



ASSOCIATION POUR LA MESURE DE LA POLLUTION
ATMOSPHERIQUE DE L'Auvergne

Atmo Auvergne

MEMBRE AGRÉÉ DE LA FÉDÉRATION ATMO



Rapport d'étude

État initial de la qualité de l'air le long de la future extension de l'autoroute A 719 entre Gannat et Vichy



Du 19 juin au 27 juillet 2008

Atmo Auvergne

21 Allée Évariste Galois
La Pardieu
63170 AUBIERE

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 L'ETUDE	1
1 METHODOLOGIE ET CONFIGURATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE	2
1.1 Contexte géographique.....	2
1.2 Techniques de mesure.....	2
1.3 Implantation des sites de mesure.....	4
2 EXPLOITATION DES RESULTATS DE MESURE	7
2.1 Contexte météorologique.....	7
2.2 Mesures de référence en stations fixes.....	8
2.3 Mesures de dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs	9
2.4 Mesure de dioxyde d'azote par analyseur automatique (site 12 « Maison blanche »).....	15
2.5 Mesures de benzène par échantillonneurs passifs.....	18
2.6 Mesure des autres polluants par analyseurs automatiques (site 12 « Maison blanche »)	23
2.7 Situation par rapport aux critères réglementaires	24
3 CONCLUSION	26
ANNEXES	27
ANNEXE 1 : LES MECANISMES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	28
ANNEXE 2 : LES POLLUANTS MESURES ET LEURS EFFETS	29
ANNEXE 3 : LES CRITERES REGLEMENTAIRES DE LA QUALITE DE L'AIR	32

INTRODUCTION - CONTEXTE DE L'ETUDE

La présente étude a pour objet la caractérisation de l'état initial de la qualité de l'air dans la zone concernée par le prolongement de l'autoroute A 719 entre Gannat et Vichy. Réalisée à la demande des Autoroutes Paris Rhin Rhône, cette évaluation s'inscrit dans le cadre de l'étude d'impact de ce projet d'aménagement routier. L'objectif est d'effectuer un bilan de la situation actuelle, en l'absence de tout projet, qui constituera la situation de référence pour estimer l'influence sur la qualité de l'air de l'aménagement prévu.

Dans ce but, une campagne de mesure de dioxyde d'azote et de benzène, polluants caractéristiques des émissions liées au transport routier, a été mise en œuvre du 19 juin au 17 juillet 2008. Des échantillonneurs à diffusion passive ont été disposés sur une dizaine de sites, répartis dans la zone d'emprise de la future voie, entre la fin de l'actuelle A 719 à hauteur de Gannat et le lieu dit « Maison blanche » situé le long de la RN 209. Les mesures de concentrations ainsi obtenues permettent d'analyser la répartition spatiale de la pollution atmosphérique d'origine routière sur la zone d'étude. De plus, des échantillonneurs passifs ont également été installés en zone urbanisée à Cognat-Lyonne, de façon à appréhender la répartition spatiale du dioxyde d'azote et du benzène dans la direction perpendiculaire à la voie de circulation (transect), pour mieux définir la bande d'influence de la RN 209. Enfin, un laboratoire mobile d'Atmo Auvergne équipé d'analyseurs automatiques a été mis en place au lieu dit « Maison blanche », du 5 au 27 juillet 2008, afin de connaître l'évolution temporelle du dioxyde d'azote, des particules PM10, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone à la résolution horaire, pour préciser l'évaluation du risque de dépassement des normes existantes.

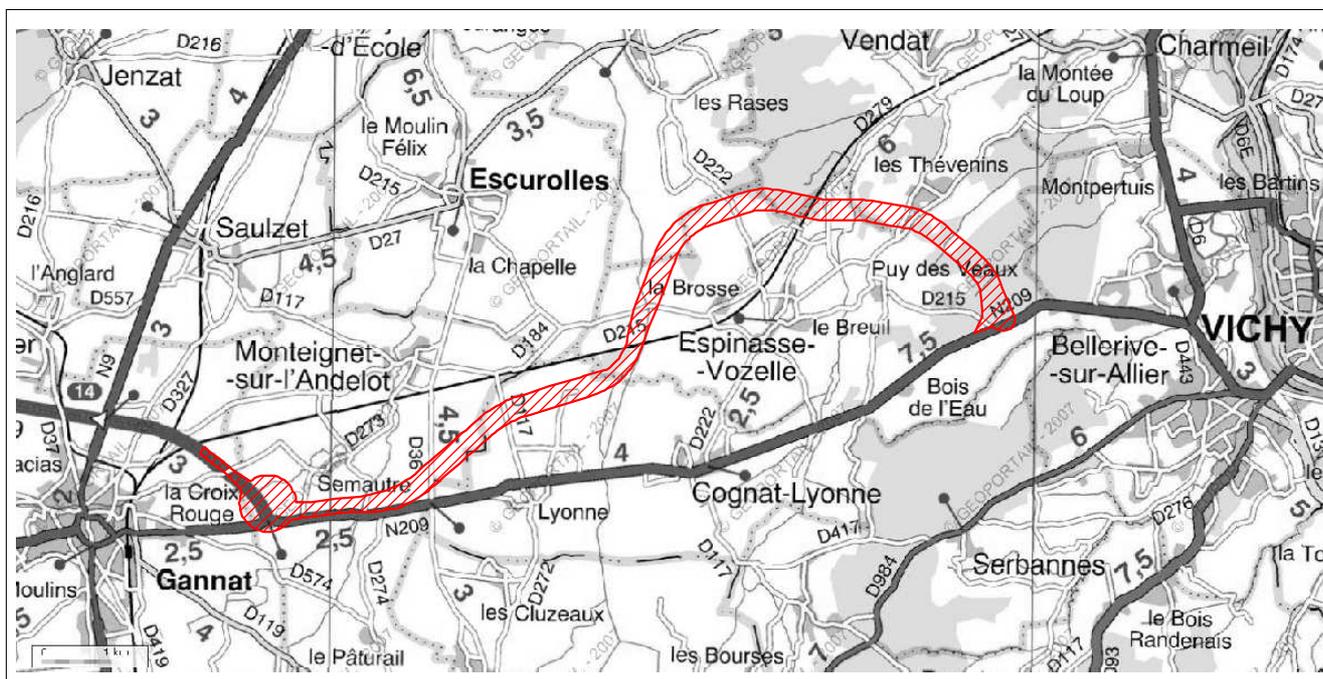
1 METHODOLOGIE ET CONFIGURATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

