



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



Siège social : 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
web : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

Rapport d'étude

**Campagne de mesure du benzène, du toluène,
de l'éthylbenzène et des xylènes
à proximité des stations-service
de la Communauté d'Agglomération du Bassin d'Aurillac**

15 février – 28 mars 2006

Table des matières

Introduction - contexte de l'étude	3
Méthodologie et configuration de la campagne de mesure.....	4
Contexte géographique.....	4
Techniques de mesure.....	5
Implantation des sites de mesure et échantillonnage temporel	6
Exploitation des résultats de mesure	9
Contexte météorologique	9
Mesures de référence en stations fixes	11
Mesures de BTEX par échantillonneurs passifs	13
Situation par rapport aux critères réglementaires	21
Conclusion	21
Annexe 1 : Les mécanismes de la pollution atmosphérique.....	23
Annexe 2 : Les critères réglementaires de la qualité de l'air.....	24
Annexe 3 : Résultats détaillés des mesures réalisées avec les échantillonneurs passifs de BTEX	25
Annexe 4 : Photographies des sites de mesure	28

Introduction - contexte de l'étude

Les activités liées à la distribution et au stockage de carburants représentent l'une des principales sources d'émissions dans l'air ambiant de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, polluants regroupés sous le sigle BTEX et faisant partie de la vaste famille des composés organiques volatils (COV). Ces émissions peuvent conduire en particulier à des concentrations relativement élevées en benzène, substance concernée par la réglementation sur la qualité de l'air. Aussi, au-delà de la surveillance en continu des teneurs en BTEX, mise en œuvre par Atmo Auvergne en plusieurs sites fixes de la région, et des campagnes de mesure ponctuelles réalisées avec le laboratoire mobile, il convient d'en évaluer spécifiquement les concentrations dans l'environnement proche des stations-service, a priori plus fortement exposé à ce type de pollution.

Faisant suite à trois campagnes de mesure similaires conduites dans les agglomérations de Clermont-Ferrand, du Puy-en-Velay puis de Montluçon, entre 2002 et 2005, la présente étude a pour objet l'évaluation des niveaux de BTEX à proximité des stations-service de la Communauté d'Agglomération du Bassin d'Aurillac (CABA).

Dans ce contexte, des échantillonneurs à diffusion passive de BTEX ont été disposés du 15 février au 28 mars 2006 sur une vingtaine de sites correspondant aux stations-service du territoire de la CABA, ainsi que sur deux sites de proximité automobile de l'agglomération d'Aurillac.

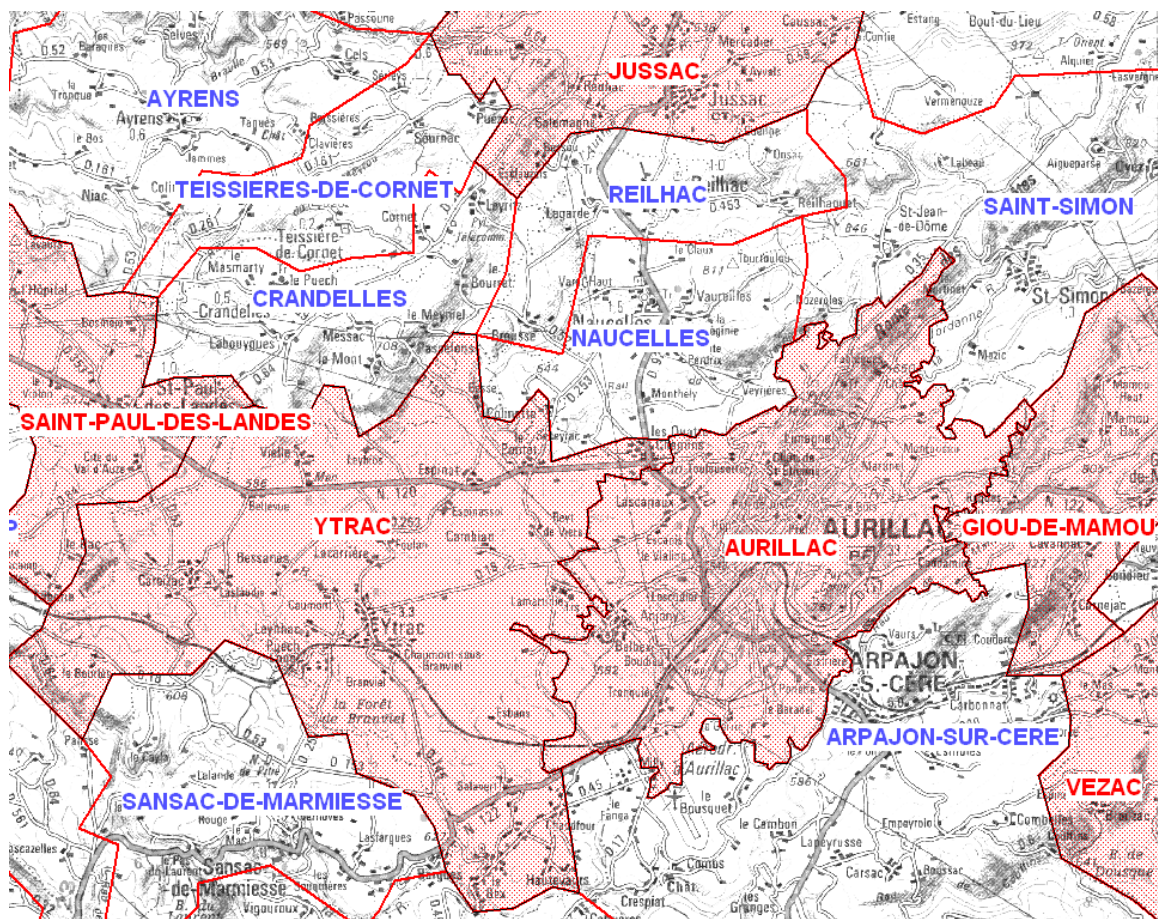
Atmo Auvergne remercie l'ensemble des responsables de stations-service qui ont accepté de participer à la présente étude.

Méthodologie et configuration de la campagne de mesure

Contexte géographique

Les sites de mesure, définis pour couvrir exhaustivement l'ensemble des points de distribution de carburant du territoire de la CABA, se répartissent sur les communes d'Aurillac, Giou-de-Mamou, Jussac, Saint-Paul-des-Landes, Vézac et Ytrac. La zone géographique concernée s'étend ainsi sur une dizaine de kilomètres du Nord au Sud et sur une quinzaine de kilomètres d'Est en Ouest. Située en bordure Sud-Ouest du massif cantalien, elle présente un relief vallonné, fluctuant entre 500 et 900 m d'altitude, marqué par les vallées de la Jordanne et de la Cère. Cette topographie complexe laisse supposer une influence notable sur la dynamique de l'écoulement atmosphérique.

L'étendue de la zone d'étude est présentée sur la figure suivante, où les communes instrumentées figurent en rouge :



Carte de situation de la zone d'étude

Techniques de mesure

Échantillonneurs passifs de BTEX

Parmi les solutions disponibles pour la mesure des BTEX dans l'air ambiant, les échantillonneurs passifs sont bien adaptés et largement utilisés pour 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.

Les échantillonneurs passifs de BTEX se présentent sous la forme d'une cartouche adsorbante remplie de charbon actif (référence *Radiello* - code 130) placée dans un corps diffusif poreux. Ce corps diffusif est fixé en position horizontale sur un support triangulaire disposé dans un abri de protection. En phase d'analyse, la désorption chimique des composés organiques volatils piégés est réalisée en employant du disulfure de carbone. Le dosage est ensuite effectué par chromatographie en phase gazeuse. Les échantillonneurs sont fournis et analysés par le laboratoire *IRCSS* de la fondation scientifique italienne *Salvatore Maugeri*.

Analyseurs automatiques d'oxydes d'azote (stations de référence)

Pour généraliser les résultats d'une campagne ponctuelle, il est nécessaire de quantifier l'influence des paramètres météorologiques spécifiquement rencontrés durant la période de mesure. Pour cela, les relevés des stations pérennes du réseau de surveillance régional permettent, par comparaison aux niveaux habituellement observés, d'extrapoler les résultats obtenus sur une durée limitée.

Dans la présente étude, en l'absence de mesures fixes de BTEX à proximité de la zone d'étude, cette comparaison porte sur les niveaux d'oxydes d'azote mesurés sur les deux stations fixes de l'agglomération d'Aurillac.

