



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



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



Octobre 2009 à octobre 2010

A_tmo Auvergne

25 rue des Ribes

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
<i>Terminologie</i>	4
2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE	5
2.1 Techniques de mesure.....	5
<i>Échantillonneur passif de dioxyde d'azote</i>	5
<i>Analyseur automatique d'oxydes d'azote</i>	5
2.2 Période de mesure	5
2.3 Sites de mesure	6
3 EXPLOITATION DES RESULTATS	8
3.1 Contexte météorologique durant la campagne	8
3.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif	13
<i>Blancs de terrain</i>	13
<i>Doublons</i>	13
<i>Validation des résultats de l'échantillonnage passif</i>	13
3.3 Résultats des mesures de NO ₂ sur les stations fixes.....	15
<i>Comparaison avec les valeurs historiques</i>	15
<i>Valeurs moyennes annuelles relevées</i>	15
<i>Situation par rapport aux normes</i>	16
3.4 Résultats des mesures de NO ₂ par échantillonnage passif	17
<i>Comparaison aux résultats obtenus par modélisation</i>	19
ANNEXE 1 : LES SITES DE MESURE	21
ANNEXE 2 : RESULTATS DETAILLES DES MESURES PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF	26

Introduction – Contexte de la campagne

Depuis de nombreuses années, la station trafic de l'agglomération clermontoise, tout d'abord localisée place Gaillard puis, depuis 2005, sur l'Esplanade de la gare du fait de la création de la ligne de tramway, enregistre de manière récurrente des dépassements de la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote. Plusieurs études par tubes à diffusion passive (1994, 2007, 2008 en particulier) ainsi que la cartographie de la moyenne annuelle 2008 en dioxyde d'azote, issue de la modélisation à haute définition à l'échelle de l'agglomération, indiquent que le phénomène de dépassement ne se limite pas à ce seul point de mesure mais concerne une zone relativement étendue dans le centre de la ville de Clermont-Ferrand et autour d'axes de circulation fréquentés dans l'agglomération.

Dans ce contexte, il a par conséquent été estimé important de confirmer ces tendances en effectuant des relevés, à l'aide de tubes à diffusion passive, sur une période minimale de 12 mois, afin d'éviter les biais de reconstitution statistique des moyennes annuelles, en une trentaine de points de typologie trafic. Plusieurs stations fixes, de typologie urbaine et trafic, ont également été échantillonnées dont le site de l'Esplanade de la gare. Cette campagne s'est déroulée du 20 octobre 2009 au 2 novembre 2010.

1 Généralités sur les polluants mesurés

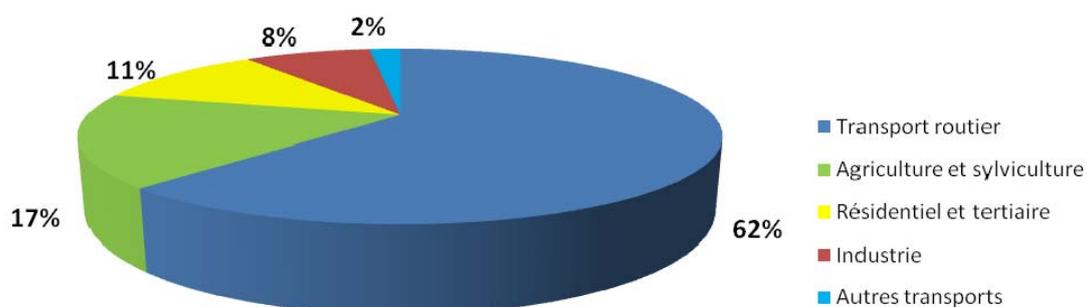
1.1 Physico-chimie et sources

Le terme d'oxydes d'azote (NO_x) regroupe divers composés chimiques azotés, dont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), 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.

Dans le département du Puy de Dôme, les émissions annuelles (référence 2007) d'oxydes d'azote s'élèvent à plus de 12 000 tonnes, ce qui représente environ 40 % des émissions de ces polluants pour la région et 0.9 % du total national. La répartition sectorielle (source : CITEPA) montre que les sources liées au transport routier sont largement majoritaires, constituant largement plus de la moitié des émissions.

Répartition sectorielle des émissions d'oxydes d'azote dans le Puy de Dôme



1.2 Effets sur la santé et l'environnement

Concernant les effets sur la santé, le monoxyde d'azote perturbe le transport du dioxygène (O₂) 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 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.

1.3 Références normatives

Les critères nationaux de qualité de l'air font l'objet de l'article R221-1 du code de l'environnement. Il résulte notamment de la transposition de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008.

Terminologie

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

- 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 recommandation 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 à partir de 2010 (en µg/m ³)
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,8 horaire	200
	centile 98 horaire	200
	moyenne annuelle	40
Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	200
Seuil d'alerte	moyenne horaire	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. 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. Depuis, plusieurs campagnes ont été menées tant dans l'agglomération clermontoise (suivi du projet tramway, connaissance spatiale du phénomène de pollution par le dioxyde d'azote en 2006/2007, impact de l'A71...) que dans la région Auvergne (Aurillac, Montluçon, Le Puy, Issoire, Riom, plusieurs axes à fort trafic...).

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 7 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 type AC31M (Environnement SA), 42C (Thermo Environmental Instruments Inc.) et APNA 370 (Horiba). 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

Cinquante-quatre séries de 1 semaine de prélèvements par tubes passifs ont été réalisées entre octobre 2009 et novembre 2010.

Octobre 2009		Novembre 2009				Décembre 2009				Janvier 2010			
Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	Série 7	Série 8	Série 9	Série 10	Série 11	Série 12	Série 13	Série 14
20/10 au 27/10	27/10 au 03/11	03/11 au 10/11	10/11 au 17/11	17/11 au 24/11	24/11 au 01/12	01/12 au 08/12	08/12 au 15/12	15/12 au 22/12	22/12 au 29/12	29/12 au 05/01	05/01 au 12/01	12/01 au 19/01	19/01 au 26/01

Janvier 2010	Février 2010				Mars 2010				Avril 2010				Mai 2010
Série 15	Série 16	Série 17	Série 18	Série 19	Série 20	Série 21	Série 22	Série 23	Série 24	Série 25	Série 26	Série 27	Série 28
26/01 au 02/02	02/02 au 09/02	09/02 au 16/02	16/02 au 23/02	23/02 au 02/03	02/03 au 09/03	09/03 au 16/03	16/03 au 23/03	23/03 au 30/03	30/03 au 06/04	06/04 au 13/04	13/04 au 20/04	20/04 au 27/04	27/04 au 04/05

Mai 2010			Juin 2010					Juillet 2010			Août 2010	
Série 29	Série 30	Série 31	Série 32	Série 33	Série 34	Série 35	Série 36	Série 37	Série 38	Série 39	Série 40	Série 41
04/05 au 11/05	11/05 au 18/05	18/05 au 25/05	25/05 au 01/06	01/06 au 08/06	08/06 au 15/06	15/06 au 22/06	22/06 au 29/06	29/06 au 06/07	06/07 au 13/07	13/07 au 20/07	20/07 au 27/07	27/07 au 03/08

Août 2010				Septembre 2010				Octobre 2010				Nov 2010
Série 42	Série 43	Série 44	Série 45	Série 46	Série 47	Série 48	Série 49	Série 50	Série 51	Série 52	Série 53	Série 54
03/08 au 10/08	10/08 au 17/08	17/08 au 24/08	24/08 au 31/08	31/08 au 07/09	07/09 au 14/09	14/09 au 21/09	21/09 au 28/09	28/09 au 05/10	05/10 au 11/10	11/10 au 19/10	19/10 au 26/10	26/10 au 02/11

2.3 Sites de mesure

Trente trois sites de mesure, répartis sur Clermont-Ferrand et les communes alentour, ont été choisis afin d'échantillonner le long des principaux axes de circulation repérés à partir des données de trafic fournies par le Syndicat Mixte des Transports Clermontois (SMTC) et au vu des résultats issus de la modélisation haute définition. Trois prélèvements se situent à l'emplacement de stations de mesure permanentes, deux en situation de trafic (Gare et Chamalières) et une en situation de fond urbain (Jardin Lecoq) en centre-ville clermontois.

Sur les trente trois points de prélèvement, seul quatre ont été installés en conditions de fond urbain dans l'hyper centre afin de s'assurer que la probabilité de dépassement des valeurs limites annuelles dans de telles conditions est infime.