1.1 Contexte géographique

La bande d'étude, longue d'une quinzaine de kilomètres est située au nord de la RN 209 entre Gannat et Vichy. Elle s'étend sur les communes de Gannat, Monteignet-sur-l'Andelot, Cognat-Lyonne, Espinasse-Vozelle, Saint-Pont et Vendat. L'extrémité ouest est située à environ 2 kilomètres au nord du centre de Gannat, sur l'actuelle autoroute A 719, l'extrémité est se trouvant à 3 kilomètres à l'ouest de Bellerive-sur Allier.

La configuration topographique de la zone d'étude est caractérisée par une vaste zone de plaine, d'altitudes comprises entre 310 et 350 mètres. Cette configuration, où la voie de circulation est bien dégagée de tout relief dans toutes les directions, doit permettre une aérologie favorable à une bonne dispersion des polluants.

La figure suivante présente la localisation de la bande d'étude en hachures rouges.



Carte de localisation de la zone d'étude

1.2 Techniques de mesure

Parmi les solutions disponibles pour la mesure du dioxyde d'azote et du benzène dans l'air ambiant, les échantillonneurs passifs sont bien adaptés et 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.

De plus fine résolution temporelle, les analyseurs automatiques d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre, de monoxyde de carbone et de particules PM10 permettent d'obtenir en particulier des données de concentrations moyennes horaires. Ce type d'analyseur est utilisé dans le laboratoire mobile et dans les stations fixes du réseau d'Atmo Auvergne, notamment dans l'Allier, qui fournissent des données de référence.

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*.

Échantillonneur passif de benzène

Les échantillonneurs passifs de benzène se présentent sous la forme d'une cartouche adsorbante remplie de charbon actif (référence Radiello - code 145) 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 d'AIRPARIF.



Echantillonneurs passifs de dioxyde d'azote et de benzène

Analyseurs automatiques

L'instrumentation mise en œuvre pour la mesure automatique des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone est conforme aux méthodes normalisées spécifiées dans la réglementation européenne :

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

Pour les particules en suspension PM10 (de diamètre inférieur à 10 μm), en l'absence de méthode normalisée permettant d'obtenir une information en temps réel, une microbalance à élément oscillant (analyseur TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance) est utilisée.

Pour une meilleure cohérence avec la méthode de référence européenne (NF EN 12341 : prélèvement journalier sur filtre puis pesée), les valeurs fournies par les analyseurs TEOM sont corrigées d'un facteur additif. Cet ajustement, mis en œuvre depuis le 1^{er} janvier 2007 sur l'ensemble du territoire national, consiste à ajouter au fil de l'eau la fraction volatile des particules PM10, mesurée sur un site de référence clermontois pour l'ensemble de la région Auvergne.



Analyseurs automatiques de monoxyde de carbone et de dioxyde de soufre à l'intérieur du moyen mobile

