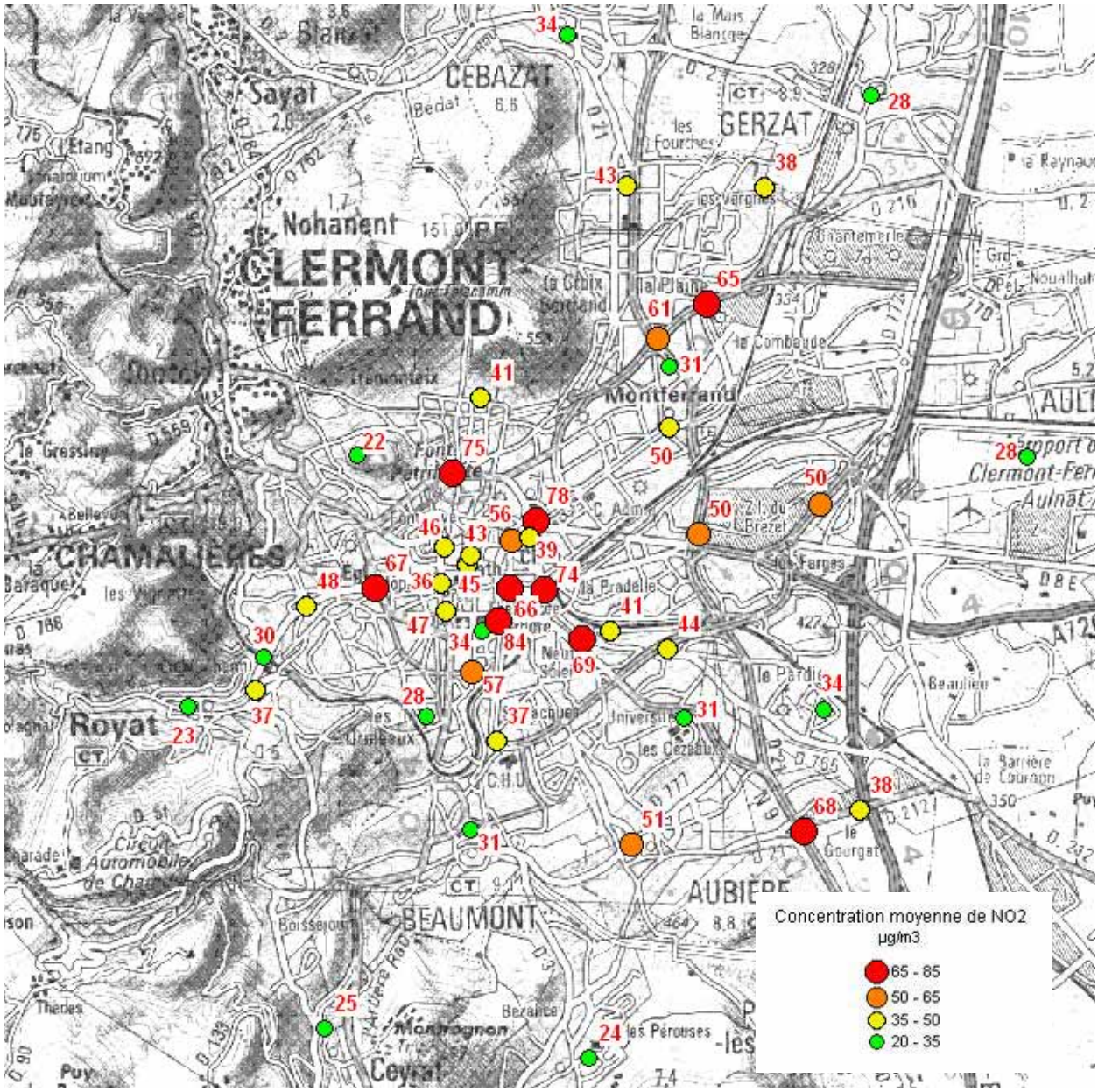


Ratio des concentrations estimées en 2006-2007 sur celles mesurées en 1994

Cette comparaison corrobore les données qualitatives, montrant que les places de Jaude, Gaillard, et Dunant, placées sur le trajet du tramway clermontois, voient leurs niveaux de dioxyde d'azote baisser par rapport à ceux de 1994. Cependant la plupart des sites affiche des concentrations estimées orientées à la hausse, notamment les emplacements qui figurent parmi les moins pollués, tels par exemple le Parc Montjuzet et les sites du Laboratoire à la Pardieu et de Cébazat.