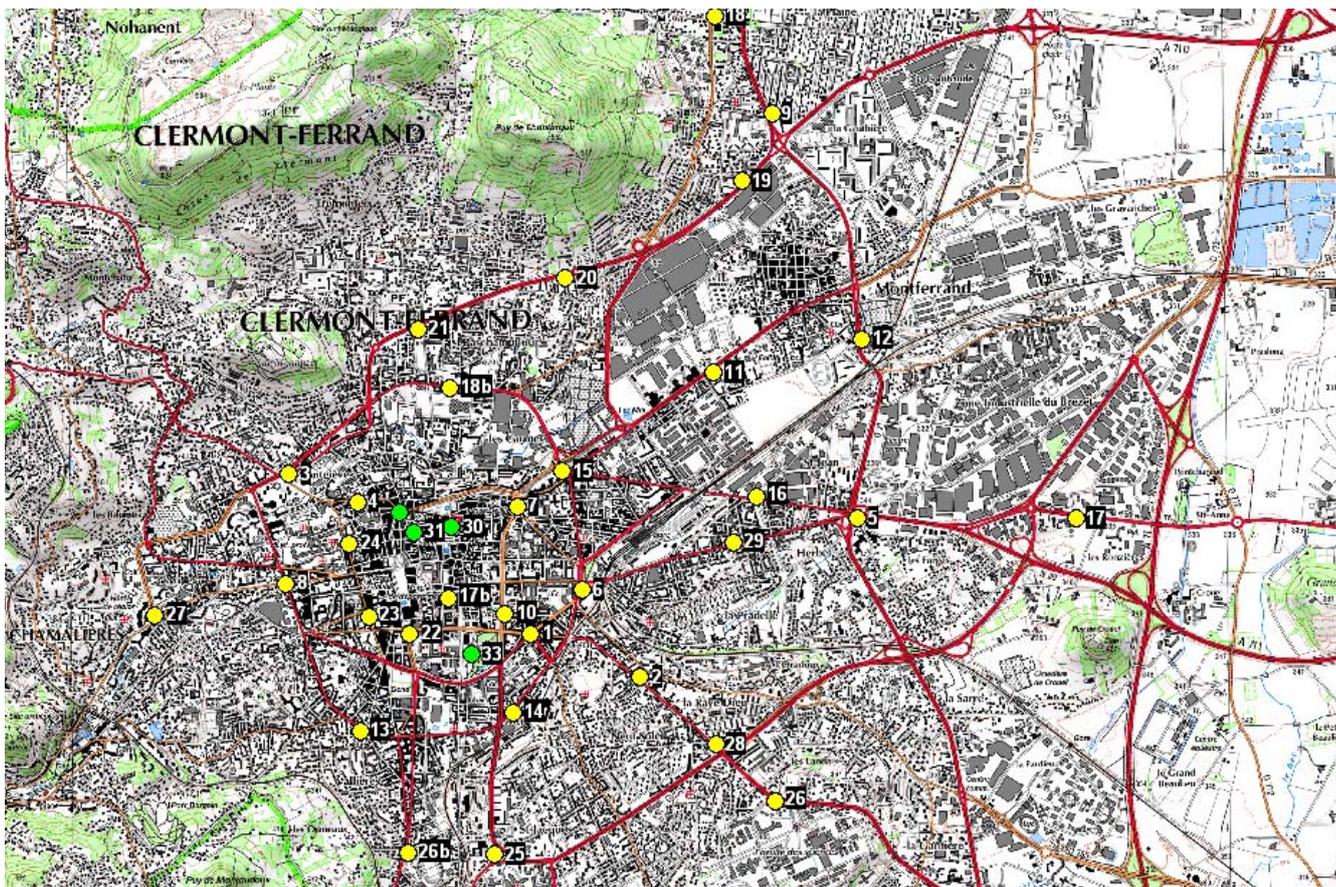
Par ailleurs, à la suite d'un premier dépouillement des données après 3 mois de relevés, 4 sites ont été modifiés afin de mieux atteindre l'objectif poursuivi.

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

Les photos des 33 sites étudiés sont présentées dans l'annexe 1 en fin de rapport.

N° site	Nom	Adresse	Emplacement	Typologie du site
1	Barrière d'Issoire	Carrefour Lafayette - Avenue des Paulines - Clt-Fd	Carrefour - Bar Lafayette, sur feu piéton, 4,30 m axe principal	Trafic
2	Lafayette	Bd Lafayette - Clt-Fd	Niveau pharmacie sur panneau interdiction de stationner	Trafic
3	Lavoisier	Bd Lavoisier - Clt-Fd	Devant CCI sur panneau indicateur "La Crypte" 4,50 m	Trafic
4	Fontgiève	2 place Maréchal Fayolle - Clt-Fd	Sur poteau bois, crèche Barbecot 3,50 m	Trafic
5	Herbet	Bd St Jean - Clt-Fd	Sur panneau radar, 2,80 m, parking Casino	Trafic
6	Gare	Avenue des Paulines - Clt-Fd	Sur canne de prélèvement 4,30 m (H : 3 m)	Trafic
7	Delille	Place Delille - Clt-Fd	Centre place, magasin fleur Gaby, éclairage 4,60 m	Trafic
8	Martyrs	Avenue Montjoli	Angle boulevard Duclaux, feu piéton 5 m	Trafic
9	Clémentel	Bd Clémentel - Clt-Fd	Panneau passage piéton, 3,20 m, n°70, pharmacie	Trafic
10	Cours Sablon	6 cours Sablon - Clt-Fd	Etat major, 70 m arbre	Trafic
11	Pôle santé Dômes	Rue Vaucanson - Clt-Fd	Croisement sur éclairage (61) 3,2 m face stade	Trafic
12	Lycée Marie Curie	19 bd Ambroise Brugière - Clt-Fd	Sur poteau passage piéton, 3,3 m, face lycée M. Curie	Trafic
13	Jean Jaurès	61 avenue Jean Jaurès - Clt-Fd	Sur gouttière, 4,30 m	Trafic
14	Côte Blatin	Bd Côte Blatin - Clt-Fd	Face supermarché Simply Market, 4,70 m, projecteurs	Trafic
15	Carmes	Avenue de la République - Clt-Fd	Eclairage public (8), près viaduc, 4,30 m, brasserie Europe	Trafic
16	Avenue Michelin	Avenue Edouard Michelin - Clt-Fd	Poteau éclairage (39) face Assedic, chambres d'hôtes 2,70 m	Trafic
17	<i>Brézet</i>	<i>Avenue du Brézet - Clt-Fd</i>	<i>Jusqu'au 02/02/10</i>	Trafic
17b	Place Renoux	Place Renoux - Clt-Fd	A compter du 02/02/10 (remplacement n°17). Sur panneau vers place handicapée face au pressing	Trafic
18	<i>Torpilleur Sirocco</i>	<i>Bd Torpilleur Sirocco - Clt-Fd</i>	<i>Jusqu'au 02/02/10</i>	Trafic
18b	Jean-Baptiste Dumas	Bd Jean-Baptiste Dumas - Clt-Fd	A compter du 02/02/10 (remplacement n°18). Sur gouttière bat 18	Trafic
19	Forest	Avenue Fernand Forest - Clt-Fd	Sur barrière (H : 1M) face usine Michelin, 2,5 m	Trafic
20	Mayer	Bd Daniel Mayer - Clt-Fd	Sur arbre, 1,50m, face "Pause café"	Trafic
21	Pourchon	Bd Maurice Pourchon - Clt-Fd	Face agence des côtes (17) sur grillage, 4 m proche Best Western	Trafic
22	Charles de Gaulle	Bd Charles de Gaulle - Clt-Fd	3,30 m rue Lagarlaye, sur éclairage	Trafic
23	Bonnabaud	Rue Bonnabaud - Clt-Fd	Sur gouttière hôtel Régina face au parking	Trafic
24	Gabriel Péri	23 rue Gabriel Péri - Clt-Fd	Angle rue Devédeux, 4,10 m, sur panneau "rue"	Trafic
25	Dunant	Place Henri Dunant - Clt-Fd	Sur arbre, 5,30 m, derrière arrêt tram	Trafic
26	<i>Avenue Landais</i>	<i>Avenue des Landais - Clt-Fd</i>	<i>Jusqu'au 02/02/10</i>	Trafic
26b	Stade Philippe Marcombes	Avenue de la Libération - Clt-Fd	A compter du 02/02/10 (remplacement n°26). Entrée du stade	Trafic
27	Chamalières	Avenue de Fontmaure - Chamalières	Sur site (H : 3 m) 3,00 m carrefour Europe	Trafic
28	Bingen	149 bd Lafayette - Clt-Fd	Sur gouttière 4,30 m angle rue Médicis	Trafic
29	Anatole France	61-63 rue Anatole France - Clt-Fd	A compter du 02/02/10 (remplacement n°31). Sur poteau TPH entre n°61 et n°63	Trafic
31	<i>Marché Saint Pierre</i>	<i>Place Saint Pierre - Clt-Fd</i>	<i>Jusqu'au 02/02/10</i>	Fond
30	Mairie	10 rue P. Marcombes - Clt-Fd	Sur panneau sens interdit	Fond
32	Gaillard	Place Gaillard - Clt-Fd	Face brasserie "La Lune", éclairage	Fond
33	Lecoq	Jardin Lecoq - Clt-Fd	Sur site, jardin Lecoq, sur tête (3 m 2 H)	Fond

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 issues des observations réalisées par Météo-France sur les stations du département du Puy de Dôme sont énoncées mensuellement dans les pages suivantes.

Série 1 (du 20 au 27 octobre 2009) :

Caractère dominant du mois d'octobre 2009 : Sec avec des températures en dents de scie.

Du 21 au 22, un épisode Cévenol se produit. Le régime de sud doux avec coup de vent et remontées pluvieuses de Méditerranée (lame d'eau de 10 à 30 mm) est suivi, les 23 et 24 par un temps faiblement perturbé avec de nombreux nuages et quelques pluies allant en s'intensifiant. Du 25 au 27, s'installe un régime anticyclonique, beau, sec, calme et très ensoleillé avec des températures un peu fraîches le matin et très douces l'après-midi.

Séries 2-3-4-5-6 (du 27 octobre au 1^{er} décembre 2009) :

Caractère dominant du mois de novembre 2009 : douceur exceptionnelle

Précipitations

Un régime perturbé d'ouest à sud-ouest prédomine d'où une pluviométrie très contrastée: importante en montagne (40 à 70 % d'excédent sur le Sancy) alors qu'en plaine de Limagne, bien abritée, le cumul pluviométrique est déficitaire de 40 à 50 %.