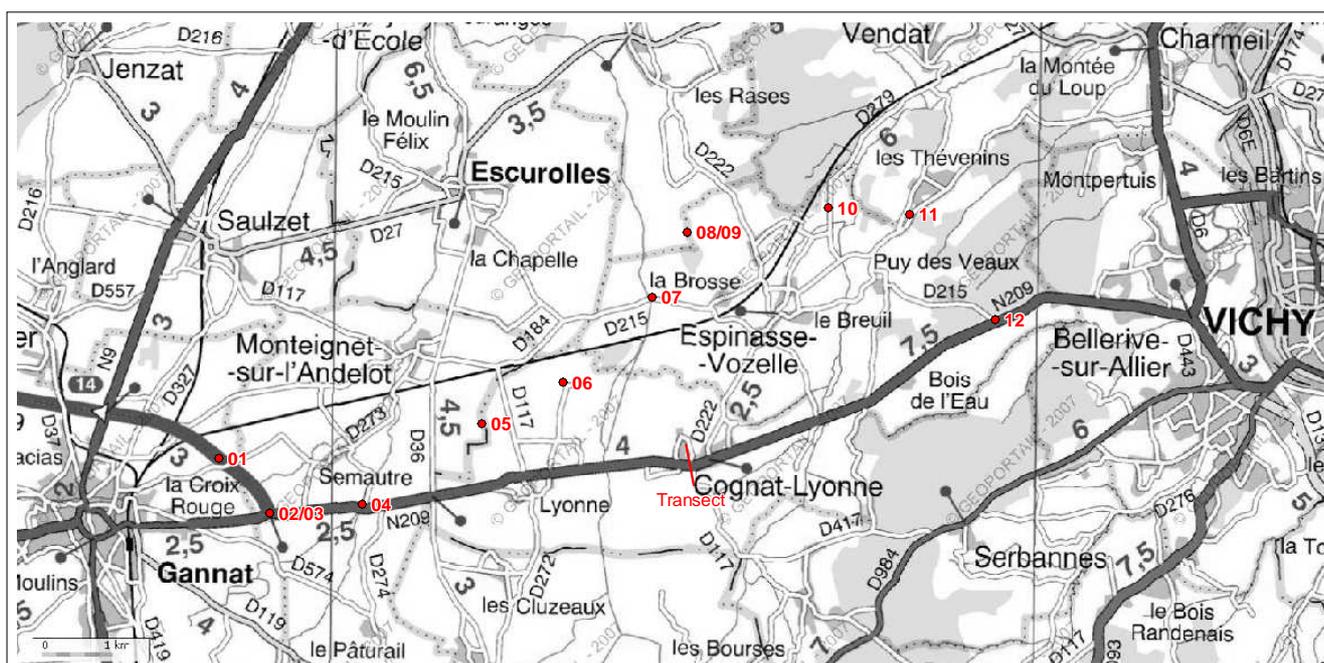
1.3 Implantation des sites de mesure

Sites de mesure par échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs de dioxyde d'azote et de benzène ont été répartis spatialement sur 17 points de mesure.

- Les sites 1, 2-3, 4 et 12 sont situés le long de l'autoroute A 719 existante et de la RN 209, dans la zone d'emprise de la future voie. Cette implantation permet de connaître les niveaux maxima de pollution imputables aux émissions du transport routier sur cet axe.
- Les sites 5 à 11, également dans la zone d'emprise, sont représentatifs des niveaux observés en situation de fond.
- Les points 13 à 19 composent un transect (ensemble de sites disposés à différentes distances de la voie de circulation, dans la direction perpendiculaire). Cette configuration permet de déterminer la zone d'influence de l'axe routier sur la qualité de l'air. Ce transect est situé en zone urbanisée.

Cet échantillonnage spatial et les données d'implantation sont présentés sur la carte et le tableau suivants.



Carte de localisation des échantillonneurs passifs

N° site	Nom	Localisation	Typologie d'implantation	Nombre de mesures
1	Autoroute A 719	Sur l'aire de secours de l'A 719 en direction de Vichy après rétrécissement des voies	Proximité A 719	1
2-3	Echangeur Gannat	Sur le panneau « Vichy Escurolles » dans le rond-point à la sortie de l'autoroute	Proximité RN 209	2
4	Moulin Barot	En direction du moulin Barot, sur le poteau à 20 m de la RN	Proximité RN 209	1
5	Bassat	Sur chemin entre champ de blé et de colza, entre 2 arbres isolés	Fond rural	1
6	Banelle	Sur poteau dans le chemin face à la route menant au hameau de Banelle	Fond rural	1
7	Les Viaules	Chemin le long du ruisseau Le Châlon, à 30 m de la D 215	Fond rural	1
8-9	Le Courtioux	Chemin entre Le Ferrage et les Grands Gaudons	Fond rural	2
10	Les Prunes	Sur la D 279 à 400 m du hameau des Prunes, sur poteau	Fond rural	1
11	Les Thévenins	Route des Thévenins sur poteau EDF	Fond rural - Habitations	1
12	Maison Blanche	Sur RN 209, sur poteau indiquant "D 215 Espinasse" à gauche direction Vichy	Proximité RN 209	1
13	Cognat-Lyonne	à 20 m de la RN 209 direction nord, sur lampadaire vert	Transect Proximité RN 209	1
14		à 50 m de la RN 209 direction nord, sur lampadaire vert	Transect habitations	1
15		à 100 m de la RN 209 direction nord, sur lampadaire vert	Transect habitations	1
16		Sur RN 209, sur lampadaire rouge face au restaurant "La Rencontre"	Proximité RN 209	1
17		à 20 m de la RN 209 direction sud, sur lampadaire vert	Transect Proximité RN 209	1
18		à 50 m de la RN 209 direction sud, sur lampadaire vert	Transect habitations	1
19		à 100 m de la RN 209 direction sud, sur panneau « Cognat-Lyonne »	Transect habitations	1

Caractéristiques d'implantation des sites d'échantillonneurs passifs

Les temps d'exposition des échantillonneurs passifs de dioxyde d'azote correspondent à quatre périodes consécutives d'une semaine, entre le 19 juin et le 17 juillet 2008, les poses et déposes ayant lieu le jeudi à la mi-journée.

Site d'implantation du camion laboratoire

L'implantation du camion laboratoire coïncide avec le site 12 de mesure par échantillonneur passif. Cet emplacement est situé sur la commune d'Espinasse-Vozelle, au lieu dit « Maison blanche », à une dizaine de mètres au sud de la RN 209. Les mesures ont été réalisées sur ce site du 5 au 27 juillet, période couvrant la quatrième série d'exposition des échantillonneurs passifs.