L'instrumentation mise en œuvre pour la mesure automatique des oxydes d'azote est conforme à la méthode normalisée spécifiée dans la réglementation européenne (mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et en monoxyde d'azote par chimiluminescence : NF EN 14211).

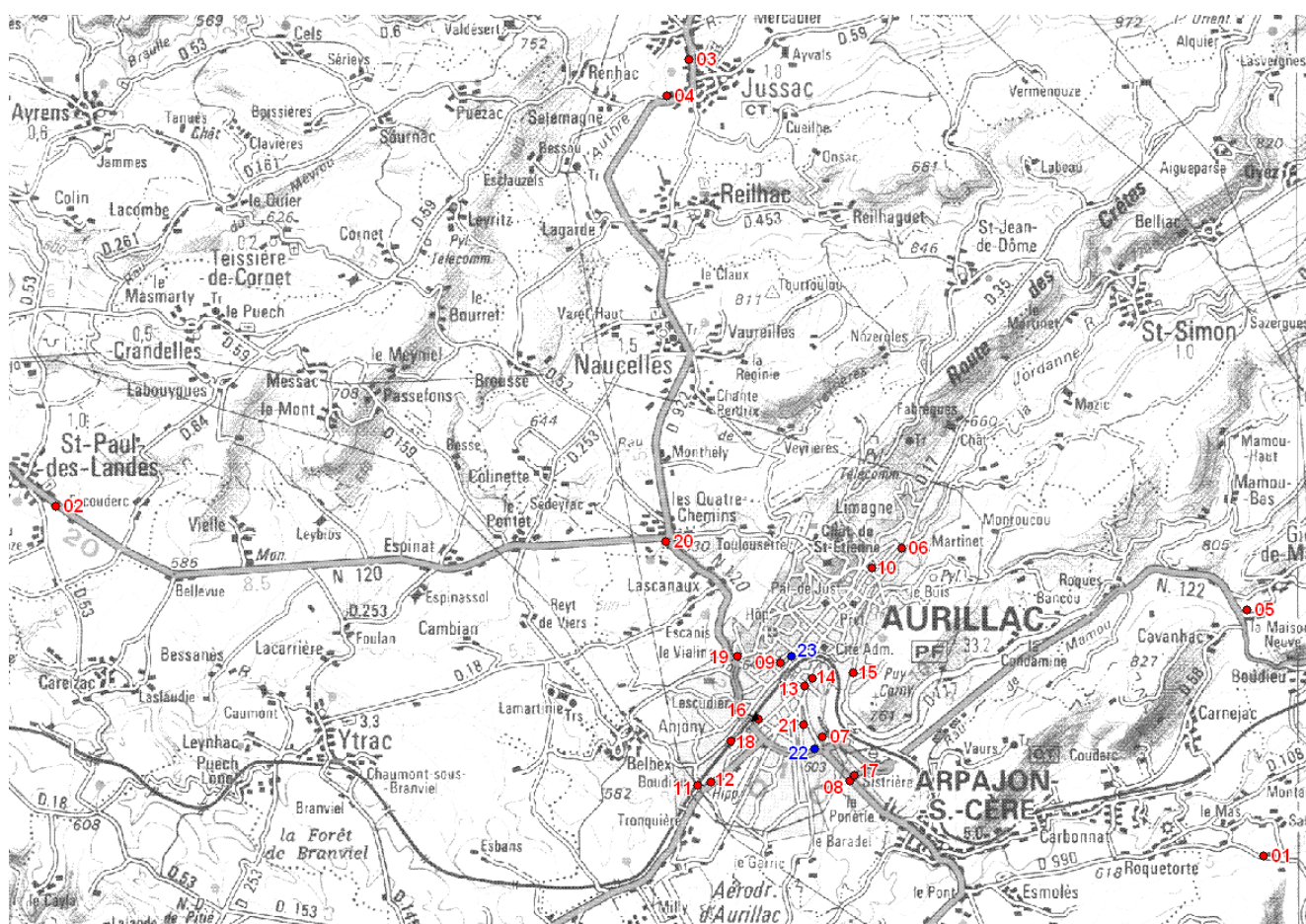
Implantation des sites de mesure et échantillonnage temporel

Sites de mesure par échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs de BTEX ont été disposés :

- sur 21 sites correspondant aux stations-service du territoire de la CABA,
- sur deux sites de proximité automobile, avenue de la République et boulevard de Verdun.

Cet échantillonnage spatial est présenté sur la carte suivante où les deux sites de proximité automobile, numérotés 22 et 23, figurent en bleu :



Carte d'implantation des sites d'échantillonneurs passifs de BTEX

Les caractéristiques de chacun des 23 sites de mesure (numéro du site, commune, station-service ou voie de circulation concernée, localisation, nombre d'échantillonneurs passifs) sont présentées dans le tableau suivant :

N°	Commune	Station service / voie de circulation	Localisation	nombre d'éch.
01	Vezac	ELAN - 12 hameau Louradou	Sur poteau affichant les tarifs	1
02	Saint-Paul-des-Landes	ESSO - 25 route d'Aurillac	Sur poteau de soutien de la station	1
03	Jussac	ELAN - 9 avenue du Raux	Sur gouttière	1
04	Jussac	TOTAL - avenue de la Prade	Sur pilier dans la station	1
05	Giou de Mamou	ELAN - Lavaurs	Sur panneau stationnement interdit	1
06	Aurillac	ELAN - 45 avenue Jean-Batiste Veyre	Sur pilier de la station	1
07	Aurillac	LECLERC - 26 rue de la Jordanne	Sur poteau de sortie de la station	1
08	Aurillac	INTERMARCHE - 120 avenue du G ^{al} Leclerc	Sur éclairage derrière pompes	1
09	Aurillac	TOTAL - 16 avenue du 4 septembre	Sur arbre le long de la station	1
10	Aurillac	ELAN - 15 boulevard Jean Jaurès	Sur pilier de la station	1
11	Aurillac	TOTAL - route de Sansac	Sur éclairage public avant station	1
12	Aurillac	GEANT - 87 avenue Charles de Gaulle	Sur poteau de soutien de la station	1
13	Aurillac	ELF - 46 avenue des Pupilles de la Nation	Sur arbre le long de la station	1
14	Aurillac	SPEEDY - 35 avenue des Pupilles de la Nation	Sur grillage en limite de station	1
15	Aurillac	ANTAR - avenue Aristide Briand	Sur poteau le long de la station	1
16	Aurillac	INTERMARCHE - 66 rue de Firminy	Sur pilier de soutien du toit	1
17	Aurillac	AVIA AUTOMATIQUE - 112 avenue du G ^{al} Leclerc	Sur gouttière	2
18	Aurillac	AVIA AUTOMATIQUE - 83 avenue de Conthe	Sur poteau de soutien de la station	1
19	Aurillac	TOTAL - 86 boulevard Louis Dauzier	Sur poteau avant la station	1
20	Aurillac	TOTAL - Les 4 chemins	Sur poteau éclairage public	1
21	Aurillac	ATAC - rue de la Montade	Sur événements de la station	1
22	Aurillac	Boulevard de Verdun	Sur arbre	1
23	Aurillac	Avenue de la République (site fixe Aurillac-Centre)	Sur gouttière de l'école	2

Caractéristiques d'implantation des sites d'échantillonneurs passifs de BTEX

Pour l'ensemble de la campagne de mesure, les temps d'exposition des échantillonneurs passifs correspondent à six périodes consécutives d'une semaine, entre le 15 février et le 28 mars 2006. Les poses et déposes ont lieu le mercredi à la mi-journée.

Afin de respecter la procédure d'assurance qualité, pour chaque période de mesure, un échantillonneur passif est transporté lors de la pose et du ramassage mais n'est pas exposé ("blanc terrain"). Il est ultérieurement utilisé comme référence lors de la phase d'analyse. Par ailleurs, sur les sites 17 et 23, un échantillonneur passif supplémentaire est installé en doublon afin de contrôler la répétabilité des mesures.

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

L'analyse des enregistrements obtenus sur les stations fixes du réseau de surveillance régional permet de situer les caractéristiques de la qualité de l'air durant une campagne de mesure ponctuelle par rapport aux niveaux habituellement observés. Dans la présente étude, en l'absence de mesures pérennes de BTEX à proximité de la zone d'étude, cette analyse porte sur les niveaux d'oxydes d'azote mesurés sur les deux stations fixes de l'agglomération d'Aurillac, choisies pour leur proximité géographique :

- la station urbaine "Aurillac – Mairie" (parking de la mairie),
- la station de proximité automobile "Aurillac – Centre" (avenue de la République).