Températures

Avec des températures moyennes qui se situent 2 à 4° au-dessus des valeurs de saison, novembre 2009 est marqué par une douceur exceptionnelle. A Clermont-Ferrand, c'est même le mois de novembre le plus doux depuis 1923.

Insolation

Douceur ne veut pas dire soleil. L'insolation a une tendance déficitaire ce mois-ci : si le déficit reste très léger en plaine, il est plus marqué en altitude. La seconde décade est la plus ensoleillée, elle rattrape le manque de soleil des première et dernière décades.

Séries 7-8-9-10 (du 1^{er} au 29 décembre 2009) :

Caractère dominant du mois de décembre 2009 : gris

Précipitations

Le bilan pluviométrique est déficitaire sur le quart sud-est du département (10 à 25 %) qui est resté à l'écart du flux de sud-ouest perturbé. Partout ailleurs, les précipitations sont plus abondantes que la normale (excédent atteignant près de 50 % sur le nord de la Limagne). En montagne, la plupart des précipitations se font sous forme de neige; en plaine la neige est présente au sol essentiellement du 18 au 20.

Températures

Si globalement les températures moyennes sont légèrement déficitaires, le contraste entre les périodes de douceur et de froid est parfois grand au fil du mois. Comme souvent dans notre région, les variations d'un jour à l'autre sont parfois brutales.

Insolation

L'ensoleillement compris entre 21 et 43 heures suivant les postes est particulièrement déficitaire. A Clermont-Ferrand, les 43 heures de soleil se classent au cinquième rang des plus faibles depuis 1948.

Séries 11-12-13-14-15 (du 29 décembre 2009 au 2 février 2010) :

Caractère dominant du mois de janvier 2010 : neige, très froid et gris

Précipitations

Les précipitations sont déficitaires en altitude, en Limagne sud et Limagne clermontoise (déficit atteignant 30 % dans le Sancy) en revanche en Limagne nord et Livradois, elles sont légèrement excédentaires (jusqu'à 28 %). Les chutes de neige sont fréquentes à toutes altitudes.

Températures

Le froid domine avec des températures moyennes situées 2 à 3° en-dessous des valeurs de saison. Le nombre de jours avec gelées est important notamment en montagne où il peut atteindre 30 à 31 jours.

Insolation

La grisaille domine encore ce mois-ci. L'insolation n'est que de 60 heures à Clermont-Ferrand alors que la norme est de 86 heures. Le nombre de jours sans un seul rayon de soleil est particulièrement important.

Séries 16-17-18-19 (du 2 février au 2 mars 2010) :

Caractère dominant du mois de février 2010 : froid et gris

Précipitations

Les précipitations sont contrastées. Des Combrailles à la Limagne nord et au Livradois, les précipitations sont déficitaires tandis que du Sancy à la Limagne sud ainsi que dans le Forez, celles-ci sont excédentaires.

Une fois n'est pas coutume, c'est la Limagne sud qui est la plus arrosée avec de 20 à 50 % de précipitations supplémentaires par rapport à la normale.

Températures

Les températures moyennes sont plus froides que la normale d'environ 1 à 2.5°C. Le froid est bien présent du 7 au 16, la dernière décade vient remonter la moyenne avec le retour d'un peu de douceur.

Insolation

L'insolation est encore une fois déficitaire. A Clermont-Ferrand, poste pourtant le plus ensoleillé, elle n'est que de 99 heures alors que la normale est de 114 heures.

Séries 20-21-22-23 (du 2 au 30 mars 2010) :

Caractères dominants du mois de mars 2010 : ensoleillé, froid puis chaud

Précipitations

Mis à part l'est Livradois, le Forez, les Bois Noirs et le nord des Combrailles aux précipitations proches des normales voire déficitaires jusqu'à 15 %, le département est bien arrosé. Les précipitations atteignent même 1.6 à 1.8 fois la normale en Limagne sud.

Températures

La moyenne des températures est légèrement inférieure aux valeurs de saison de 0.2 à 1.5° mais cela masque un grand contraste entre une première quinzaine très froide et une seconde quinzaine très chaude.

Insolation

L'ensoleillement est légèrement excédentaire : 171 heures à Clermont-Ferrand au lieu de 163 heures habituellement. La seconde décade est très ensoleillée.

Séries 24-25-26-27 (du 30 mars au 4 mai 2010) :

Caractères dominants du mois d'avril : sec, chaud et ensoleillé

Précipitations

Les précipitations sont nettement déficitaires dans tout le département. Les déficits les plus importants concernent le Livradois-Forez, les Bois Noirs et le nord et le sud de la Limagne avec seulement 30 à 40 % de précipitations par rapport à la normale. En Limagne centrale, l'arrosage est un peu meilleur mais ne représente que 60 à 70 % de la normale.

Températures

Ce mois d'avril est très printanier avec des températures moyennes supérieures de 1 à 3° aux valeurs de saison. Mention spéciale aux maximales qui dépassent la normale de 2.5 à 4.0° et classent avril 2010 parmi les mois d'avril les plus chauds notamment en altitude.

Insolation

Le soleil se montre très vaillant : 222 heures à Clermont-Ferrand au lieu de 174 h habituellement soit un sixième rang depuis 1949 des mois d'avril les plus ensoleillés.

Séries 28-29-30-31-32 (du 4 mai au 1^{er} juin 2010) :

Caractères dominants du mois de mai : record de grisaille et de froid en 1^{ère} quinzaine

Précipitations

Les pluies sont soit excédentaires soit proches des normales. Les Combrailles connaissent un arrosage particulièrement important jusqu'à 1.7 fois la normale tandis qu'en Limagne nord et Artense, l'arrosage est plus proche de la normale (0 à 15 % d'excédent).

Températures

Si les températures la nuit restent assez proches des valeurs de saison, ça n'est pas le cas des températures en journée qui sont particulièrement basses pour la saison. La première quinzaine se distingue battant pour de nombreux postes les records de froid enregistrés pour un mois de mai.

Insolation

La grisaille domine très nettement et mai 2010 se classe parmi les mois de mai les plus ternes : cinquième rang à Clermont-Ferrand depuis 1949. La première quinzaine du mois est remarquable et bat très nettement à Clermont-Ferrand le record de grisaille.

Séries 33-34-35-36 (du 1^{er} au 29 juin 2010) :

Caractères dominants du mois de juin : très arrosé, températures contrastées

Précipitations

Mois abondamment pluvieux. L'ensemble du département enregistre un excédent de précipitations. La façade ouest et la Limagne centrale reçoivent de 2 à 3 fois plus de pluie que la normale. Les secteurs où la pluviométrie est la moins importante sont le bassin d'Ambert, le nord Limagne et le nord Forez (avec seulement 5 à 20 % d'eau en plus).

Températures

Les températures oscillent durant le mois entre froid parfois vif et chaleur. La période du 13 au 23 exceptionnellement froide notamment en journée reste l'élément marquant de ce mois de juin obligeant beaucoup d'entre nous à chauffer nos maisons en montagne comme en plaine lors du passage au solstice d'été.

Insolation

L'ensoleillement est légèrement plus faible que les valeurs de saison : 200 heures à Clermont-Ferrand soit 6 heures de moins que la norme. A noter, une seconde décade record de grisaille.

Séries 37-38-39-40-41 (du 29 juin au 3 août 2010) :

Caractères dominants du mois de juillet : ensoleillé, chaud et pluvieux

Précipitations

Globalement, les précipitations sont très nettement excédentaires. Seules exceptions à la règle, l'Artense et l'ouest Sancy dont les précipitations couvrent seulement 80 à 90 % de la normale. Les précipitations sont la plupart du temps d'origine orageuse ce qui explique les disparités entre les postes.

Températures

Les températures mensuelles sont plus élevées que la normale de 1,5 à 2°. Cela cache une période exceptionnellement chaude du 1 au 16 et une période plutôt fraîche du 17 au 31.

Insolation

Le soleil est très généreux. Il brille 273 heures à Clermont-Ferrand alors que la norme est de 246 heures. Ce mois-ci encore, l'ensoleillement est plus généreux en plaine (jusqu'à 292 h à Courpière) que sur les hauts sommets (234 h à Chastreix, 238 h au Col du Béal).

Séries 42-43-44-45 (du 3 au 31 août 2010) :

Caractères dominants du mois d'août : pluviométrie orageuse contrastée

Précipitations

Pluviométrie très contrastée, de 20 à 40 mm en Limagne à 130 à 140 mm des Bois-Noirs au Forez. Cela représente un déficit de 40 à 50 % en Limagne et un excédent de 30 à 40 % du Nord du Livradois au Forez et aux Bois Noirs. L'essentiel des précipitations est recueilli dans les premiers jours du mois et lors des épisodes orageux des 15 et 22.

Températures

Encore un mois tranché alternant fraîcheur parfois marquée et chaleur estivale avec pour effet des valeurs moyennes mensuelles proches des normales.

Insolation

Le soleil se montre un peu timide à Clermont-Ferrand où il ne brille que 224 heures au lieu de 249 heures en moyenne. Le contraste au fil du mois est parfois assez fort avec tantôt de la grisaille quasi automnale, tantôt un soleil généreux.

Séries 46-47-48-49 (du 31 août au 28 septembre 2010) :

Caractères dominants du mois de septembre : bien arrosé, frais, ensoleillé en plaine

Précipitations

Pluviométrie le plus souvent excédentaire, seul l'extrême nord des Combrailles est légèrement déficitaire. On relève 70 à 80 mm en plaine et entre 130 et 180 mm sur le relief. L'essentiel des précipitations est recueilli lors de deux épisodes : les 06 et 07 (lame d'eau de 50 à 100 mm) puis du 23 au 25 (lame d'eau d'une dizaine de mm à 60 mm). Le nombre de jours de précipitation est proche de la normale. Apparition de la neige sur les sommets en fin de mois.