Répartition spatiale des résultats

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 concentrations, exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m^3), sont indiquées en rouge.

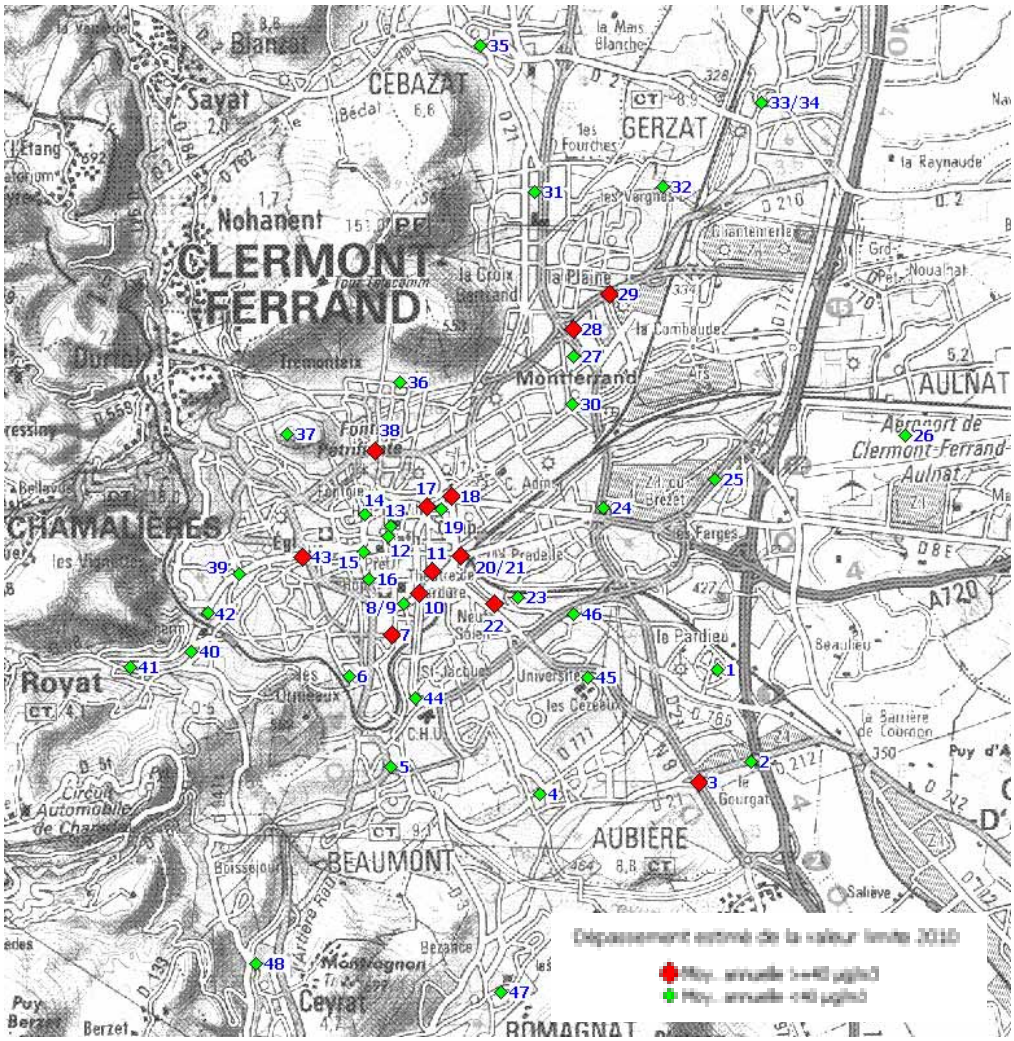


Répartition spatiale des résultats en dioxyde d'azote

Les quatre sites les plus chargés en dioxyde d'azote sont situés sur le boulevard circulaire est et nord de la ville (barrière d'Issoire, place des Carmes, Lavoisier, Esplanade de la gare).