Implantation du laboratoire mobile d'Atmo Auvergne au lieu dit « Maison blanche »

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

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

Dans la présente étude, les stations de référence sont :

- la station de proximité automobile de Montluçon-centre, située Place Louis Bavay,
- la station urbaine de Montluçon-Château, située sur l'esplanade du Château,
- la station rurale de Busset, au sud de Vichy, où la mesure d'oxydes d'azote est réalisée depuis janvier 2008.

2 EXPLOITATION DES RESULTATS DE MESURE

2.1 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 de Vichy-Charmeil (indicatif 03060001, latitude de 46°10'00"N, longitude de 03°24'00"E, altitude de 249 m), sont reportées dans le tableau suivant. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles.

Série A 19 au 26 juin	Série B 26 juin au 3 juillet	Série C 3 au 10 juillet	Série D 10 au 17 juillet	normales climatiques de juin	normales climatiques de juillet.
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	--

Température						
Température maximale (moyenne en °C)	32.1	33.2	27.3	30.5	22.5	25.8
Température moyenne (moyenne en °C)	22.3	21.5	17.3	17.8	16.5	19.3
Température minimale (moyenne en °C)	10.5	11.1	10.5	7.6	10.5	12.7
Nombre de jours avec :						
température maximale >= 30°C	4	2	0	1	1.7	5.5
température maximale >= 25°C	6	7	2	3	9.3	17.8
température minimale <= 0°C	0	0	0	0	0	0
Précipitations						
Hauteur cumulée (mm)	0.2	82.2	21.6	13.2	77.8	65.2
Nombre de jours avec :						
hauteur quotidienne >= 1 mm	0	2	4	4	9.8	7.8
hauteur quotidienne >= 5 mm	0	1	1	1	5.1	3.6
hauteur quotidienne >= 10 mm	0	1	0	0	2.4	2.0
Insolation						
Durée d'insolation cumulée (heures)	61	82	46	56	207.7	247.5
Vent						
Vitesse du vent (moyenne en m/s)	1.5	1.6	1.8	1.6	2.1	2.1
Nombre de jours avec :						
rafales >= 16 m/s	0	1	0	0	1.2	1.4
rafales >= 28 m/s	0	0	0	0	0	0.1

Première série : du 19 au 26 juin 2008

La première série de mesure se déroule sous des conditions nettement plus chaudes que les normales de juin, les températures maximales étant supérieures à 30°C durant quatre jours. Le soleil est généreux et seule la fin de période connaît une épaisse couverture nuageuse qui ne donne que quelques gouttes, tandis que le vent demeure faible.

Deuxième série : du 26 juin au 3 juillet 2008

Les matinées restent fraîches mais l'amplitude thermique est importante, les températures maximales étant toutes supérieures à 25°C. L'insolation est généreuse jusqu'au dernier jour de juin. Une nette dégradation début juillet apporte de copieux arrosages, notamment le 2 juillet qui enregistre 78 mm de précipitations, avec d'importantes rafales de vent.

Troisième série : du 3 au 10 juillet 2008

La troisième série de mesure se déroule dans une atmosphère fraîche et pluvieuse. A l'exception des 4 et 9 juillet il pleut tous les jours et l'insolation est médiocre. Cette semaine est la plus ventée de la campagne, même si le vent demeure modéré, les rafales ne dépassant pas 12 m/s.

Quatrième série : du 10 au 17 juillet 2008

Cette période est particulièrement nuageuse. Seules 38 minutes d'insolation sont enregistrées le 13 juillet, tandis que les précipitations dominent. Les températures minimales sont inférieures aux normales. On relève par exemple moins de 8°C les matins des 14 et 15 juillet.

2.2 Mesures de référence en stations fixes

Les relevés des stations fixes permettent de situer les niveaux de pollution durant la campagne de mesure par rapport aux niveaux habituellement observés. Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote correspondant aux quatre périodes d'exposition des échantillonneurs passifs sont présentées dans le tableau suivant. Elles sont comparées aux valeurs obtenues sur la période 2003-2007. Les concentrations sont exprimées en microgrammes de dioxyde d'azote par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles.

Station	Montluçon centre	Montluçon Château	Busset
Typologie d'implantation	proximité automobile	urbaine	rurale
Série A 19 au 26 juin	36	22	3
Série B 26 juin au 3 juillet	33	19	3
Série C 3 au 10 juillet	26	16	1
Série D 10 au 17 juillet	27	23	2
moyenne 19 juin – 17 juillet 2008	30	20	2
moyenne mensuelle en juin (2003-2007)	28	22	nd
moyenne mensuelle en juillet (2003-2007)	24	18	nd
moyenne annuelle (2003-2007)	34	23	nd

Concentrations en dioxyde d'azote observées sur les stations fixes

D'une façon générale, l'évolution de la pollution au dioxyde 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, et des conditions de dispersion des polluants dans l'atmosphère, globalement moins favorables en situation anticyclonique hivernale.

Ainsi, les mois d'été présentent généralement des niveaux inférieurs à la moyenne annuelle, ce qui se vérifie effectivement sur les données acquises pendant la durée de cette campagne.

Sur la station fixe de proximité automobile de Montluçon-centre, les concentrations moyennes mesurées durant la campagne de mesure, du 19 juin au 17 juillet 2008, sont supérieures aux valeurs relevées en juin et juillet sur la période 2003-2007. Cette comparaison montre un écart maximum au cours de la première série de mesure, du 19 au 26 juin, avec des niveaux supérieurs de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (près de 40 %) à la moyenne mensuelle habituellement observée en juin. Sur la station urbaine de Montluçon Château, la concentration moyenne de la campagne est similaire à celle observée à la même époque de l'année entre 2003 et 2007.