Températures

En moyenne, les températures sont plus fraîches que la normale 0.5 à 1.5°. Des gelées sont enregistrées le 19 et le 27. Les températures moyennes varient de 15° en plaine à 10° vers 1200 m d'altitude.

Insolation

Le soleil est généreux à Clermont-Ferrand. Ce mois-ci, c'est le poste le plus ensoleillé du département. L'ensoleillement est moins élevé sur les sommets auvergnats à Chastreix et au Col du Béal ainsi que ponctuellement à Issoire avec respectivement 170, 169 et 173 heures de soleil.

Séries 50-51-52-53-54 (du 28 septembre au 2 novembre 2010) :

Caractères dominants du mois d'octobre : pluviométrie et températures contrastées, assez ensoleillé

Précipitations

Pluviométrie assez contrastée. Il tombe entre 120 et 150 mm sur le relief et entre 60 et 100 mm en plaine. La façade ouest du département enregistre un déficit allant jusqu'à 20 % sur Sancy-Artense. La Limagne centrale est particulièrement bien arrosée avec un excédent de 60 %. L'activité pluvieuse se concentre en 2 ou 3 épisodes : d'abord le 4 puis les 23 et 24 et enfin du 29 au 31. Apparition de la neige à partir de 600 à 700 m d'altitude en milieu de mois.

Températures

Le niveau des températures est un peu faible. Elles sont le plus souvent entre 0 et 1 degré de moins que les normales saisonnières. Les températures moyennes sont de l'ordre de 15 à 16° en plaine, 11 à 12° en montagne.

Insolation

Assez bien ensoleillé dans l'ensemble sans être remarquable. Avec 157 h de soleil Clermont-Ferrand bénéficie de 30 % de soleil de plus qu'un mois d'octobre standard.

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.

Deux blancs ont été réalisés 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

Toutes les mesures ont été réalisées en doublon, 2 échantillonneurs passifs 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 :

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

Pour chaque tube, la moyenne et l'écart type des ER sont calculés. Il a été admis que lorsque ER est inférieur ou égale à 25%, la moyenne du doublon était validée. Dans le cas contraire une, ou les deux, valeurs du doublon ont été considérées comme suspectes et susceptibles d'être aberrantes et donc (in)validées après étude du cas litigieux.

Dans le tableau de résultat, ce sont les moyennes des doublons validées qui sont exprimées. L'indication « nd » correspond à des tubes disparus, à des analyses non valides ou à des données aberrantes.

Validation des résultats de l'échantillonnage passif

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

Trois emplacements de mesure par tubes ont été situés à proximité de stations fixes d'Atmo Auvergne. Il s'agit des sites de la Gare (6), de Chamalières (27) et de Lecoq (33).

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

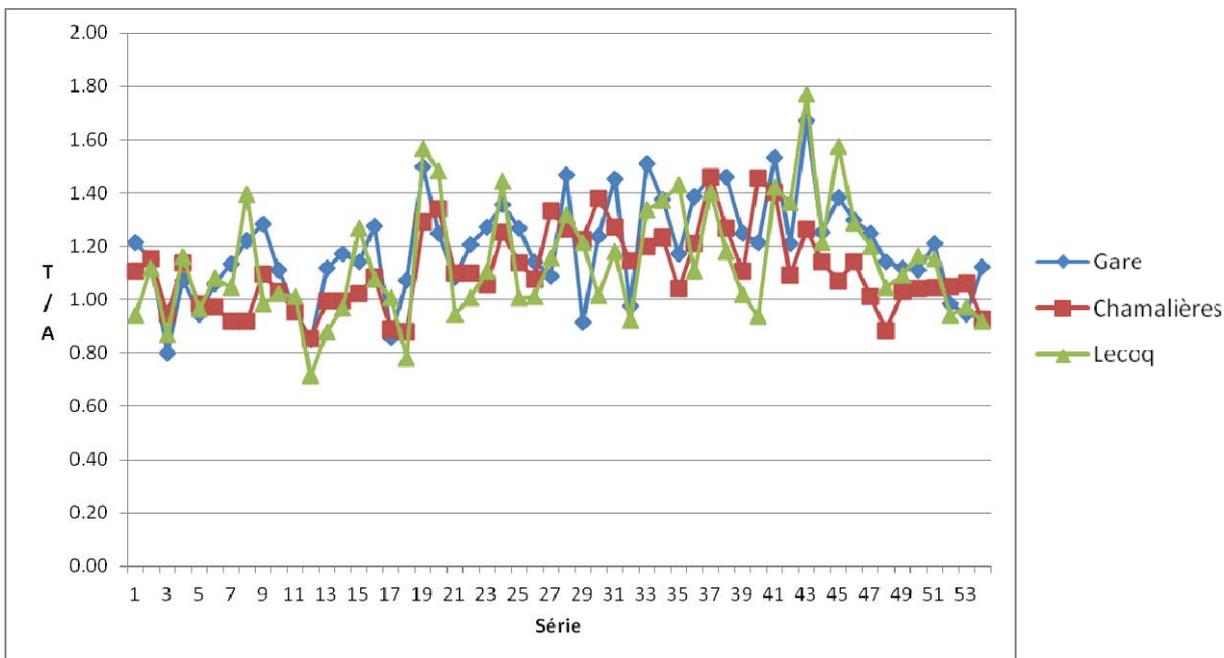
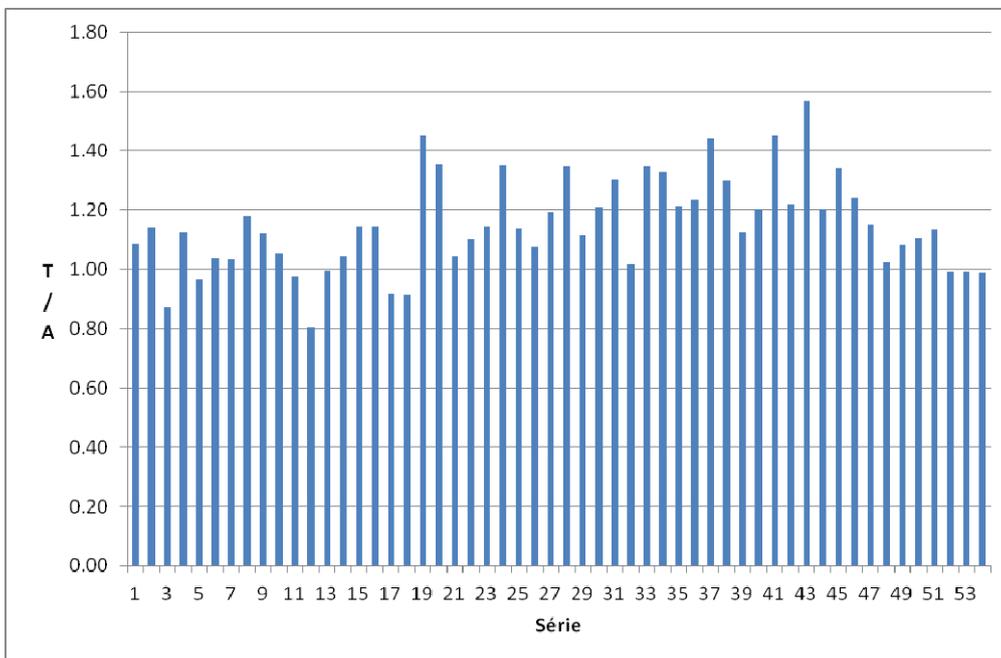
Les résultats sont indiqués dans le tableau en annexe. Le rapport entre la concentration obtenue par le tube et la concentration moyenne sur la même période fournie par l'analyseur est appelé T/A.

	T/A moyen	T/A maximum	T/A minimum
Site 6 : la Gare	1.20	1.67	0.80
Site 27 : Chamalières	1.11	1.46	0.85
Site 33 : Lecoq	1.14	1.77	0.71

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

Ces résultats indiquent, une surestimation moyenne des valeurs obtenues par échantillonnage passif en regard des analyseurs de l'ordre de 10 à 20 %. Néanmoins, il convient de souligner que le rapport des résultats issus des deux techniques fluctue au fil des saisons. Il est ainsi globalement plus élevé de la série 19 à la série 51 soit de mars à octobre, alors qu'il est plus faible, voir nettement inférieur à 1 au cours de la saison la plus froide de novembre à février.

Le second graphique montre que les 3 sites fixes échantillonnés présentent des évolutions globalement concordantes vis-à-vis du rapport T/A même si la station de fond semble soumise à une plus grande dispersion des résultats.



Evolution du rapport des concentrations obtenues par échantillonnage passif et par les analyseurs automatiques

En conclusion, l'accord entre les résultats obtenus par les analyseurs automatiques et par les tubes peut être considéré comme bon.

3.3 Résultats des mesures de NO₂ sur les stations fixes

Comparaison avec les valeurs historiques

L'intérêt d'avoir mené une campagne sur une durée de plus d'un an est, en particulier, de pouvoir calculer une moyenne annuelle sans avoir recours à de savants calculs statistiques de reconstitution d'une telle valeur.

L'historique récent des valeurs est indiqué dans le tableau ci-après (les concentrations sont exprimées en µg/m³).