Exploitation des résultats de mesure

Contexte météorologique

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 d'Aurillac (indicatif 15014004, latitude de 44°53'54"N, longitude de 2°25'12"E, altitude de 639 m), sont reportées dans le tableau suivant. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles.

Série 1 15/02/06 21/02/06	Série 2 22/02/06 28/02/06	Série 3 01/03/06 07/03/06	Série 4 08/03/06 14/03/06	Série 5 15/03/06 21/03/06	Série 6 22/03/06 28/03/06	normales climatiques de février	normales climatiques de mars
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

Température								
température maximale (moyenne en °C)	7,6	5,8	5,1	7,7	12,3	14,4	7,8	10,4
température moyenne (moyenne en °C)	4,0	0,8	1,9	2,9	6,9	9,8	3,6	5,6
température minimale (moyenne en °C)	1,6	-3,1	-1,1	-1,3	2,2	6,6	-0,6	0,9
nombre de jours avec :								
température maximale <= 0°C	0	0	0	0	0	0	1,4	0,4
température minimale <= 0°C	1	6	6	4	2	0	14,7	12,5
température minimale <= -5°C	0	2	0	2	0	0	4,5	2,2
température minimale <= -10°C	0	0	0	0	0	0	0,8	0,3

Précipitations								
hauteur cumulée (mm)	76,2	1,4	63,0	32,6	9,0	44,0	100,0	87,6
nombre de jours avec :								
hauteur quotidienne >= 1 mm	6	1	6	3	2	5	12,3	12,0
hauteur quotidienne >= 5 mm	5	0	4	3	1	4	6,9	6,3
hauteur quotidienne >= 10 mm	3	0	3	2	0	3	3,6	3,2

Insolation								
durée d'insolation cumulée (heures)	6,6	35,0	14,5	33,3	43,1	20,0	130,2	190,7
nombre de jours avec :								
fraction d'insolation = 0 %	2	0	2	3	1	0	6,3	3,1
fraction d'insolation <= 20 %	7	3	5	4	1	4	11,3	8,6
fraction d'insolation >= 80 %	0	2	0	3	2	0	8,5	11,3

Vent								
vitesse du vent (moyenne en m/s)	4,3	2,3	3,8	4,1	3,9	3,6	3,0	3,1
nombre de jours avec :								
rafales >= 16 m/s	4	0	2	2	0	1	3,7	3,6
rafales >= 28 m/s	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2
nombre de jours avec :								
vitesse moyenne <= 1 m/s	0	0	0	0	0	0	nd	nd
vitesse moyenne <= 2 m/s	0	4	1	2	2	0	nd	nd
vitesse moyenne >= 3 m/s	6	2	4	5	4	6	nd	nd

Paramètres météorologiques observés durant la campagne de mesure

L'ensemble de la campagne de mesure se déroule sous des conditions météorologiques hivernales majoritairement perturbées.

Les précipitations, pluvieuses ou neigeuses, sont fréquentes et abondantes, notamment au cours des première et quatrième séries de mesure, conduisant à un cumul global près de 2 fois supérieur au niveau normal de saison. L'ensoleillement est nettement déficitaire, d'environ 30 % en moyenne, en particulier durant la première série où la durée d'insolation reste inférieure à 7 heures.

Les températures sont relativement conformes aux valeurs habituellement observées. Seule la dernière semaine de mesure se distingue par un redoux sensible marquant la fin des gelées matinales, minimales et maximales excédant de 4 à 5 °C les valeurs de saison.

Le vent, majoritairement de secteurs Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest, est relativement soutenu, notamment au cours de la première série de mesure où les rafales dépassent 60 km/h durant 4 jours consécutifs, du 16 au 19 février. Seule la vitesse moyenne correspondant à la deuxième série, qui s'établit à 2,3 m/s, est inférieure à la valeur climatique de référence.

Ces conditions météorologiques majoritairement perturbées favorisent la dispersion des polluants atmosphériques.

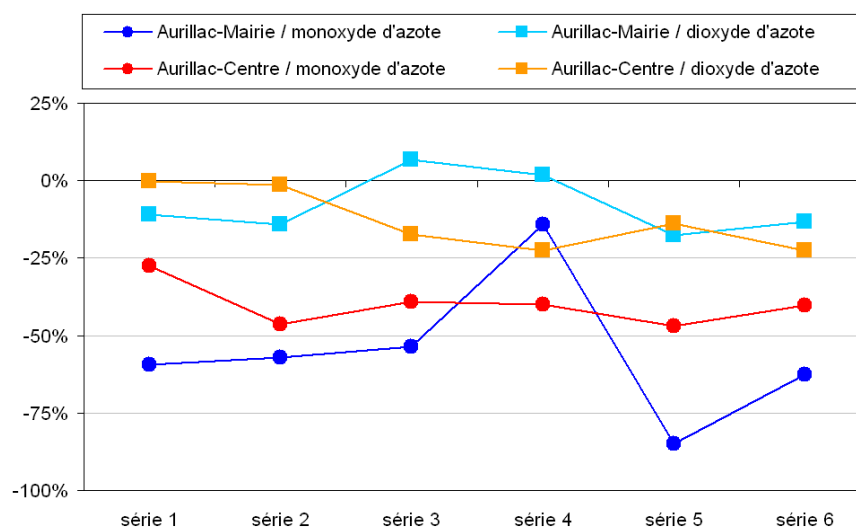
Mesures de référence en stations fixes

En s'appuyant sur l'historique des données de concentration, les relevés des stations fixes permettent de situer les niveaux de pollution durant la campagne de mesure par rapport aux teneurs habituellement observées. Les concentrations moyennes en oxydes d'azote sur les deux stations de l'agglomération d'Aurillac durant les six périodes d'exposition des échantillonneurs passifs sont présentées dans le tableau suivant. Les valeurs obtenues sur la période 2001-2005, considérée comme référence, sont également reportées. Les concentrations sont exprimées en microgrammes de monoxyde ou dioxyde d'azote par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

station	Aurillac-Mairie		Aurillac-Centre	
typologie d'implantation	urbaine		proximité automobile	
polluant	monoxyde d'azote	dioxyde d'azote	monoxyde d'azote	dioxyde d'azote
série 1 15 - 21 février 2006	2	18	27	40
série 2 22 - 28 février 2006	2	17	19	37
série 3 1 ^{er} - 7 mars 2006	3	19	24	35
série 4 8 - 14 mars 2006	2	17	19	35
série 5 15 - 21 mars 2006	1	13	18	35
série 6 22 - 28 mars 2006	2	15	22	33
moyenne 15 février - 28 mars 2006	2	17	22	36
moyenne mensuelle en février (2001-2005)	6	21	41	41
moyenne mensuelle en mars (2001-2005)	4	17	34	42
moyenne annuelle (2001-2005)	3	13	33	36

Concentrations en oxydes d'azote observées sur les stations fixes de référence de l'agglomération d'Aurillac

Pour chaque série de mesure, l'écart relatif avec la valeur moyenne mensuelle habituellement observée (sur la période 2001-2005) est représenté sur la figure suivante :



Concentrations en oxydes d'azote mesurées sur les stations fixes de référence
Écart avec les valeurs habituellement observées

D'une façon générale, l'évolution de la pollution aux oxydes d'azote au cours d'une année se caractérise par des niveaux maxima en période hivernale. Ce résultat traduit conjointement l'évolution saisonnière :

- des émissions azotées, notamment celles liées au chauffage résidentiel et tertiaire,
- des conditions de dispersion des polluants dans l'atmosphère, généralement moins favorables en situation anticyclonique hivernale.

Ainsi, les mois de février et, dans une moindre mesure, de mars, présentent des niveaux supérieurs à la moyenne annuelle. Concernant le dioxyde d'azote, sur la période de référence 2001-2005, l'écart relatif entre les moyennes mensuelles et la moyenne annuelle atteint 65 % en février sur le site urbain d'Aurillac-Mairie. Plus faible sur le site de proximité automobile d'Aurillac-Centre, il s'établit à environ 15 %.

Sur les deux sites de mesure et pour les deux polluants, les concentrations mesurées pendant la campagne de mesure sont majoritairement inférieures aux valeurs habituellement observées à cette saison (sur la période 2001-2005). Cette moindre pollution s'explique par l'influence des conditions météorologiques perturbées, favorables à la dispersion des polluants. Concernant le dioxyde d'azote, les écarts les plus importants sont de l'ordre de 20 %. Dans le cas du monoxyde d'azote, les écarts sont compris entre 30 et 45 % sur le site de proximité automobile d'Aurillac-Centre et s'établissent autour de 60 % en milieu urbain, où cependant les faibles valeurs de concentration ne sont pas significatives.