Les très faibles concentrations relevées sur la station fixe de Busset traduisent l'absence de pollution azotée en milieu rural, généralement préservé des principales sources d'émission.

2.3 Mesures de dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs

Validation des mesures

Blancs de terrain

Les blancs de terrain sont des tubes passifs qui suivent les mêmes manipulations que les échantillons (stockage, transport sur site puis envoi au laboratoire), sans par contre être exposés. Ils permettent de vérifier que les tubes ne sont pas contaminés pendant ces différentes étapes.

Un blanc a été réalisé lors de chaque série pour le dioxyde d'azote.

Les masses de dioxyde d'azote obtenues sur les blancs et les concentrations équivalentes sont indiquées dans le tableau suivant :

	Série A	Série B	Série C	Série D	Moyenne
Masse de NO ₂ (µg)	0.0	0.023	0.0	0.0025	0.0065
Concentration équivalente de NO ₂ (µg/m ³)	0.0	1.9	0.0	0.2	0.5

La moyenne des résultats obtenus sur les blancs est soustraite aux valeurs des échantillons.

L'ensemble des blancs montre une contamination faible représentant 4% des concentrations moyennes pour le dioxyde d'azote.

Analyse des valeurs en doublons

Certaines mesures ont été réalisées en doublon afin de contrôler la répétabilité des mesures et de valider les données.

Les sites référencés 2 et 3 (en situation de proximité automobile) et 8 et 9 (en situation de fond) ont ainsi été équipés de 2 échantillonneurs passifs placés l'un à côté de l'autre.

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

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

L'évaluation des écarts relatifs ER pour le dioxyde d'azote est présentée dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³) :

		Série A 19 au 26 juin	Série B 26 juin au 3 juillet	Série C 3 au 10 juillet	Série D 10 au 17 juillet
site 2-3	concentration éch. passif 2	36	26	24	26
	concentration éch. passif 3	36	32	25	26
	moyenne	36	29	25	26
	ER	0%	11%	4%	0%
site 8-9	concentration éch. passif 8	2	4	nd	2
	concentration éch. passif 9	6	9	2	nd
	moyenne	4	6	nd	nd
	ER	50%	38%	nd	nd

Analyse des mesures de dioxyde d'azote sur les sites équipés de doublons

Les écarts relatifs très faibles obtenus sur le site du rond-point de l'échangeur de Gannat sont inférieurs à l'incertitude de mesure admise pour cette technique (10 à 20 %), confirmant ainsi une bonne répétabilité des mesures. Par contre, sur le site du Courtioux, en fond rural, les niveaux sont extrêmement faibles et les écarts relatifs élevés calculés sur les 2 séries au cours desquelles ce calcul a été possible (lors des 2 dernières séries, la présence d'insectes dans l'un des tubes a empêché toute analyse) sont difficilement exploitables. En effet, il s'agit de niveaux proches du seuil de détection de la méthode et l'incertitude sur ces résultats est extrêmement élevée. Il est cependant à noter que l'écart absolu sur ce site ne dépasse pas 5 µg/m³.

Comparaison avec l'analyseur automatique

L'équipement du site 12 « Maison blanche » en échantillonneur passif et en analyseur automatique de dioxyde d'azote, installé dans le laboratoire mobile, permet de comparer les deux techniques de mesure. Cette comparaison, également effectuée à partir des écarts relatifs, est présentée dans le tableau suivant, où les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube d'air (µg/m³).

	Série D 10 au 17 juillet
concentration échantillonneur passif 12	22
concentration analyseur automatique	17
ER	23 %

*Comparaison échantillonneur passif / analyseur automatique
pour les mesures de dioxyde d'azote sur le site 12*

L'écart relatif obtenu atteint la valeur assez élevée de 23 %. L'écart absolu entre l'échantillonneur passif et la référence constituée par l'analyseur automatique demeure cependant largement inférieur à 10 µg/m³. Il est important de noter que le laboratoire mobile se trouvait à une dizaine de mètres de la voie, isolé de celle-ci par une haie, alors que l'échantillonneur passif était implanté en limite immédiate de voirie. Par ailleurs, des problèmes de climatisation ont amené à invalider un certain nombre de données de l'analyseur automatique.

Résultats des relevés de dioxyde d'azote par échantillonnage passif

Les résultats détaillés des concentrations en dioxyde d'azote, exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³), pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans le tableau suivant. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles, essentiellement en raison de vandalisme, ou bien de la présence d'eau ou d'insectes dans l'échantillonneur.

Des moyennes spatiales sont calculées en réalisant un regroupement des sites d'échantillonnage par typologie d'implantation :

- tubes à proximité d'axes de circulation importants (A719, RN209) : 01, 02-03, 04, 12, 13, 16, 17
- tubes en fond rural ou urbain : 05, 06, 07, 08-09, 10, 11, 14, 15, 18, 19