Moyenne annuelle	Roussillon	Lecoq	Delille	Gare	Montferrand	Gerzat	Royat	Jaude	Chamalières	Valeur limite
2006	39	29	32	51	29	25	14	37		48
2007	37	27	29	52	28	24	12	28		46
2008	38	26	28	50	26	23	13	27		44
2009		23	26	46	26	26	12	29	33	42
2010		25	26	43	26	23	14		34	40

Evolution des moyennes annuelles de NO₂ enregistrées sur les sites fixes de l'agglomération clermontoise

Comme cela a été signalé en introduction, le principal site trafic de l'agglomération dépasse de façon récurrente la valeur limite européenne définie par l'Europe même si la tendance générale est à la baisse des concentrations (-15 % entre 2006 et 2010 mais la valeur moyenne annuelle 2011 est orientée à la hausse avec 45 µg/m³). Sur les autres sites de cette typologie, Roussillon puis Chamalières, cette valeur est cependant respectée, d'où l'intérêt d'estimer la représentativité de la station de la Gare.

La limite annuelle en dioxyde d'azote est également respectée sur les sites de fond urbain (- 10 à 18 % en 5 ans) et, a fortiori, sur les stations périurbaines (0 à - 8 % sur la période). Il est intéressant de remarquer que la station de Jaude a connu une baisse importante (de l'ordre de 25 %) du niveau de ce polluant après la piétonisation de la place et la mise en service de la ligne de tramway fin 2006.

Valeurs moyennes annuelles relevées

Bien que la période de mesure, tout en s'étalant sur un peu plus de 12 mois, ne recouvre pas une année civile entière, il est possible de considérer que cette campagne est représentative des niveaux en dioxyde d'azote dans les principaux carrefours clermontois pour l'année 2010. Au demeurant, les moyennes relevées sur l'ensemble de la période sur les 3 stations fixes échantillonnées par les analyseurs automatiques sont équivalentes ou identiques à celles issues de l'année 2010 dans son ensemble :

- Gare : 43 µg/m³ dans les deux cas
- Chamalières : 35 µg/m³ sur la période et 34 µg/m³ en 2010
- Lecoq : 25 µg/m³ dans les deux cas

Il a été montré au chapitre précédent une surestimation des résultats issus des tubes à diffusion par rapport à ceux en provenance des analyseurs en continu. La moyenne de cette surestimation sur la campagne est de 1.15. Il sera appliqué, en conséquence, un coefficient de 0.87 sur la moyenne obtenue par les échantillonneurs afin d'évaluer le respect de la valeur limite annuelle. Il est intéressant de noter que l'étude menée en 2006 avait abouti, en situation trafic à un ratio de 1.1 très proche de celui relevé aujourd'hui.

	Numéro du site	Nom du site	Moyenne sur la période	Valeur reconstituée	Moyenne analyseur
Proximité	1	Barrière d'Issoire	62	54	43
	2	Lafayette	49	43	
	3	Lavoisier	45	40	
	4	Fontgièvre	41	36	
	5	Herbet	43	37	
	6	Gare	51	45	
	7	Delille	49	43	
	8	Martyrs	53	46	
	9	Clémentel	47	41	
	10	Sablon	43	37	
	11	Clinique des Dômes	40	35	
	12	Lycée Marie Curie	56	49	
	13	Jean Jaurès	57	50	
	14	Côte Blatin	46	40	
	15	Carmes	55	49	
	16	Avenue Michelin	65	56	
	17	Brézet	42	36	
	17b	Renoux	49	43	
	18	Torpilleur Sirocco	39	34	
	18b	Dumas	41	36	
	19	Forest	66	57	
	20	Mayer	71	62	
	21	Pourchon	40	35	
	22	Charles de Gaulle	36	32	
	23	Bonnabaud	50	44	
	24	Gabriel Péri	42	37	
	25	Dunan	37	32	
	26	Avenue Landais	45	39	
	26b	Philippe Marcombes	27	24	
27	Chamalières	38	34	35	
28	Bingen	53	46	25	
29	Anatole France	39	34		
Fond	30	Mairie	33		29
	31	Marché Saint Pierre	40	35	
	32	Gaillard	39	34	
	33	Lecoq	27	24	

	Tubes sur stations fixes
	Sites explorés sur une partie de l'année seulement

Résultats bruts et reconstitués en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne

Situation par rapport aux normes

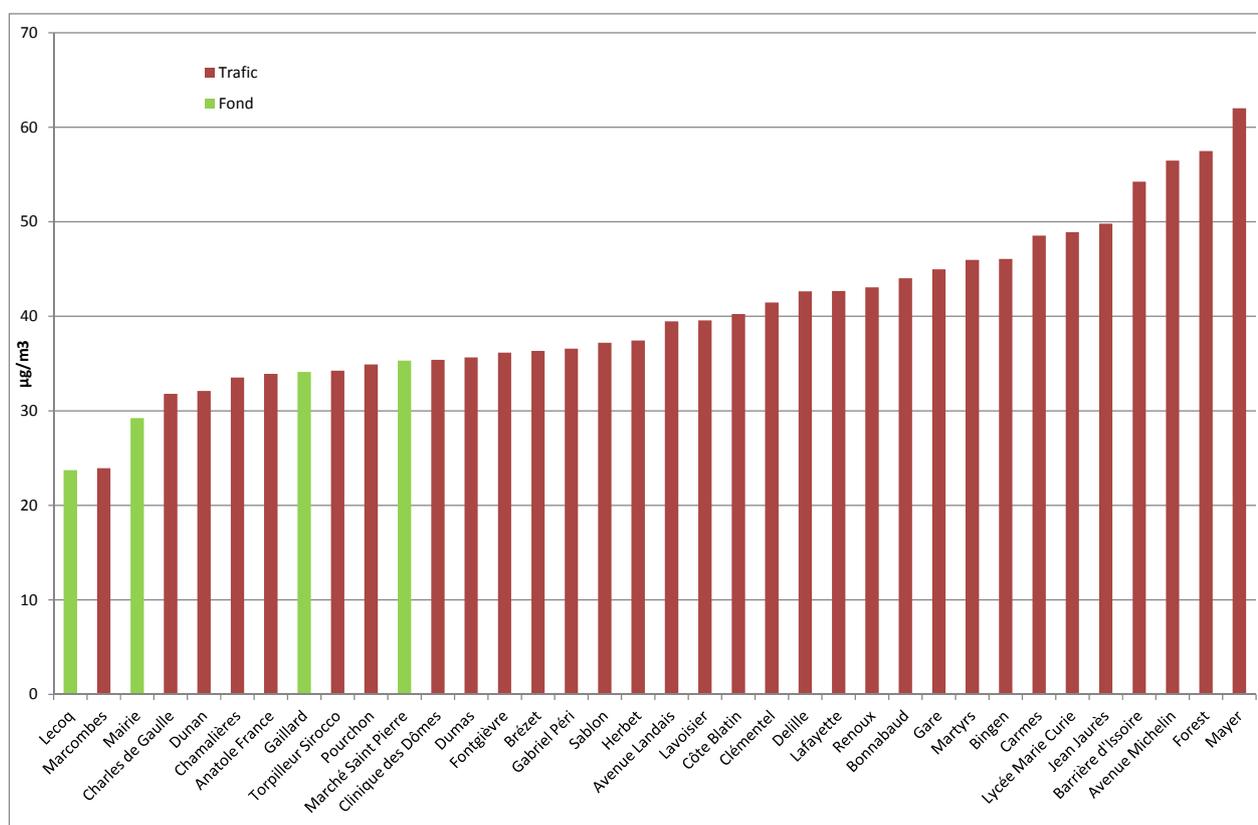
Ce type d'échantillonnage ne permet qu'une comparaison avec les critères normatifs sur le long terme. La valeur limite pour la protection de la santé humaine en 2010 est égale à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Un premier constat consiste en le fait que les emplacements de fond respectent 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 . Ceci confirme les études précédemment menées.

Par contre, seize sites, soit 50 % des emplacements trafic échantillonnés, ne respectent pas cette valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le boulevard Daniel Mayet indiquant même une concentration annuelle supérieure à $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les mesures par analyseur automatique en 2010 ont montré que ce critère réglementaire n'est pas respecté à la Gare où une moyenne annuelle de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistrée, même si cette valeur est en baisse depuis plusieurs années. Ainsi, même en tenant compte des limites et des incertitudes de la méthode, **il est certain que de nombreux carrefours et voies importantes de l'agglomération affichent un dépassement de la valeur limite.**

3.4 Résultats des mesures de NO₂ par échantillonnage passif

Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en µg/m³, 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.