Cette campagne de mesure n'est ainsi pas directement représentative des situations hivernales habituellement observées ces dernières années. Il est probable que des conditions météorologiques plus conformes aux normales saisonnières, moins favorables à la dispersion, auraient engendré des niveaux plus importants de pollution primaire, notamment en benzène.

Mesures de BTEX par échantillonneurs passifs

Validation des mesures de BTEX par échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs installés en doublon sur les sites 17 et 23 permettent de contrôler la répétabilité des mesures. On définit pour cela l'écart relatif ER entre deux mesures conjointes C_A et C_B comme la valeur absolue de l'écart entre l'une des mesures et la moyenne des deux, rapportée à cette moyenne :

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

L'évaluation des écarts relatifs ER est présentée dans les deux tableaux suivants, qui correspondent respectivement aux sites 17 et 23. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

		Série 1 15/02/06 21/02/06	Série 2 22/02/06 28/02/06	Série 3 01/03/06 07/03/06	Série 4 08/03/06 14/03/06	Série 5 15/03/06 21/03/06	Série 6 22/03/06 28/03/06
benzène	concentration éch. passif 17A	1,38	1,87	1,67	1,78	1,38	1,16
	concentration éch. passif 17B	1,37	1,85	1,53	1,73	1,33	1,26
	ER	0,4%	0,5%	4,4%	1,4%	1,8%	4,1%
toluène	concentration éch. passif 17A	5,55	7,45	8,21	6,85	6,77	5,63
	concentration éch. passif 17B	5,55	7,35	7,89	6,98	6,63	5,88
	ER	0,0%	0,7%	2,0%	0,9%	1,0%	2,2%
éthylbenzène	concentration éch. passif 17A	0,97	1,20	1,23	1,11	0,83	0,80
	concentration éch. passif 17B	0,95	1,24	1,19	1,09	0,87	0,89
	ER	1,0%	1,6%	1,7%	0,9%	2,4%	5,3%
ortho-xylène	concentration éch. passif 17A	1,14	1,37	1,39	1,09	0,99	0,96
	concentration éch. passif 17B	1,13	1,42	1,32	1,20	0,90	0,98
	ER	0,4%	1,8%	2,6%	4,8%	4,8%	1,0%
méta-xylène + para-xylène	concentration éch. passif 17A	2,95	3,55	3,69	3,17	2,60	2,56
	concentration éch. passif 17B	3,01	3,66	3,38	3,31	2,55	2,61
	ER	1,0%	1,5%	4,4%	2,2%	1,0%	1,0%

Analyse des mesures de BTEX sur le site 17, équipé d'un doublon

		Série 1 15/02/06 21/02/06	Série 2 22/02/06 28/02/06	Série 3 01/03/06 07/03/06	Série 4 08/03/06 14/03/06	Série 5 15/03/06 21/03/06	Série 6 22/03/06 28/03/06
benzène	concentration éch. passif 23A	2,64	2,30	2,23	2,10	2,14	2,03
	concentration éch. passif 23B	2,71	2,41	nd	1,96	2,23	1,95
	ER	1,3%	2,3%	nd	3,4%	2,1%	2,0%
toluène	concentration éch. passif 23A	10,82	7,77	8,29	7,64	7,42	8,96
	concentration éch. passif 23B	10,88	7,76	nd	7,29	7,85	8,41
	ER	0,3%	0,1%	nd	2,3%	2,8%	3,2%
éthylbenzène	concentration éch. passif 23A	2,10	1,55	1,72	1,44	1,35	1,51
	concentration éch. passif 23B	2,12	1,60	nd	1,48	1,41	1,52
	ER	0,5%	1,6%	nd	1,4%	2,2%	0,3%
ortho-xylène	concentration éch. passif 23A	2,60	1,78	1,88	1,41	1,36	1,72
	concentration éch. passif 23B	2,56	1,76	nd	1,53	1,50	1,64
	ER	0,8%	0,6%	nd	4,1%	4,9%	2,4%
méta-xylène + para-xylène	concentration éch. passif 23A	6,55	4,50	4,75	3,95	3,68	4,35
	concentration éch. passif 23B	6,48	4,40	nd	3,97	3,88	4,10
	ER	0,5%	1,1%	nd	0,3%	2,6%	3,0%

Analyse des mesures de BTEX sur le site 23, équipé d'un doublon

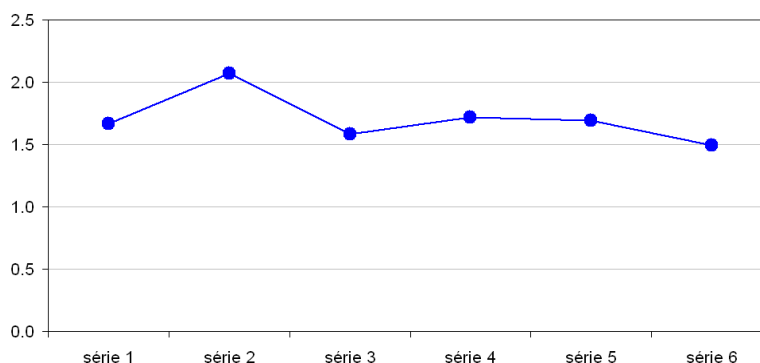
Pour les deux sites équipés d'un doublon d'échantillonneurs, quel que soit le composé considéré, les écarts relatifs obtenus présentent une moyenne de 2 % et un maximum de 5,3 %. Ces très faibles valeurs confirment une très bonne répétabilité de cette technique de mesure.

Résultats des relevés de benzène

Les résultats détaillés des concentrations en benzène, pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis en annexe 3.

Évolution temporelle des concentrations en benzène

L'évolution temporelle des niveaux de benzène au cours de la campagne de mesure, en moyenne sur l'ensemble des sites, est représentée sur la figure suivante, où les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) :

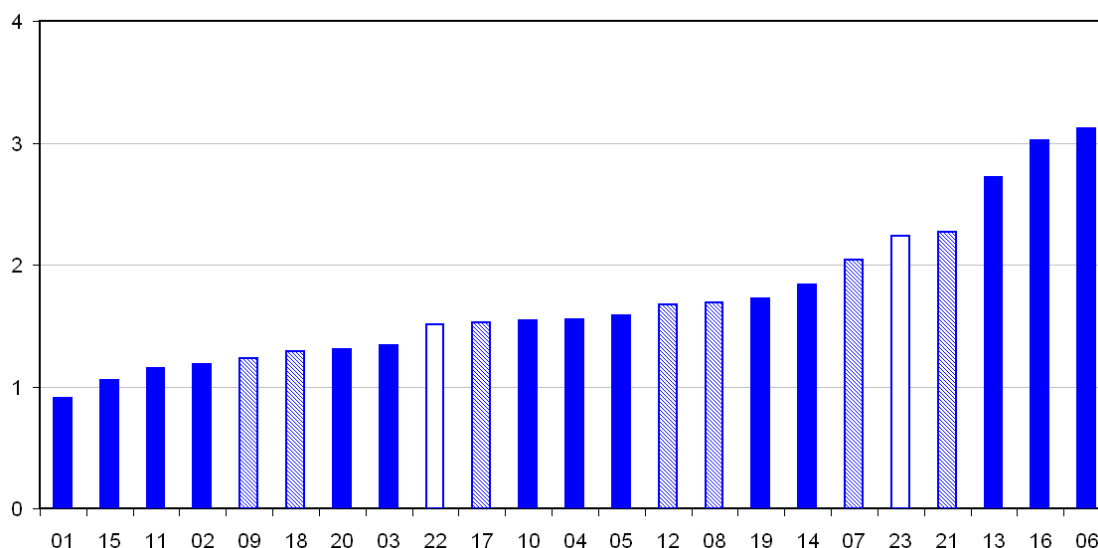


Évolution temporelle de la concentration moyenne en benzène

La concentration moyenne en benzène est relativement constante au cours de la campagne de mesure, les fluctuations autour de la valeur moyenne de $1,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ restant inférieures à 20 %. Ce faible contraste d'une série à l'autre, qui se manifeste également sur les niveaux de pollution azotée relevés sur les stations fixes, résulte de la persistance des conditions météorologiques, constamment perturbées sur l'ensemble de la période.

Concentrations moyennes en benzène sur chaque site de mesure

Les teneurs en benzène sur chaque site, en moyenne sur la période de mesure, sont présentées de façon ordonnée sur le diagramme suivant, où les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les sites associés à des stations-service équipées de pistolets récupérateurs de vapeurs correspondent aux bâtons hachurés. Les deux sites de proximité automobile figurent en blanc.