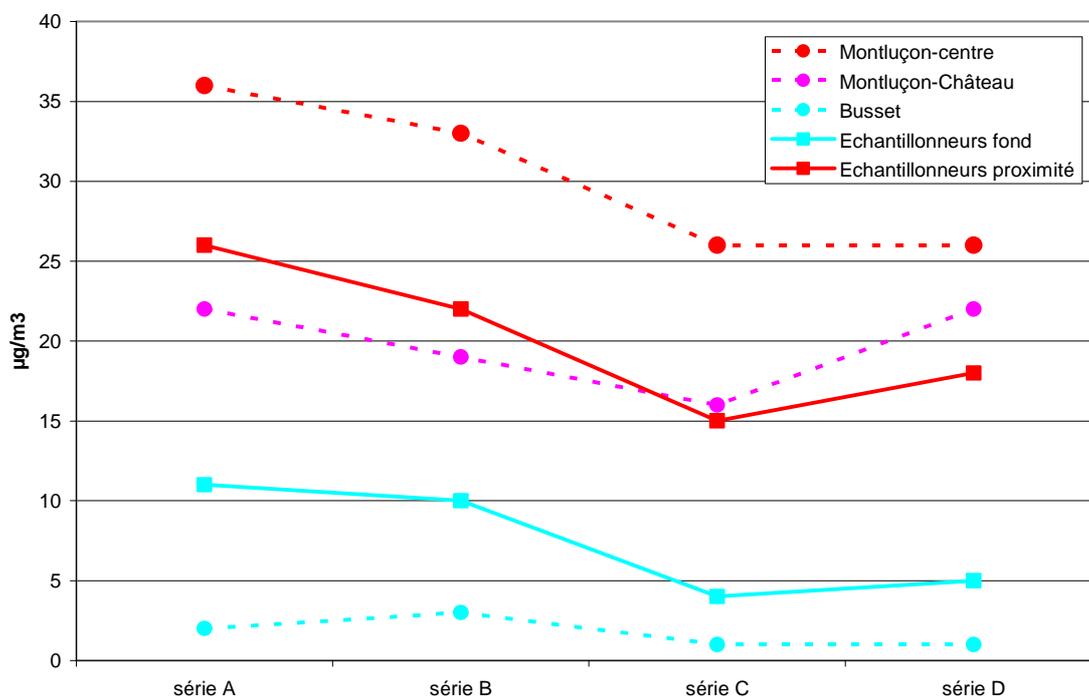
Les valeurs mesurées durant les mêmes périodes sur les stations fixes sont également reportées.

Site	Série A 19 au 26 juin	Série B 26 juin au 3 juillet	Série C 3 au 10 juillet	Série D 10 au 17 juillet	Moyenne
01	22	22	8	13	16
02-03	36	29	25	26	29
04	17	11	11	8	12
05	13	8	6	11	9
06	16	7	2	3	7
07	11	9	4	2	6
08-09	4	7	2	2	4
10	11	9	1	3	6
11	9	13	9	5	9
12	24	32	20	22	25
13	20	12	10	7	12
14	10	11	9	6	9
15	15	11	6	3	9
16	28	28	12	25	23
17	nd	16	10	16	14
18	17	13	3	9	11
19	14	13	3	6	9
Moyenne	17	15	9	11	13
Moyenne fond	11	10	4	5	8
Moyenne proximité	26	22	15	18	20
Laboratoire mobile	nd	nd	nd	17	nd
Montluçon-centre	36	33	26	27	30
Montluçon-Château	22	19	16	23	20
Busset	3	3	1	2	2

*Concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur les échantillonneurs à diffusion passive
Comparaison avec les analyseurs en stations fixes*

Évolution temporelle

L'évolution temporelle des concentrations en dioxyde d'azote observées en moyenne sur les deux typologies d'échantillonneurs passifs est représentée sur la figure suivante, accompagnée des valeurs relevées sur les stations fixes.



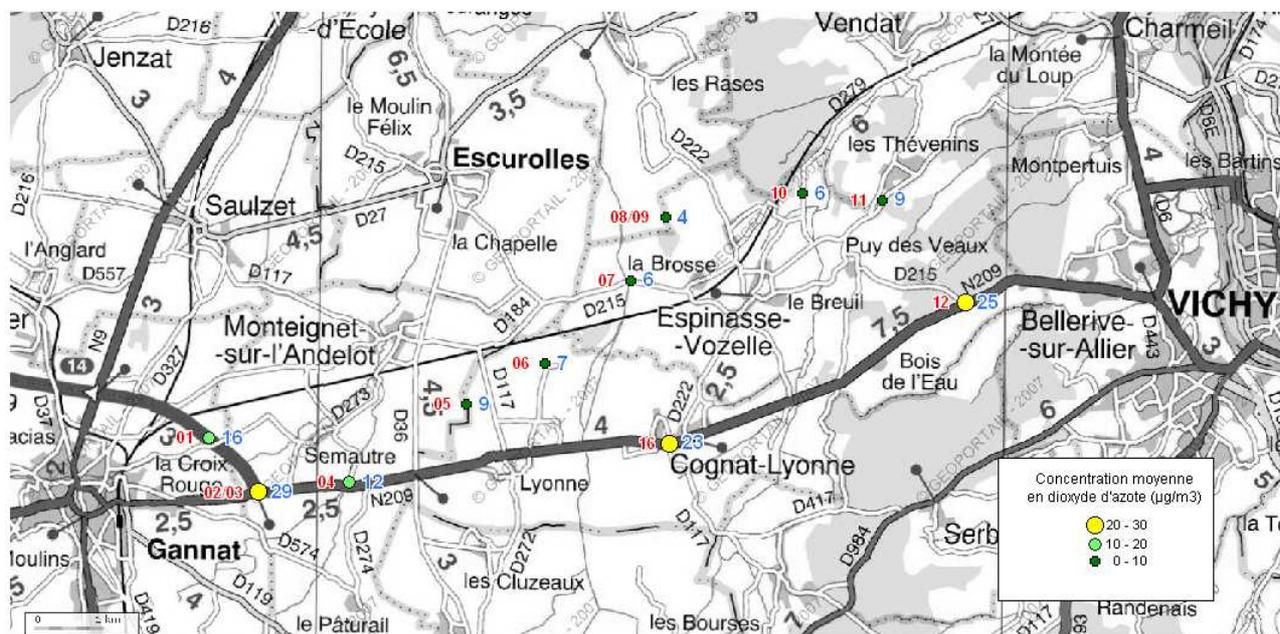
Évolution temporelle des concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur les échantillonneurs passifs et sur les analyseurs en stations fixes