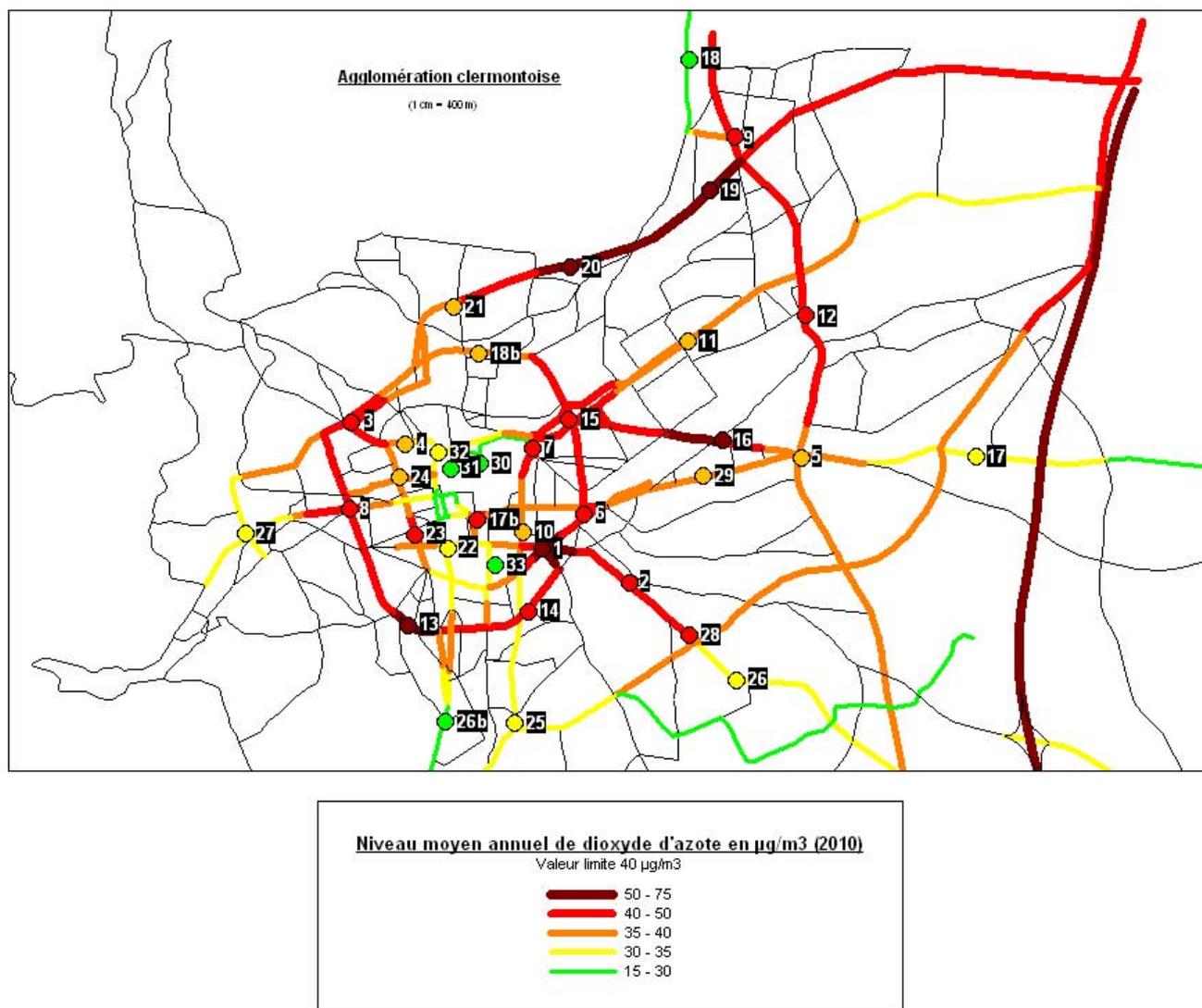
Concentrations moyennes de NO₂ mesurées pendant la campagne

Sur les sites trafic, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote varient de 24 µg/m³ (devant le stade Philippe Marcombes) à 62 µg/m³ (le long des boulevards nord). Ce sont d'ailleurs ces boulevards, ainsi que l'axe de contournement du centre-ville, les entrées est et la partie nord de l'ancienne N9 qui subissent les niveaux de pollution les plus intenses. Les moyennes relevées sur 9 des sites échantillonnés sont supérieures à celle de la station trafic de référence installée sur l'Esplanade de la gare dont les chiffres dépassent de façon récurrente la valeur limite annuelle. Dans le pire des cas, la moyenne est 38 % plus élevée que celle enregistrée à la gare et 55 % supérieure à la valeur limite annuelle. Cet état de fait indique que la pollution par le dioxyde d'azote à proximité des axes de circulation de l'agglomération clermontoise, et particulièrement dans la ville centre, demeure importante et doit être une préoccupation pour l'avenir.

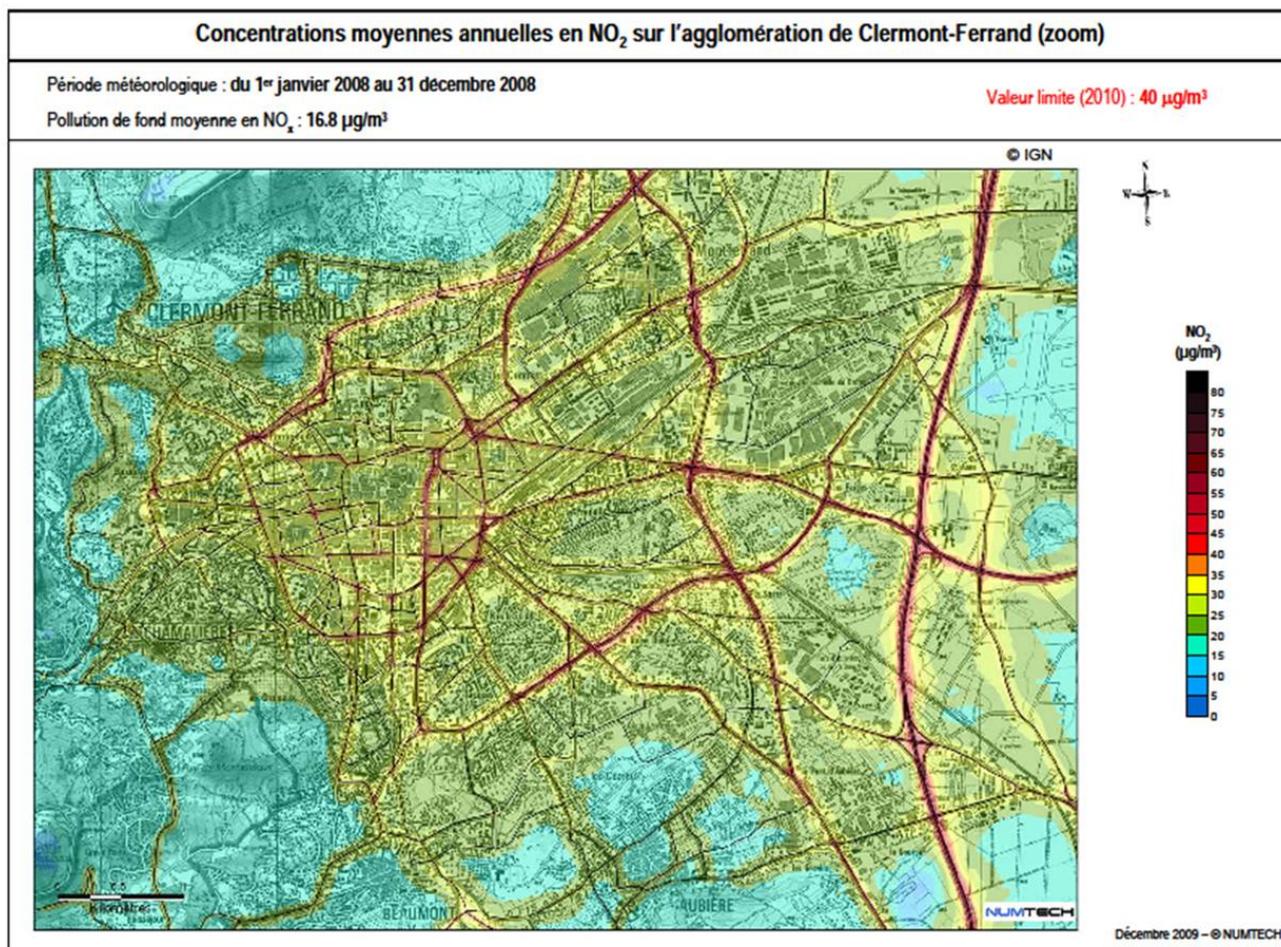
Les quelques sites de fond qui avaient été échantillonnés en centre-ville afin de s'assurer de la cohérence de la démarche sont logiquement moins affectés par ce type de nuisance même si les niveaux de la place Gaillard, désormais largement désertée par la circulation, et du marché Saint Pierre en zone piétonne reste assez importants.

Report cartographiques des valeurs

Les répartitions spatiales, par brins routiers, des niveaux moyens de dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure sont représentées sur la cartographie suivante. Les relevés d'autres études s'étant déroulées en 2009 et 2010, notamment le long des autoroutes de l'est de l'agglomération ou de la ligne de tramway, ont également été utilisés afin de permettre une meilleure représentation spatiale de la pollution de proximité au trafic par ce polluant.



Comparaison aux résultats obtenus par modélisation



La cartographie des valeurs moyennes en dioxyde d'azote obtenue par modélisation pour l'année 2008 est en accord avec les résultats issus de la présente campagne. Il existe des nuances sur certains axes ou carrefours, qui peuvent aisément être expliquées d'une part du fait des périodes sur lesquelles portent les deux travaux mais surtout, d'autre part, par les incertitudes inhérentes aux deux méthodes. Cependant, la tendance est bien la même et l'on retrouve, outre les axes autoroutiers qui n'avaient pas été échantillonnés par tubes, les entrées est de l'agglomération, les boulevards nord, le contournement de la ville centre et l'ancienne nationale 9 comme les zones les plus soumises aux problèmes liés au dioxyde d'azote.

Conclusion

Malgré une qualité de l'air globalement satisfaisante dans l'agglomération clermontoise, un polluant en particulier continue à poser des problèmes notamment du fait du dépassement de la valeur limite annuelle depuis de nombreuses années. Il s'agit du dioxyde d'azote en situation de proximité au trafic automobile.