Concentrations moyennes en benzène mesurées sur chaque site

Les concentrations en benzène sont comprises entre 0,9 et 3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces deux extrema correspondent respectivement à 50 et 180 % de la valeur moyenne, qui s'établit à 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les plus fortes valeurs, voisines de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sont obtenues sur les sites 13, 16, et 06. Les stations-service associées ne figurent pas parmi les plus importants postes de distribution. Ainsi, les relevés ne font pas apparaître de corrélation directe entre les teneurs en benzène et la capacité de distribution. Les niveaux mesurés seraient plutôt conditionnés par les phénomènes de dispersion à très fine échelle, en relation avec les caractéristiques de micro-implantation des capteurs :

- distance aux pompes et aux voies de circulation,
- aérologie du site à fine échelle, liée notamment à la hauteur du bâti environnant et à la configuration de la station-service.

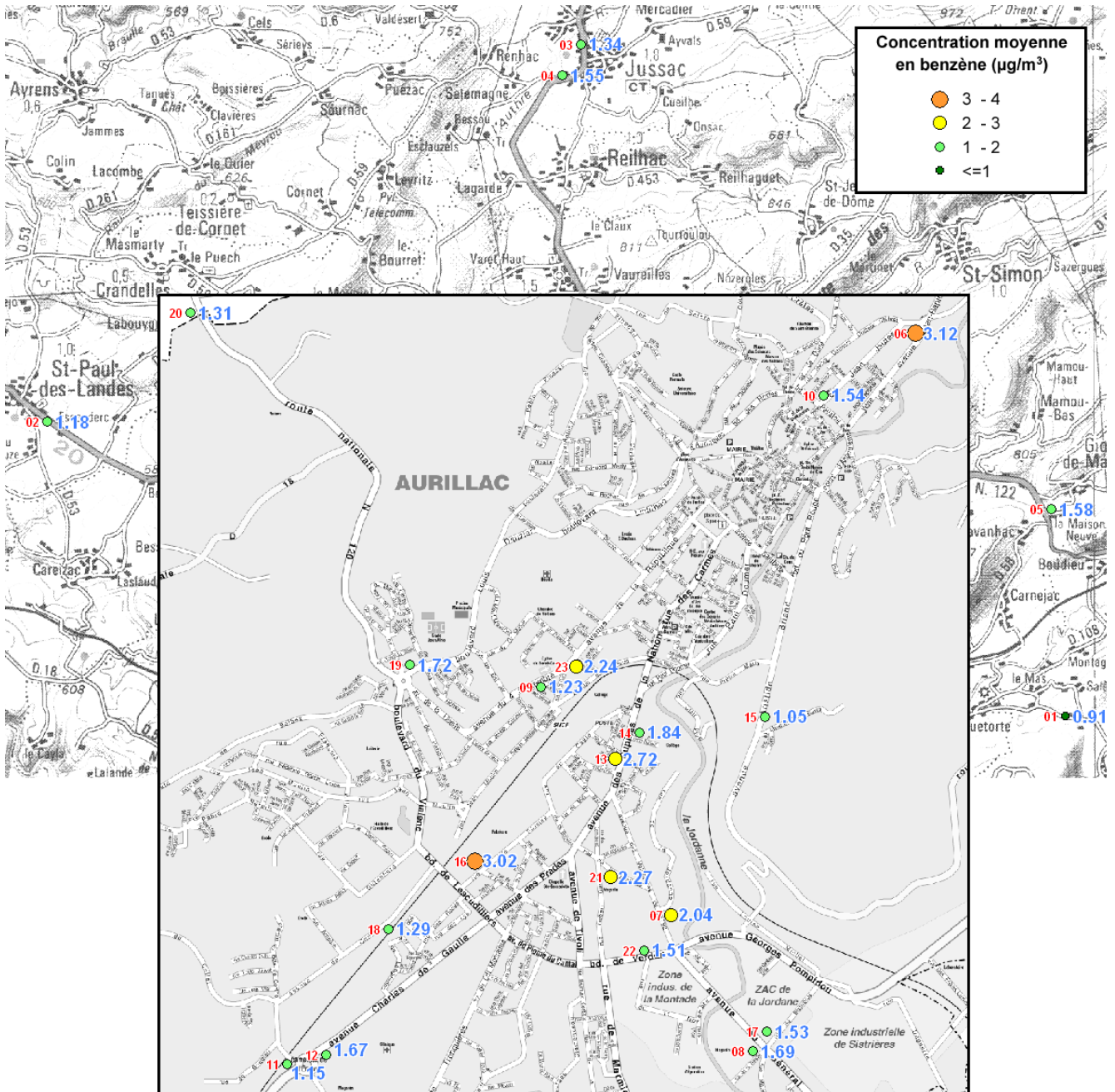
Le facteur pénalisant pour le site 06 serait le positionnement de l'échantillonneur à faible distance d'une pompe et pour le site 16 l'implantation de la station dans un parking couvert et donc moins favorablement ventilé.

Par ailleurs, les relevés ne permettent pas de mettre en évidence l'influence de l'équipement en pistolets récupérateurs de vapeurs. En effet, les sites associés aux stations-service équipées n'apparaissent pas moins exposés.

Les niveaux obtenus en sites de proximité automobile, proches de la moyenne pour le site 22 (boulevard de Verdun), sont plus élevés sur le site 23 (avenue de la République).

Répartition spatiale des concentrations en benzène

La répartition spatiale des niveaux moyens de benzène est représentée sur la cartographie suivante. Les numéros des sites de mesure figurent en rouge et les concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont indiquées en bleu.



Répartition spatiale des concentrations moyennes en benzène

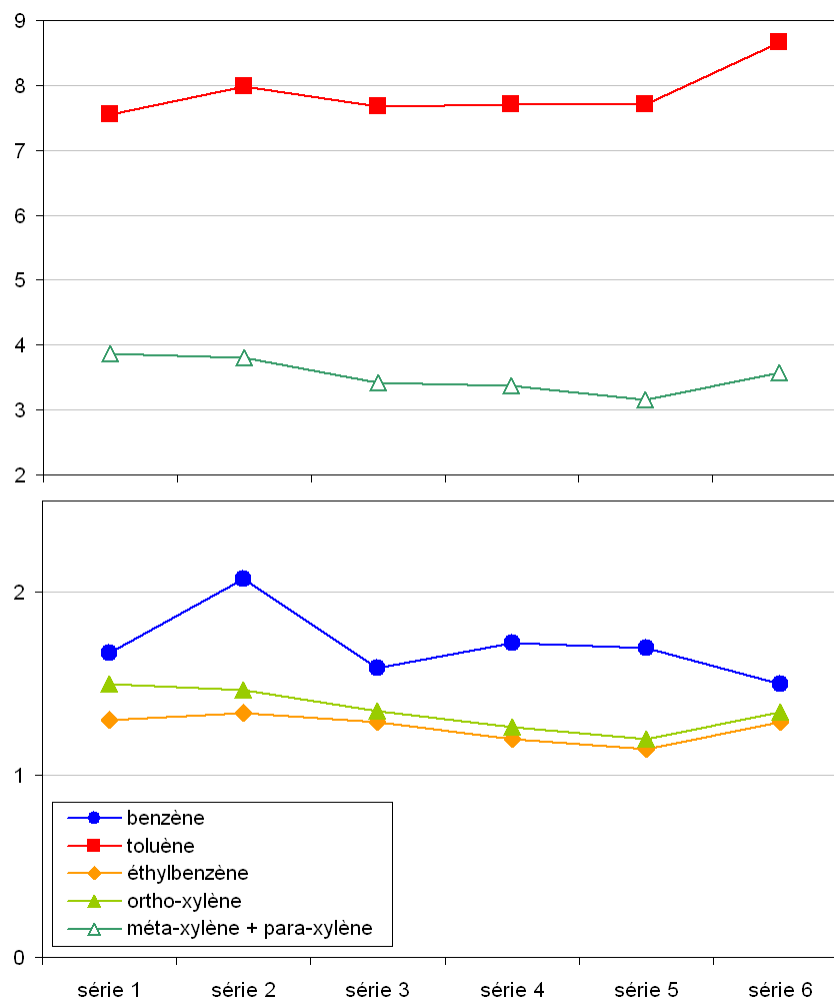
La représentation cartographique montre une faible exposition de l'ensemble des points de mesure localisés à l'extérieur de la commune d'Aurillac, avec des valeurs inférieures à $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les sites 01 à 05. Ce résultat peut traduire une moindre densité des émissions, notamment liées au trafic routier, lorsque l'on s'éloigne du pôle urbain. Au-delà de cette caractéristique, aucune cohérence spatiale du champ de concentration n'est mise en évidence sur la figure.