La teneur moyenne en dioxyde d'azote observée dans la zone d'étude, pour chaque série de mesure, est modérée, pour les échantillonneurs proches des axes de circulation principaux à faible pour ceux situés en fond. Dans le premier cas, les sites proches des axes, les tubes enregistrent des résultats inférieurs d'environ 30 % aux niveaux relevés sur la station fixe de proximité automobile de Montluçon-centre. Les résultats sont d'ailleurs très proches de ceux relevés par la station urbaine de fond de Montluçon Château. De ce fait, il apparaît que l'impact des axes routiers étudiés (A 719 et RN 209) est réel mais s'apparente, notamment du fait de la bonne dispersion des polluants le long de ces axes, à une pollution de fond urbaine. Dans le second cas, en situation de fond, les concentrations sont de l'ordre de celles enregistrées par la station rurale de Busset. Les teneurs sont très faibles, l'essentiel de la différence de résultats entre la zone d'étude et la station permanente étant due au fait que certains échantillonneurs, notamment sur le transect, sont impactés légèrement par les axes de circulation. Ces résultats confirment la quasi-absence de pollution azotée comme cela est habituellement observé en milieu rural, la station de Busset étant une référence en la matière.

Globalement, les évolutions temporelles au cours des 4 séries de mesure sont bien corrélées avec une tendance à la baisse lors de la première partie de l'étude suivie d'une certaine hausse. Cette évolution s'explique principalement par les différentes conditions météorologiques observées au long des 4 semaines de relevés.

Répartition spatiale sur la bande d'étude

La répartition spatiale des niveaux moyens de dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure, du 19 juin au 17 juillet, est représentée sur la cartographie suivante. Les numéros des sites de mesure figurent en rouge et les concentrations, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont indiquées en bleu.