Plusieurs études ont été menées depuis le milieu des années 90, qui ont toutes indiqué que ce phénomène ne devait pas être circonscrit à la seule station de surveillance en continu de la pollution issue de la circulation automobile actuellement installée sur l'Esplanade de la gare. Plus récemment, en 2008, la cartographie obtenue par modélisation de la pollution par le dioxyde d'azote a montré que les axes et carrefours touchés fortement par cette pollution semblaient être nombreux.

Afin de confirmer cet état de fait sur le terrain et sur une période correspondant aux normes européennes, c'est-à-dire en l'occurrence une année entière, il a été jugé intéressant de réaliser une campagne de mesure du dioxyde d'azote à l'aide d'échantillonneurs passifs dans l'agglomération clermontoise et les communes alentour du 20 octobre 2009 au 2 novembre 2010 en ciblant en particulier les situations de trafic automobile. Cinquante quatre séries d'une semaine de prélèvement ont été installées sur 32 emplacements de typologie trafic, ainsi que 4 considérés comme fond urbain afin de s'assurer de la cohérence des résultats. De même, 3 de ces sites se trouvaient sur des stations fixes de mesure de l'association. La comparaison des niveaux mesurés par les tubes et par les analyseurs sur les stations fixes a mis en lumière la bonne adéquation des deux techniques.

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote en situation de trafic durant cette campagne varient de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (devant le stade Philippe Marcombes) à $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (le long des boulevards nord). Les concentrations enregistrées sur la moitié des sites investigués dépassent la valeur limite annuelle. La station fixe permanente de l'Esplanade de la gare n'est pas la plus exposée puisque 9 points de prélèvements enregistrent des moyennes qui lui sont supérieures dont l'une est 38 % plus élevée. Les sites concernés par les dépassements de cette valeur limite sont, par ordre d'importance des valeurs relevées : le boulevard Daniel Mayer, l'avenue Fernand Forest, l'avenue Edouard Michelin, le carrefour Lafayette-Paulines, l'avenue Jean Jaurès, le boulevard Ambroise Brugière, l'avenue de la République au niveau de la place des Carmes, le carrefour Lafayette-Bingen, le carrefour des Martyrs, l'esplanade de la Gare, la rue Bonnabaud, la place Renoux, le boulevard Lafayette, la place Delille, le boulevard Clémentel et le boulevard Côte Blatin. A ces sites, dont la liste n'est pas exhaustive mais qui balaie cependant probablement les principaux cas de dépassement de normes, il convient d'ajouter les autoroutes A71 et A75 à l'est de l'agglomération.

Globalement, les boulevards nord, les entrées est de l'agglomération, les avenues périphériques au grand centre-ville et l'ancienne nationale 9 sont, avec l'axe autoroutier nord-sud, les plus touchés par la pollution au dioxyde d'azote.

Par ailleurs, les cartographies issues de cette campagne de 12 mois ainsi que de la modélisation numérique (moyenne annuelle 2008) sont en bonne adéquation ce qui permet de valider, à partir de données de terrain, la modélisation annuelle en termes de dioxyde d'azote.

Cette campagne, tout en rappelant l'influence importante du trafic automobile sur la pollution azotée dans l'agglomération clermontoise, a confirmé que la station trafic du centre-ville, localisée sur l'Esplanade de la gare, était bien représentative de nombreux nœuds de circulation, boulevards circulaires et axes d'accès au centre-ville. Les dépassements de la valeur limite annuelle, relevés chaque année sur ce site permanent, ne sont pas isolés au sein de l'agglomération clermontoise et particulièrement dans la ville centre. Ainsi, grâce à cette étude et avec l'aide de la modélisation numérique, il est possible d'avancer qu'un nombre important de sites de proximité automobile dépassent avec certitude la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010. Le dioxyde d'azote reste donc la principale problématique de la dégradation de la qualité de l'air dans l'agglomération clermontoise.

ANNEXE 1 : Les sites de mesure



Site 1 : Barrière d'Issoire – Clermont-Ferrand



Site 2 : Lafayette - Clermont-Ferrand



Site 3 : Lavoisier - Clermont-Ferrand



Site 4 : Fontgèze - Clermont-Ferrand



Site 5 : Herbet - Clermont-Ferrand



Site 6 : Gare – Clermont-Ferrand



Site 7 : Delille – Clermont-Ferrand



Site 8 : Martyrs – Clermont-Ferrand



Site 9 : Clémentel – Clermont- Ferrand



Site 10 : Cours Sablon – Clermont-Ferrand



Site 11 : Pôle santé Dômes – Clermont-Ferrand



Site 12 : Lycée Marie Curie - Clermont-Ferrand



Site 13 : Jean Jaurès – Clermont-Ferrand



Site 14 : Côte Blatin – Clermont-Ferrand



Site 15 : Carmes – Clermont-Ferrand



Site 16 : Avenue Michelin – Clermont-Ferrand



Site 17 : Brézet – Clermont-Ferrand



Site 17b : Place Renoux – Clermont-Ferrand



Site 18 : Torpilleur Sirocco – Clermont-Ferrand



Site 18b : Jean-Baptiste Dumas – Clermont-Ferrand



Site 19 : Forest – Clermont-Ferrand



Site 20 : Mayer – Clermont-Ferrand



Site 21 : Pourchon – Clermont-Ferrand



Site 22 : Charles de Gaulle - Clermont-Ferrand



Site 23 : Bonnabaud – Clermont-Ferrand



Site 24 : Gabriel Péri – Clermont-Ferrand



Site 25 : Dunant – Clermont-Ferrand



Site 26 : Avenue Landais – Clermont-Ferrand



Site 26b : Stade P. Marcombes – Clermont-Ferrand



Site 27 : Chamalières



Site 28 : Bingen - Clermont-Ferrand



Site 29 : Anatole France - Clermont-Ferrand



Site 30 : Mairie – Clermont-Ferrand



Site 31 : Marché Saint Pierre – Clermont-Ferrand



Site 32 : Gaillard – Clermont-Ferrand



Site 33 : Lecoq – Clermont-Ferrand

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. Les valeurs surlignées de jaune ont fait l'objet d'une validation particulière (écart supérieur à 25% sur les doublons).

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	Série 13	Série 14
1	Barrière d'Issoire	84	100	56	87	64	54	60	78	57	80	74	56	90	90
2	Lafayette	n.d.	72	41	68	43	37	47	51	47	69	55	42	73	73
3	Lavoisier	53	65	50	63	60	50	59	42	45	65	53	45	66	65
4	Fontgèze	53	63	40	55	47	48	55	41	39	63	45	43	64	60
5	Herbet	53	63	67	57	51	47	45	51	41	50	45	44	59	72
6	Gare	70	78	36	72	56	56	59	55	54	61	49	47	76	79
7	Delille	64	74	40	77	64	56	56	46	51	62	51	40	74	71
8	Martyrs	66	75	43	64	I	48	56	60	50	67	41	55	76	81
9	Clémentel	62	59	46	66	47	57	62	45	44	68	54	33	61	67
10	Cours Sablon	63	76	33	65	50	48	42	43	39	61	44	39	59	65
11	Pôle santé Dômes	48	58	41	52	49	46	51	42	37	51	38	40	66	61
12	Lycée Marie Curie	69	65	56	65	56	55	54	56	52	68	57	57	78	86
13	Jean Jaurès	70	73	49	68	56	53	57	59	50	69	53	48	70	84
14	Côte Blatin	55	58	44	65	41	34	54	54	40	53	48	45	76	74
15	Carmes	71	151	44	68	53	46	63	61	52	71	50	58	81	92
16	Avenue Michelin	85	92	61	84	60	64	71	49	67	87	68	66	87	97
17	Brézet	44	56	34	37	33	32	33	44	42	44	39	35	46	60
17b	Place Renoux														
18	Torpilleur Sirocco	38	46	n.d.	40	35	28	38	38	32	52	30	38	50	45
18b	Jean-Baptiste Dumas														
19	Forest	82	85	51	83	75	56	80	77	71	72	56	62	102	108
20	Mayer	96	103	63	79	76	71	87	74	62	78	62	58	95	97
21	Pourchon	52	58	34	62	37	34	47	48	41	50	37	38	63	66
22	Charles de Gaulle	48	53	33	54	42	n.d.	55	47	40	51	37	42	59	59
23	Bonnabaud	65	74	47	72	44	44	56	60	45	70	60	42	79	73
24	Gabriel Péri	61	107	76	55	43	35	43	45	43	57	38	37	70	65
25	Dunant	45	52	32	55	32	31	31	43	37	44	38	57	43	62
26	Avenue Landais	48	56	31	48	32	31	39	47	40	51	45	43	47	70
26b	Stade P. Marcombes														
27	Chamalières	51	61	35	60	48	42	46	36	42	50	42	44	60	58
28	Bingen	64	71	50	63	58	49	56	64	50	66	61	48	77	82
29	Anatole France														
30	Mairie	50	61	25	55	41	n.d.	37	41	39	57	49	41	51	60
31	Marché Saint Pierre	41	56	22	43	36	28	34	35	31	46	35	37	53	52
32	Gaillard	53	67	36	55	44	32	30	42	42	53	48	53	59	65
33	Lecoq	31	47	20	48	28	27	31	42	26	40	35	29	40	48