Le carrefour des pistes, qui présente la concentration bi-hebdomadaire la plus forte de la campagne, affiche une valeur moyenne soutenue, au 10ème rang des plus élevées. Le tube ayant été installé à quelques mètres de la voie et la seconde campagne ayant montré une différence de l'ordre de 20 % avec un prélèvement au centre du nœud routier, il est probable que ce carrefour apparaîtrait parmi les cinq sites les plus exposés si le prélèvement avait été placé au cœur de la circulation.
Les dix sites les plus chargés en dioxyde d'azote sont tous des sites trafic présentant un TMJA allant de 11 500 à 28 000 véh./jour. Cependant, certains sites échantillonnés connaissent un très fort trafic (par exemple Sirocco et l'échangeur d'Herbet dont les TMJA sont voisins ou supérieurs à 30 000 véh./jour, à mettre au regard du TMJA de la barrière d'Issoire de 13 000 véh./jour) mais enregistrent des niveaux de dioxyde d'azote moins importants du fait de la configuration des lieux. En effet, l'importance du trafic n'est pas la seule variable à influer sur les concentrations, puisque la pollution s'accumule davantage dans une rue canyon que dans un espace ventilé.
Il est également intéressant de constater que les deux sites urbains les plus pollués sont ceux de la Mairie et de la Victoire, du fait de leur implantation en plein cœur du centre-ville et de leur configuration peu ventilée.
La cartographie précédente permet de constater la relative faiblesse des niveaux enregistrés sur les emplacements périurbains (Royat, Ceyrat, Romagnat, Aulnat …).

La reconstitution de la moyenne annuelle, malgré ses biais, permet de connaître les sites qui sont susceptibles de dépasser la valeur limite annuelle de 40 µg/m^3 en 2010. Ils sont indiqués sur la cartographie suivante. Le numéro de référence de chaque site est noté en bleu.



Douze sites sont susceptibles de dépasser la valeur limite annuelle 2010 de 40 µg/m^3 : il s'agit des emplacements de la place Delille, du boulevard Côte Blatin-Jaurès, du carrefour des pistes, de Quinet, du cours Sablon, du carrefour des martyrs, de Lafayette, de Roussillon, de l'Esplanade de la gare, de Lavoisier, de la place des Carmes et de la barrière d'Issoire.

Conclusion

Une campagne de mesure de dioxyde d'azote à l'aide d'échantillonneurs passifs a été réalisée dans l'agglomération clermontoise et les communes alentour du 28 novembre 2006 au 20 mars 2007. Huit séries de deux semaines de prélèvement ont été installées sur 45 emplacements, dont 8 à proximité de stations fixes de mesure de l'association. La moitié des échantillonnages portait sur des sites de typologie trafic, l'autre sur des sites de type urbain ou périurbain.
Une étude secondaire a été menée de mi-octobre à mi-novembre 2007 de façon à répondre à plusieurs interrogations levées lors de l'exploitation des résultats de la première campagne.

La comparaison des niveaux mesurés par les tubes et par les analyseurs sur les stations fixes a mis en lumière la très bonne adéquation des deux techniques sur les sites de fond et dans une moindre mesure sur les sites trafic, notamment pour des raisons de distance à la voie des prélèvements.
Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant cette campagne varient de 22 µg/m^3 au parc Montjuzet à 84 µg/m^3 à la barrière d'Issoire. Tous les points de prélèvement enregistrant une concentration supérieure à la médiane de 43 µg/m^3 sont de typologie trafic, exceptés les emplacements de la Victoire et de la Mairie, du fait de leur implantation au cœur de l'hypercentre et de leur configuration peu ventilée. Les sites les plus exposés à la pollution azotée sont, outre la barrière d'Issoire, la place des Carmes, les boulevards Lafayette et Lavoisier, les stations de l'Esplanade de la gare et de Roussillon. De l'autre côté de l'échelle, outre le parc Montjuzet et la rue de Wailly, ce sont les sites périurbains qui enregistrent les niveaux les plus faibles : Royat, Romagnat, Ceyrat, Gerzat, Aulnat affichent des concentrations moyennes inférieures à 30 µg/m^3 sur la durée de la campagne. Les rues encaissées à fort flux automobile sont pénalisées par rapport aux pénétrantes dont le trafic moyen journalier annuel peut être supérieur mais qui sont plus spacieuses et mieux ventilées (échangeur d'Herbet, Kilomètre lancé).
La reconstitution de la moyenne annuelle est basée sur le rapport existant, sur les stations fixes, entre le niveau mesuré pendant la campagne et la valeur annuelle obtenue entre juillet 2006 et juillet 2007. Bien que cette méthode comporte des limites, elle permet de confronter les résultats de cette étude de quelques mois aux critères normatifs sur le long terme. Ainsi, douze sites sont susceptibles de dépasser la valeur limite annuelle de 40 µg/m^3 en 2010 : les boulevards Côte blatin, Quinet, Lafayette et Lavoisier, le cours Sablon, le carrefour des martyrs et celui des pistes, l'avenue de Roussillon, l'Esplanade de la gare, la place Delille et celle des Carmes et la barrière d'Issoire.
La comparaison avec une campagne similaire menée en 1994 a permis de constater, 12 ans plus tard, que certains sites se retrouvent encore à l'extrémité de l'échelle des concentrations : Montjuzet, l'école Pasteur à Royat, Romagnat et la rue de Wailly au sein des moins pollués, la barrière d'Issoire, les boulevards Lafayette et Lavoisier parmi les plus chargés en NO_2. Les places de Jaude et surtout de Gaillard ont vu leurs concentrations nettement baisser du fait de leur piétonisation totale ou partielle. A l'inverse la place des Carmes et l'avenue du Roussillon apparaissent aujourd'hui plus polluées qu'en 1994.