Résultats des relevés de toluène, éthylbenzène et xylènes

Les résultats détaillés des concentrations en toluène, éthylbenzène et xylènes, pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis en annexe 3.

Évolution temporelle des concentrations en toluène, éthylbenzène et xylènes

L'évolution temporelle des niveaux moyens de toluène, éthylbenzène et xylènes au cours de la campagne de mesure est représentée sur la figure suivante, où les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les niveaux de benzène sont également reportés.

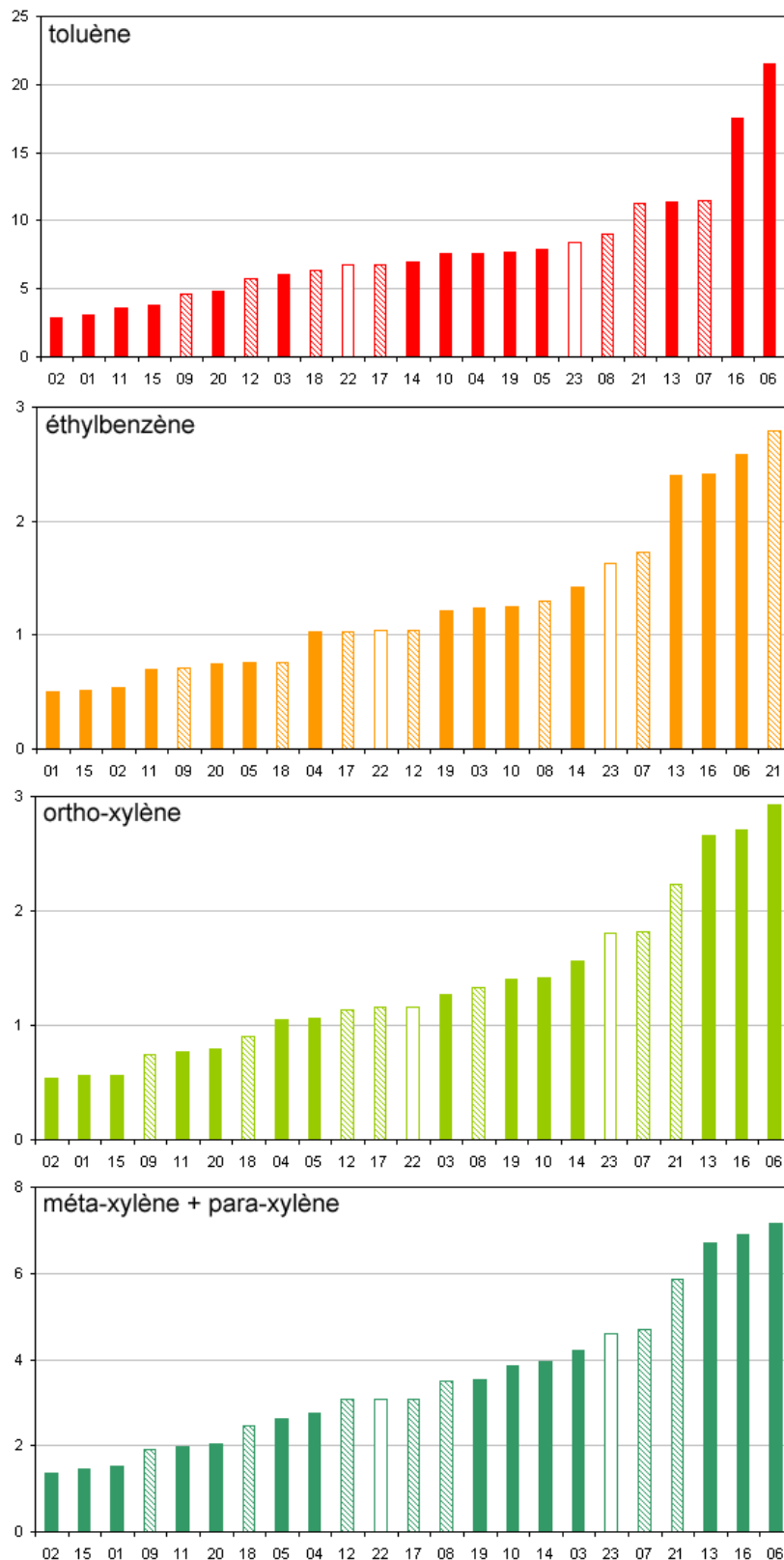


Évolution temporelle des concentrations moyennes en BTEX

Comme indiqué précédemment pour le benzène, pour chacune des autres substances considérées, les concentrations sont relativement constantes au cours de la campagne de mesure. Les fluctuations autour des valeurs moyennes (respectivement 7,9, 1,3, 1,4 et 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le toluène, l'éthylbenzène, l'ortho-xylène et la somme des méta et para-xylènes) restent inférieures à 10 %.

Concentrations moyennes en toluène, éthylbenzène et xylènes sur chaque site de mesure

Les teneurs en toluène, éthylbenzène et xylènes sur chaque site, en moyenne sur la période de mesure, sont présentées de façon ordonnée sur les diagrammes suivants, où les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les sites associés à des stations-service équipées de pistolets récupérateurs de vapeurs correspondent aux bâtons hachurés. Les deux sites de proximité automobile figurent en blanc.

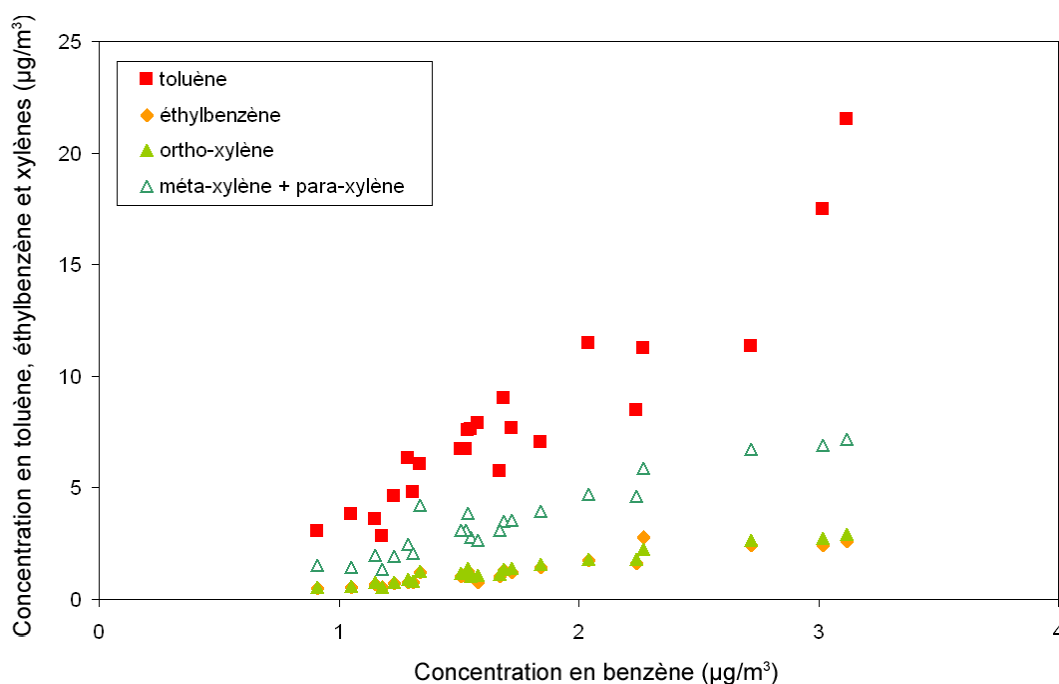


Concentrations moyennes en toluène, éthylbenzène et xylènes mesurées sur chaque site

Pour chacun des composés, la distribution des teneurs sur les différents sites présente des similitudes avec les résultats obtenus pour le benzène :

- Les plus faibles concentrations correspondent aux sites 01, 02, 09, 11 et 15. Ces valeurs minimales sont voisines de la moitié de la valeur moyenne.
- Les sites 06 et 16 figurent parmi les plus exposés, avec des niveaux proches du double de la valeur moyenne.
- En site de proximité automobile, les relevés effectués avenue de la République (site 22) sont supérieurs à ceux du boulevard de Verdun (site 23).