N° référence	Site	Série 15	Série 16	Série 17	Série 18	Série 19	Série 20	Série 21	Série 22	Série 23	Série 24	Série 25	Série 26	Série 27	Série 28
1	Barrière d'Issoire	63	73	58	77	56	68	71	66	38	42	62	56	77	62
2	Lafayette	54	52	55	59	40	46	59	51	23	34	48	57	48	52
3	Lavoisier	50	59	42	64	47	37	35	55	47	40	32	33	38	50
4	Fontgèze	45	48	33	57	n.d.	n.d.	41	52	33	36	31	35	32	43
5	Herbet	46	53	38	52	42	44	44	47	31	33	38	41	38	43
6	Gare	56	63	41	68	55	50	50	58	41	42	43	48	46	57
7	Delille	60	56	38	68	46	44	42	61	40	34	38	44	40	52
8	Martyrs	51	57	49	77	48	55	60	67	45	35	57	51	53	52
9	Clémentel	52	61	45	61	56	47	41	58	46	39	37	46	37	47
10	Cours Sablon	39	50	37	57	47	44	51	51	32	31	35	34	36	42
11	Pôle santé Dômes	45	50	29	1	50	34	38	47	32	35	33	42	33	37
12	Lycée Marie Curie	63	60	48	65	62	58	51	60	36	50	52	61	65	64
13	Jean Jaurès	57	61	41	75	49	48	52	66	40	38	46	48	n.d.	69
14	Côte Blatin	52	55	41	58	40	54	58	51	27	32	42	41	46	44
15	Carmes	59	57	49	62	44	60	66	63	38	38	59	48	55	51
16	Avenue Michelin	69	75	48	84	62	61	64	73	49	53	59	58	65	69
17	<i>Brézet</i>	44													
17b	Place Renoux		67	55	70	55	51	52	66	44	45	49	47	55	48
18	<i>Torpilleur Sirocco</i>	39													
18b	Jean-Baptiste Dumas		62	57	69	58	35	34	62	41	40	32	34	34	47
19	Forest	64	73	46	70	67	62	63	71	62	56	61	74	62	75
20	Mayer	68	74	58	82	84	65	61	88	61	71	65	66	86	79
21	Pourchon	46	45	38	55	42	37	41	43	28	28	34	39	39	41
22	Charles de Gaulle	43	38	38	55	36	34	39	43	26	22	31	33	27	34
23	Bonnabaud	58	62	49	72	46	55	65	56	32	36	63	55	57	62
24	Gabriel Péri	46	44	40	56	40	46	48	43	26	29	47	34	43	48
25	Dunant	44	40	43	52	32	49	49	38	24	25	37	36	36	36
26	<i>Avenue Landais</i>	48													
26b	Stade P. Marcombes		29	33	50	30	40	41	30	20	20	30	31	33	29
27	Chamalières	39	42	34	41	37	42	37	43	26	30	32	32	41	35
28	Bingen	57	57	50	49	42	68	61	55	31	33	60	61	58	43
29	Anatole France													39	41
30	Mairie	24	38	34	52	35	30	36	37	22	23	26	32	33	33
31	<i>Marché Saint Pierre</i>	32	47	39	57	42									
32	Gaillard	48	n.d.	40	52	35	40	51	42	27	24	35	35	40	35
33	Lecoq	38	30	37	35	31	40	31	30	18	22	21	24	25	24

N° référence	Site	Série 29	Série 30	Série 31	Série 32	Série 33	Série 34	Série 35	Série 36	Série 37	Série 38	Série 39	Série 40	Série 41	Série 42
1	Barrière d'Issoire	60	53	52	53	54	57	56	59	65	62	46	54	49	40
2	Lafayette	54	50	45	36	55	41	45	55	51	51	38	41	44	32
3	Lavoisier	54	26	28	44	34	47	28	34	42	34	33	32	40	30
4	Fontgîève	36	25	29	33	32	40	27	32	40	39	29	29	31	25
5	Herbet	39	33	33	33	40	43	46	40	36	38	30	31	36	32
6	Gare	40	37	48	34	54	51	39	60	58	55	37	39	46	31
7	Delille	48	30	47	36	45	59	38	41	66	45	31	37	39	28
8	Martyrs	55	42	39	42	47	54	43	55	56	46	40	41	44	36
9	Clémentel	53	30	31	38	41	52	31	41	42	58	29	33	37	29
10	Cours Sablon	35	26	31	27	37	41	32	40	49	59	25	30	34	27
11	Pôle santé Dômes	41	25	31	35	35	42	32	37	33	36	28	32	35	29
12	Lycée Marie Curie	57	46	47	46	58	61	45	56	58	65	36	45	51	40
13	Jean Jaurès	64	45	56	50	69	67	55	65	62	61	45	47	52	38
14	Côte Blatin	50	39	51	43	46	39	34	46	45	53	29	35	38	30
15	Carmes	50	45	54	35	57	55	55	59	57	65	37	41	37	34
16	Avenue Michelin	61	50	53	55	72	77	56	65	61	66	49	50	55	44
17	<i>Brézet</i>														
17b	Place Renoux	49	44	43	40	48	58	42	42	55	49	36	40	44	35
18	<i>Torpilleur Sirocco</i>														
18b	Jean-Baptiste Dumas	46	26	27	41	33	47	30	34	42	30	26	31	29	26
19	Forest	64	40	57	48	65	73	51	76	65	78	55	49	57	41
20	Mayer	62	57	55	62	72	85	44	76	79	84	64	60	57	51
21	Pourchon	38	28	31	29	37	32	30	41	34	36	28	n.d.	33	24
22	Charles de Gaulle	33	24	n.d.	28	30	29	23	27	40	38	23	n.d.	25	23
23	Bonnabaud	49	46	46	44	60	41	38	56	48	45	30	33	35	31
24	Gabriel Péri	39	32	29	33	46	29	32	34	35	33	26	28	30	30
25	Dunant	41	26	23	27	35	37	33	34	31	n.d.	21	26	28	21
26	<i>Avenue Landais</i>														
26b	Stade P. Marcombes	32	26	32	21	30	22	23	30	21	25	19	15	23	16
27	Chamalières	39	30	28	29	28	37	26	40	42	34	23	33	28	22
28	Bingen	50	48	42	39	52	51	40	61	50	49	38	41	46	31
29	Anatole France	44	41	33	35	44	35	34	41	40	38	31	29	35	38
30	Mairie	29	26	21	22	25	25	23	24	28	30	21	22	25	23
31	<i>Marché Saint Pierre</i>														
32	Gaillard	39	30	30	25	34	34	32	33	n.d.	34	21	n.d.	29	23
33	Lecoq	29	17	19	14	20	25	23	21	21	19	13	15	20	15

N° référence	Site	Série 43	Série 44	Série 45	Série 46	Série 47	Série 48	Série 49	Série 51	Série 51	Série 52	Série 53	Série 54	Moyenne
1	Barrière d'Issoire	44	44	51	63	42	61	59	61	64	56	67	73	62
2	Lafayette	33	37	39	56	42	47	45	41	53	53	51	54	49
3	Lavoisier	31	42	38	44	36	47	41	48	60	38	44	57	45
4	Fontgiève	31	38	31	45	39	44	45	49	49	31	49	53	41
5	Herbet	32	37	30	45	31	41	42	43	45	33	44	40	43
6	Gare	42	43	39	64	46	50	49	49	58	41	44	56	51
7	Delille	35	42	34	49	37	49	49	56	60	39	50	52	49
8	Martyrs	39	41	42	57	42	44	57	62	65	45	49	59	53
9	Clémentel	38	48	38	52	41	43	51	52	60	42	47	60	47
10	Cours Sablon	23	36	28	51	36	46	44	44	59	38	46	40	43
11	Pôle santé Dômes	36	40	33	51	38	40	41	43	43	38	42	44	40
12	Lycée Marie Curie	45	45	47	59	45	57	59	66	55	48	58	57	56
13	Jean Jaurès	46	54	43	64	42	69	56	54	74	46	69	72	57
14	Côte Blatin	33	37	35	53	35	41	57	40	50	41	52	49	46
15	Carmes	33	39	37	59	48	56	49	55	52	58	57	58	55
16	Avenue Michelin	50	61	41	65	53	63	68	76	84	48	54	82	65
17	<i>Brézet</i>													42
17b	Place Renoux	39	53	40	53	37	48	49	57	66	46	45	55	49
18	<i>Torpilleur Sirocco</i>													39
18b	Jean-Baptiste Dumas	38	41	34	41	31	50	47	53	61	34	34	49	41
19	Forest	41	58	46	75	57	66	66	77	88	66	67	57	66
20	Mayer	57	65	55	74	65	75	76	70	76	59	69	66	71
21	Pourchon	29	38	27	45	30	41	48	40	50	34	42	45	40
22	Charles de Gaulle	22	28	26	n.d.	30	31	40	35	36	34	34	41	36
23	Bonnabaud	30	39	33	59	37	44	43	42	51	38	45	50	50
24	Gabriel Péri	26	33	24	41	28	38	38	39	43	36	47	47	42
25	Dunant	21	27	24	37	30	n.d.	37	39	41	47	42	37	37
26	<i>Avenue Landais</i>													45
26b	Stade P. Marcombes	16	20	21	31	22	25	30	24	27	29	33	38	27
27	Chamalières	28	31	26	46	32	36	42	42	43	38	41	39	38
28	Bingen	39	38	34	64	43	52	59	59	62	61	55	54	53
29	Anatole France	37	37	29	43	40	44	44	41	44	42	41	47	39
30	Mairie	22	26	23	39	23	33	28	33	37	32	33	35	33
31	<i>Marché Saint Pierre</i>													40
32	Gaillard	27	30	27	36	28	36	44	44	44	36	47	43	39
33	Lecoq	16	17	16	30	20	24	26	27	31	26	31	30	27



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
<http://www.atmoauvergne.asso.fr>**

4^{ème} trimestre 2011