Cette campagne a permis de rappeler s'il en était besoin l'influence nette du trafic automobile sur la pollution azotée dans l'agglomération clermontoise, les niveaux les plus forts étant mesurés sur les nœuds de circulation, boulevards circulaires et axes d'accès au centre-ville. Plusieurs sites de proximité automobile sont susceptibles de dépasser la valeur limite de 40 µg/m^3 en 2010. Cette estimation des niveaux moyens par échantillonnage passif, peu coûteuse et relativement facile à mettre en œuvre, a montré ici tout son intérêt et la pertinence de réaliser, à intervalles réguliers, de telles campagnes, notamment suite à des modifications du plan de circulation comme en connaît l'agglomération actuellement.

ANNEXE 1 : Les sites de mesure

Site 1 : La Pardieu – Clermont-Ferrand

Site 2 : Kilomètre lancé – Aubière

Site 3 : Roussillon – Aubière

Site 4 : Rue Noëllet – Aubière

Site 5 : Mairie de Beaumont

Site 6 : Rue de Wailly – Clermont-Ferrand

Site 7 : Côte Blatin Jaurès – Clermont-Ferrand

Site 8/9 : Jardin Lecoq – Clermont-Ferrand

Site 10 : Barrière d'Issoire – Clermont- Ferrand

Site 11 : Cours Sablon – Clermont-Ferrand

Site 12 : Victoire – Clermont-Ferrand

Site 13 : Mairie de Clermont-Ferrand

Site 14 : Place Gaillard – Clermont-Ferrand

Site 15 : Place de Jaude – Clermont-Ferrand

Site 16 : Lagarlaye – Clermont-Ferrand

Site 17 : Place Delille – Clermont-Ferrand

Site 18 : Place des Carmes – Clermont-Ferrand

Site 19 : Delille sur site fixe – Clermont-Ferrand

Site 20/21 : Esplanade de la Gare – Clermont-Ferrand

Site 22 : Lafayette – Clermont-Ferrand

Site 23 : Pradelle – Clermont-Ferrand

Site 24 : Echangeur d'Herbet – Clermont-Ferrand

Site 25 : Louis Blériot – Clermont-Ferrand

Site 26 : Aéroport – Aulnat

Site 27 : Ferdinand Buisson – Clermont-Ferrand

Site 28 : Carrefour des pistes – Clermont-Ferrand

Site 29 : Quinet – Clermont-Ferrand

Site 30 : Place de la fontaine – Clermont-Ferrand

Site 31 : Sirocco – Clermont-Ferrand

Site 32 : Les Vergnes – Clermont-Ferrand

Site 33/34 : Gerzat

Site 35 : Cébazat

Site 36 : Charcot – Clermont-Ferrand

Site 37 : Parc Montjuzet – Clermont-Ferrand

Site 38 : Lavoisier – Clermont-Ferrand

Site 39 : Carrefour de l'Europe– Chamalières

Site 40 : Place Allard – Royat

Site 41 : Ecole Pasteur – Royat

Site 42 : Parc Montjoly– Chamalières

Site 43 : Carrefour des martyrs– Chamalières

Site 44 : Place Dunant – Clermont-Ferrand

Site 45 : Cézeaux – Clermont-Ferrand

Site 46 : Bingen – Clermont-Ferrand

Site 47 : Romagnat

Site 48 : Mairie de Ceyrat

ANNEXE 2 : Résultats détaillés des mesures par échantillonnage passif

Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en µg/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.