Cette corrélation entre les niveaux de benzène et l'exposition aux autres composés mesurés peut être mise en évidence sur le graphique suivant :



Concentrations moyennes en toluène, éthylbenzène et xylènes sur chaque site en fonction de la concentration moyenne en benzène

Le lien entre les niveaux des différents composés peut s'apparenter à une relation de proportionnalité. Les rapports avec la concentration en benzène sont voisins de 5 pour le toluène, 2 pour la somme des méta et para-xylènes et 1 pour l'éthylbenzène et l'ortho-xylène.

Situation par rapport aux critères réglementaires

Parmi les BTEX, seul le benzène fait l'objet de critères réglementaires relatifs à sa concentration dans l'air ambiant. Ces critères, présentés en annexe 2, concernent la moyenne annuelle. Dès lors, pour aborder les questions de normativité à partir de campagnes plus limitées dans le temps, il est nécessaire d'extrapoler les résultats.

Les concentrations en benzène, en moyenne sur les six semaines de mesure, sont comprises entre 0,9 (site 01) et 3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 06). Hors, l'analyse des conditions météorologiques et des concentrations en oxydes d'azote sur les stations fixes de référence traduit, durant cette campagne, une situation globalement favorable à la dispersion des polluants. Ainsi, l'exposition moyenne des sites prospectés peut dépasser celle observée au cours de la présente étude. Ces résultats laissent supposer :

- que l'objectif de qualité de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est majoritairement dépassé dans l'environnement proche des stations-service ou en situation de proximité automobile,
- que le respect de la valeur limite de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle à l'horizon 2010 n'est pas assuré dans le cas des stations-service les plus exposées. En revanche, cette valeur limite n'est probablement pas atteinte en situation de proximité automobile.

Conclusion

La présente étude a pour objet l'évaluation des niveaux de BTEX à proximité des stations-service de la Communauté d'Agglomération du Bassin d'Aurillac (CABA). Pour cela, des échantillonneurs à diffusion passive de BTEX ont été disposés du 15 février au 28 mars 2006 sur une vingtaine de sites correspondant aux stations-service du territoire de la CABA, ainsi que sur deux sites de proximité automobile de l'agglomération d'Aurillac.

Les concentrations en benzène, en moyenne sur les six semaines de mesure, sont comprises entre 0,9 et 3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les sites instrumentés. Considérant que les mesures ont été réalisées en situation météorologique favorable à la dispersion des polluants, les niveaux moyens d'exposition sont probablement supérieurs. Ainsi, l'objectif de qualité défini pour le benzène, 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, est susceptible d'être dépassé dans l'environnement proche des stations-service ou en situation de proximité automobile. Le respect de la valeur limite, 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle à l'horizon 2010, n'est pas assuré dans le cas des stations-service les plus exposées.

Les distributions des teneurs en toluène, éthylbenzène et xylènes présentent des similitudes avec les résultats obtenus pour le benzène. Pour chacun des sites de mesure, les rapports avec la concentration en benzène sont voisins de 5 pour le toluène, 2 pour la somme des méta et para-xylènes et 1 pour l'éthylbenzène et l'ortho-xylène. L'absence de réglementation pour ces derniers composés ne permet pas de confronter les valeurs obtenus à des niveaux de référence et limite ainsi l'interprétation des résultats.

Annexes

Annexe 1 : Les mécanismes de la pollution atmosphérique

Les processus qui régissent la pollution atmosphérique s'échelonnent en plusieurs étapes. Tout d'abord s'effectue l'émission des polluants, rapidement suivie de leur dispersion puis de la phase de transformation chimique, qui a lieu au sein même de l'atmosphère.

Émissions

Les émissions de polluants ont une forte influence sur la qualité de l'air. Les polluants primaires, dont les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, les particules en suspension et certains composés organiques volatils (COV), sont directement émis dans l'atmosphère. Ils proviennent aussi bien des sources fixes (chauffages urbains, activités industrielles, domestiques ou agricoles) que des sources mobiles, en particulier les automobiles. La production de polluants primaires diminue en été car les chauffages ne fonctionnent pas et la circulation automobile s'allège dans les centres-villes.

Transport et dispersion

Le phénomène de dispersion, c'est-à-dire le déplacement des polluants depuis la source, est primordial puisqu'il détermine l'accumulation d'un polluant ou sa dilution dans l'atmosphère. La dispersion dépend de plusieurs paramètres dont les conditions météorologiques et la topographie locale (altitude, relief, cours d'eau...).

Deux types de dispersion peuvent être distingués :

- la dispersion verticale, liée au gradient vertical de température de la couche de surface, couche inférieure de l'atmosphère influencée par la présence du sol,
- la dispersion horizontale, également dénommée transport, liée à la vitesse et à la direction du vent.

Ainsi, une situation anticyclonique, caractérisée par des vents faibles, limite la dispersion horizontale. En hiver, des températures basses et un ciel dégagé favorisent de plus l'inversion du gradient thermique vertical (présence d'air plus chaud en altitude qu'au sol), ce qui diminue la dispersion verticale. Cette situation, fréquemment observable à Clermont-Ferrand, favorise des niveaux de pollution élevés car elle entraîne une accumulation des gaz, et conduit ainsi à des pics de pollution. A l'inverse, une situation dépressionnaire, généralement associée à des vents plus sensibles, permet une bonne dilution des polluants dans l'atmosphère. De plus, les précipitations, entraînant le dépôt humide des polluants (phénomène de lessivage), contribuent à la diminution des concentrations.

Transformations chimiques

Au cours de la dispersion, les polluants peuvent se transformer par réactions chimiques complexes pour former les polluants secondaires tels que l'ozone et certains COV. Le dioxyde d'azote peut également être considéré comme essentiellement secondaire dans la mesure où les émissions directes des sources, bien que non négligeables, demeurent minoritaires.

La production d'ozone nécessite un fort rayonnement solaire et la présence de certains précurseurs, tels que les composés organiques volatils. Des réactions mêlant polluants primaires et secondaires se produisent alors, la plus courante étant la réaction réversible entre l'ozone et les oxydes d'azote ($\text{NO} + \text{O}_3 \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{NO}_2$) qui a lieu en présence de lumière et pour de fortes concentrations en monoxyde d'azote. Cette réaction peut expliquer l'observation de teneurs en ozone plus faibles dans les agglomérations pendant les heures où le trafic est important (destruction de l'ozone par réaction avec le monoxyde d'azote). A contrario, les stations périurbaines, situées sous le vent de la ville, connaissent les pointes maximales d'ozone, car en l'absence d'émissions importantes de monoxyde d'azote, les masses d'air polluées transportées s'enrichissent en ozone.

Annexe 2 : Les critères réglementaires de la qualité de l'air

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 les effets nocifs de ces substances 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 les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

Critères nationaux de la qualité de l'air

benzène

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	5
Objectif de qualité	moyenne annuelle	2

Annexe 3 : Résultats détaillés des mesures réalisées avec les échantillonneurs passifs de BTEX

Les résultats détaillés des concentrations en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans les tableaux suivants. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles.

benzène

site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	moyenne
01	0,8	1,3	0,9	0,9	1,0	0,6	0,91
02	1,0	1,8	1,0	1,2	1,3	0,7	1,18
03	1,0	1,8	1,1	1,3	1,7	1,3	1,34
04	1,3	2,2	1,3	1,8	1,5	1,1	1,55
05	1,9	2,1	1,3	1,9	1,2	1,1	1,58
06	2,8	3,3	3,8	3,4	3,0	2,5	3,12
07	2,3	2,4	1,8	2,2	1,7	1,8	2,04
08	1,7	1,8	1,8	1,4	1,9	1,6	1,69
09	1,2	1,5	1,2	1,2	1,3	1,0	1,23
10	1,5	1,8	1,6	1,6	1,4	1,5	1,54
11	1,1	1,4	0,9	1,1	1,4	1,0	1,15
12	1,5	3,0	1,4	1,6	1,3	1,3	1,67
13	2,8	nd	2,7	2,9	nd	2,6	2,72
14	2,0	2,2	1,4	1,7	2,2	1,5	1,84
15	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0	0,8	1,05
16	3,0	3,2	2,2	2,1	3,8	3,8	3,02
17	1,4	1,9	1,6	1,8	1,4	1,2	1,53
18	0,9	1,7	1,1	1,3	1,4	1,3	1,29
19	1,6	2,0	1,3	1,8	2,0	1,7	1,72
20	1,2	1,9	1,2	1,4	1,4	0,9	1,31
21	2,7	2,8	2,2	2,2	2,1	1,8	2,27
22	1,4	1,9	1,5	1,7	1,3	1,3	1,51
23	2,7	2,4	2,2	2,0	2,2	2,0	2,24
moyenne	1,67	2,07	1,58	1,72	1,69	1,50	1,71

toluène

site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	moyenne
01	2,5	4,0	4,3	2,7	2,1	2,7	3,05
02	2,6	4,3	2,2	2,7	3,3	1,8	2,83
03	4,1	5,9	5,9	5,7	7,3	7,5	6,06
04	5,7	11,0	6,8	8,6	7,5	6,1	7,61
05	13,9	10,4	6,2	9,5	3,2	4,1	7,89
06	15,2	15,5	29,4	27,0	29,8	12,2	21,49
07	14,8	13,0	10,1	13,7	7,2	10,0	11,47
08	8,0	7,2	12,6	5,8	10,7	9,7	8,98
09	4,4	4,5	4,3	3,9	3,6	7,1	4,63
10	7,7	6,4	7,6	7,1	6,0	10,7	7,55
11	3,7	3,9	2,8	3,1	4,1	3,9	3,58
12	5,4	9,1	4,7	5,5	4,2	5,6	5,73
13	11,3	nd	10,2	12,1	nd	11,8	11,35
14	8,2	7,7	5,5	5,9	8,3	6,6	7,02
15	4,2	4,0	3,5	3,4	3,9	3,7	3,79
16	13,1	14,1	9,2	8,4	16,9	43,3	17,50
17	5,6	7,4	8,1	6,9	6,7	5,8	6,73
18	3,2	7,5	5,7	7,8	6,5	7,2	6,30
19	6,5	8,1	6,1	8,2	7,8	9,1	7,64
20	5,4	6,1	4,0	4,3	5,0	3,8	4,77
21	11,9	10,5	11,3	10,3	11,3	12,2	11,25
22	5,6	7,4	7,9	7,0	6,6	5,9	6,71
23	10,9	7,8	8,3	7,5	7,6	8,7	8,45
moyenne	7,55	7,99	7,67	7,70	7,71	8,66	7,93

éthylbenzène

site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	moyenne
01	0,5	0,6	0,7	0,4	0,4	0,4	0,51
02	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,3	0,54
03	0,7	1,0	1,2	1,3	1,4	1,9	1,23
04	0,7	1,6	1,0	1,1	1,0	0,8	1,02
05	1,2	0,9	0,7	0,9	0,5	0,5	0,76
06	2,1	2,3	3,3	2,9	2,9	1,9	2,58
07	2,1	2,1	1,7	1,8	1,1	1,6	1,73
08	1,2	1,2	2,0	0,9	1,5	1,2	1,30
09	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,71
10	1,4	1,1	1,2	1,1	1,0	1,6	1,24
11	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	0,7	0,69
12	1,2	1,5	1,0	1,1	0,6	1,0	1,04
13	2,5	nd	2,3	2,5	nd	2,3	2,40
14	1,8	1,7	1,2	1,1	1,6	1,2	1,42
15	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,52
16	2,1	2,3	1,7	1,5	2,4	4,4	2,41
17	1,0	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	1,03
18	0,5	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	0,77
19	1,1	1,4	1,1	1,2	1,3	1,2	1,21
20	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,75
21	3,8	2,8	2,6	2,2	2,5	3,0	2,79
22	1,0	1,2	1,2	1,1	0,9	0,9	1,04
23	2,1	1,6	1,7	1,5	1,4	1,5	1,63
moyenne	1,30	1,34	1,29	1,19	1,14	1,29	1,27

ortho-xylène

site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	moyenne
01	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,56
02	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,54
03	0,7	1,1	1,4	1,3	1,3	1,8	1,27
04	0,9	1,6	0,9	1,1	1,1	0,7	1,05
05	2,0	1,3	0,9	1,1	0,6	0,6	1,06
06	2,5	2,5	3,6	3,3	3,4	2,2	2,93
07	2,1	2,2	1,8	2,0	1,2	1,7	1,81
08	1,4	1,3	1,7	0,8	1,4	1,3	1,33
09	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,74
10	1,7	1,2	1,3	1,3	1,1	1,8	1,41
11	0,9	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,77
12	1,3	1,7	1,0	1,2	0,7	1,0	1,13
13	2,9	nd	2,5	2,7	nd	2,6	2,66
14	2,1	1,9	1,3	1,2	1,6	1,2	1,56
15	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,57
16	2,4	2,7	1,9	1,7	3,0	4,6	2,71
17	1,1	1,4	1,4	1,1	0,9	1,0	1,16
18	0,7	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,90
19	1,4	1,6	1,3	1,3	1,5	1,4	1,40
20	0,9	1,1	0,7	0,7	0,7	0,6	0,79
21	3,2	2,5	2,1	1,8	1,7	2,1	2,23
22	1,1	1,4	1,3	1,2	0,9	1,0	1,16
23	2,6	1,8	1,9	1,5	1,4	1,7	1,80
moyenne	1,50	1,46	1,35	1,26	1,19	1,35	1,37

méta-xylène + para-xylène

site	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6	moyenne
01	1,5	1,9	2,0	1,2	1,3	1,2	1,52
02	1,2	2,1	1,2	1,4	1,5	0,9	1,36
03	1,9	2,9	3,8	5,0	4,6	7,1	4,20
04	2,2	4,3	2,4	3,1	2,7	2,0	2,77
05	4,8	3,1	2,1	3,0	1,3	1,5	2,64
06	6,4	6,6	8,6	8,0	7,7	5,6	7,15
07	5,4	5,7	4,4	5,0	3,1	4,6	4,71
08	3,6	3,3	4,5	2,3	3,8	3,4	3,49
09	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	2,0	1,91
10	4,7	3,4	3,4	3,3	3,2	5,0	3,84
11	2,2	2,2	1,8	1,6	2,1	1,9	1,96
12	3,6	4,6	2,7	3,1	1,8	2,7	3,08
13	7,3	nd	6,3	6,8	nd	6,5	6,71
14	5,2	4,6	3,2	3,1	4,3	3,3	3,94
15	1,8	1,8	1,2	1,3	1,3	1,3	1,45
16	6,5	7,2	4,9	4,6	7,5	10,7	6,90
17	3,0	3,6	3,5	3,2	2,6	2,6	3,09
18	1,7	3,1	2,3	2,7	2,3	2,6	2,45
19	3,5	3,9	3,1	3,4	3,6	3,5	3,52
20	2,2	2,8	1,9	1,9	2,0	1,4	2,05
21	8,4	6,3	5,4	4,6	4,9	5,5	5,85
22	3,0	3,7	3,4	3,3	2,6	2,6	3,09
23	6,5	4,5	4,8	4,0	3,8	4,2	4,61
moyenne	3,86	3,80	3,42	3,37	3,16	3,57	3,58

Annexe 4 : Photographies des sites de mesure



site 01 - Vezac
ELAN - 12 hameau Louradou



site 02 - Saint-Paul-des-Landes
ESSO - 25 route d'Aurillac



site 03 - Jussac
ELAN - 9 avenue du Raux



site 04 - Jussac
TOTAL - avenue de la Prade



site 05 - Giou de Mamou
ELAN - Lavaurs



site 06 - Aurillac
ELAN - 45 avenue Jean-Batiste Veyre



site 07 - Aurillac
LECLERC - 26 rue de la Jordanne



site 08 - Aurillac
INTERMARCHÉ - 120 avenue du G^{al} Leclerc



site 09 - Aurillac
TOTAL - 16 avenue du 4 septembre



site 10 - Aurillac
ELAN - 15 boulevard Jean Jaurès



site 11 - Aurillac
TOTAL - route de Sansac



site 12 - Aurillac
GEANT - 87 avenue Charles de Gaulle



site 13 - Aurillac
ELF - 46 avenue des Pupilles de la Nation



site 14 - Aurillac
SPEEDY - 35 avenue des Pupilles de la Nation



site 15 - Aurillac
ANTAR - avenue Aristide Briand



site 16 - Aurillac
INTERMARCHÉ - 66 rue de Firminy



site 17 - Aurillac
AVIA AUTOMATIQUE – 112 avenue du G^{al} Leclerc



site 18 - Aurillac
AVIA AUTOMATIQUE – 83 avenue de Conthe



site 19 - Aurillac
TOTAL - 86 boulevard Louis Dauzier



site 20 - Aurillac
TOTAL - Les 4 chemins



site 21 - Aurillac
ATAC - rue de la Montade



site 22 - Aurillac
Boulevard de Verdun



site 23 - Aurillac
Avenue de la République (site fixe Aurillac-Centre)



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>**

4^{ème} trimestre 2007