N° référence	Site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8	Moyenne
1	Laboratoire	29	48	30	36	43	31	22	nd	**34**
2	Km lancé	34	51	26	37	63	33	30	28	**38**
3	Roussillon	65	82	61	65	102	55	49	69	**68**
4	Rue Noëllet	48	72	56	47	72	40	41	33	**51**
5	Mairie de Beaumont	28	47	31	33	38	25	22	21	**31**
6	Wailly	21	34	29	46	40	18	21	14	**28**
7	Bd Côte Blatin-Jaurès	63	74	63	53	I	51	36	nd	**57**
8	Jardin Lecoq	34	47	40	34	47	28	20	19	**34**
9	Jardin Lecoq	34	45	41	30	52	29	25	23	**35**
10	Barrière d'Issoire	98	91	93	66	111	64	62	nd	**84**
11	Cours Sablon	63	85	59	72	90	58	44	54	**66**
12	Victoire	43	55	50	36	58	40	nd	34	**45**
13	Mairie	40	53	48	34	nd	53	39	34	**43**
14	Place Gaillard	45	60	53	43	67	32	34	32	**46**
15	Place de Jaude	34	55	50	33	60	32	I	21	**41**
16	Lagarlaye	61	54	49	47	61	43	31	29	**47**
17	Place Delille	61	74	57	46	77	38	42	nd	**56**
18	Place des Carmes	92	91	91	61	105	73	59	53	**78**
19	Delille sur site fixe	38	50	38	37	63	35	23	30	**39**
20	La Gare sur site fixe	79	88	77	67	100	51	46	nd	**72**
21	La Gare sur site fixe	75	91	96	61	102	57	I	45	**75**
22	Lafayette	83	99	74	73	62	49	55	59	**69**
23	Pradelle	39	49	42	32	66	nd	24	32	**41**
24	Echangeur d'Herbet	66	nd	64	55	nd	38	36	41	**50**
25	Louis Blériot	46	63	45	48	76	46	I	28	**50**
26	Aéroport d'Aulnat	23	30	33	30	37	24	27	23	**28**
27	Ferdinand Buisson	31	46	28	30	47	20	18	24	**31**
28	Carrefour des pistes	61	125	62	59	61	44	48	30	**61**
29	Quinet	72	93	79	60	33	69	64	54	**65**
30	Fontaine	60	60	55	42	67	42	34	38	**50**
31	Sirocco	48	36	nd	46	64	42	32	29	**43**
32	Les Vergnes	33	49	33	51	59	28	28	24	**38**
33	Gerzat	31	nd	28	30	47	nd	20	22	**30**
34	Gerzat	32	nd	29	32	I	nd	19	24	**27**
35	Cébazat	39	45	26	30	57	26	22	23	**34**
36	Charcot	38	50	49	44	61	30	36	23	**41**
37	Parc Montjuzet	21	36	27	20	32	20	12	11	**22**
38	Lavoisier	89	81	77	69	105	51	53	nd	**75**

N° référence	Site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8	Moyenne
39	Carrefour de l'Europe	51	61	55	38	70	40	35	36	**48**
40	Place Allard	44	53	33	16	65	27	26	34	**37**
41	Ecole Pasteur	19	35	23	24	47	15	12	12	**23**
42	Mairie de Chamalières	31	48	33	26	47	17	20	20	**30**
43	Carrefour des martyrs	70	77	70	56	84	63	nd	51	**67**
44	Place Dunant	33	65	39	36	54	29	18	22	**37**
45	Cézeaux	25	45	25	32	50	I	19	20	**31**
46	Bingen	44	55	46	41	64	32	40	29	**44**
47	Romagnat	26	32	23	23	43	13	12	19	**24**
48	Mairie de Ceyrat	23	31	nd	26	42	nd	11	14	**25**
	MOYENNE	**47**	**60**	**49**	**43**	**63**	**38**	**32**	**30**	**47**

Qualité de l'air en Auvergne

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

Siège : Atmo Auvergne
21 allée Evariste Galois – 63170 AUBIERE
Tel : 04.73.34.76.34 / Fax : 04.73.34.33.56
e-mail : contact@atmoauvergne.asso.fr
http://www.atmoauvergne.asso.fr

1er trimestre 2008