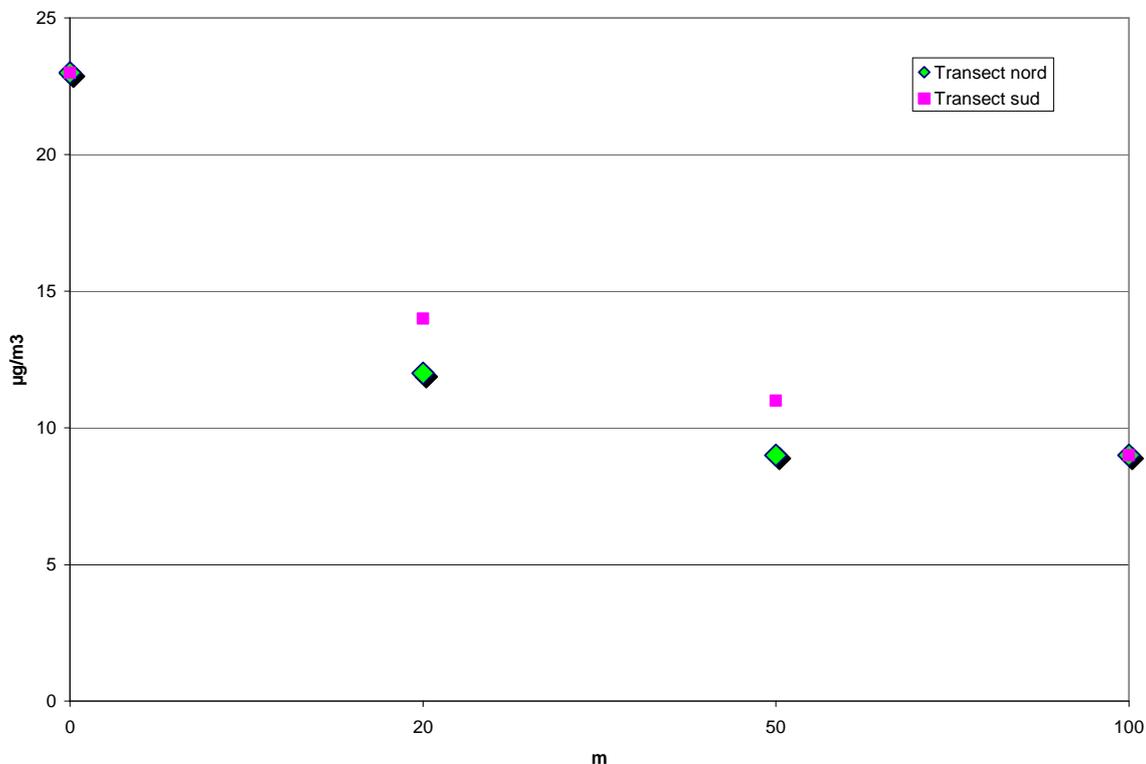


Répartition spatiale des concentrations moyennes en dioxyde d'azote

La répartition géographique des concentrations moyennes sur la zone d'étude est relativement simple : plus le site est éloigné, en ligne droite, des axes principaux et plus la teneur en dioxyde d'azote est faible. Ceci est particulièrement vrai lorsque l'on s'intéresse aux emplacements de fond, c'est-à-dire les échantillonneurs n° 5 à 11 et ceci, même si les valeurs relevées sont très faibles. D'autre part, l'impact de la RN 209 est relativement homogène, et modéré, sur la zone d'étude aux conditions de circulation près : $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne à Cognat-Lyonne alors que les véhicules ont une allure modérée dans un centre-bourg, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la Maison blanche, emplacement devant lequel la circulation s'effectue à une vitesse de croisière, $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au rond-point de Gannat, portion de décélération-accélération des véhicules. La teneur faible relevée le long de l'A 719 (tube n° 1) peut s'expliquer par la bonne ventilation du site et le fait que l'emplacement choisi se trouvait dans le sens de la descente, moins propice aux émissions des moyens de transport motorisés. Quant à l'emplacement n° 4, il était à une vingtaine de mètres de la voie, ce qui a un impact certain, à la baisse, sur les concentrations, comme ceci est démontré ci-après.

Évolution spatiale des concentrations en dioxyde d'azote dans la direction perpendiculaire à la RN 209

La zone d'influence de la RN 209 sur le champ de pollution azotée peut être déterminée par l'analyse de la relation entre la teneur mesurée et la distance à l'axe routier. C'est le but des mesures effectuées sur les sites disposés en transect. Cette mise en relation est illustrée sur la figure suivante, où les concentrations moyennes en dioxyde d'azote, exprimées en microgrammes par mètre cube (en ordonnées) sont représentées en fonction de la distance à la RN 209 (en abscisses), exprimée en mètres, dans la commune de Cognat-Lyonne :



Concentrations en dioxyde d'azote en fonction de la distance à la RN 209 à Cognat-Lyonne

La représentation graphique montre, pour l'ensemble des mesures, une décroissance de la concentration en dioxyde d'azote quand on s'éloigne de la RN 209. Les valeurs tendent vers le niveau rural de fond, atteint à une distance voisine de 100 m. La décroissance se fait de façon équivalente au nord et au sud de la voie, à l'incertitude de mesure près. Ainsi, il peut être considéré que l'influence de la RN 209 sur le champ de pollution azotée s'exerce principalement sur une bande très limitée de 20 à 30 m de large de part et d'autre de la voie de circulation.

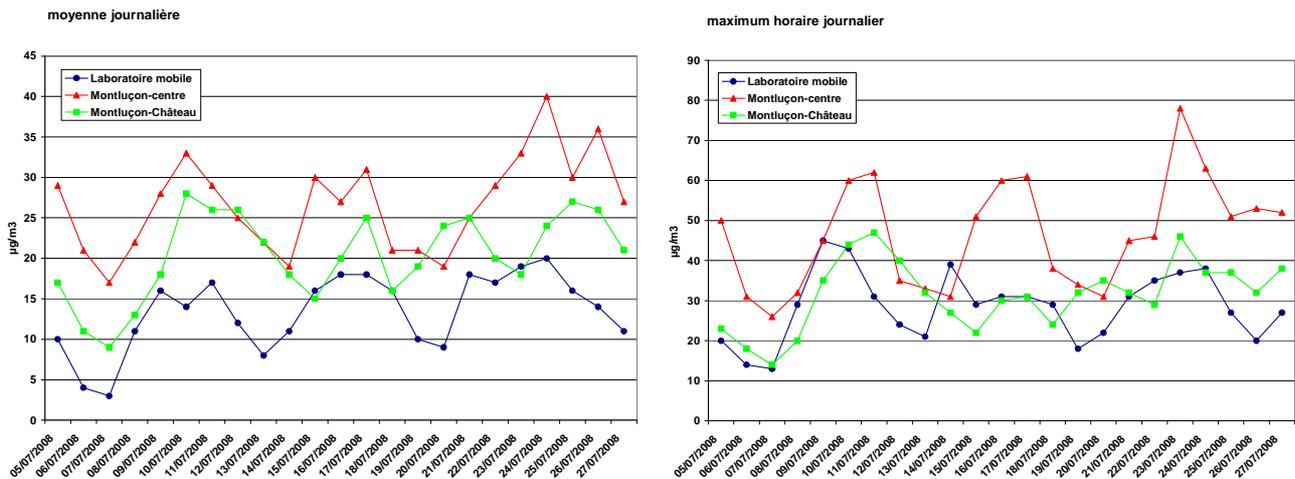
2.4 Mesure de dioxyde d'azote par analyseur automatique (site 12 « Maison blanche »)

Évolution temporelle des moyennes journalières et maxima horaires journaliers

Les moyennes journalières et maxima horaires journaliers des concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site 12 « Maison blanche », avec l'analyseur automatique qui équipe le laboratoire mobile, sont présentés dans le tableau et les figures ci-après. Les valeurs correspondantes observées sur les analyseurs automatiques des stations fixes de référence sont également reportées. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Date	moyenne journalière			maximum horaire journalier		
	laboratoire mobile	Montluçon Château	Montluçon centre	laboratoire mobile	Montluçon Château	Montluçon centre
samedi 5 juillet 2008	10	17	29	20	23	50
dimanche 6 juillet 2008	4	11	21	14	18	31
lundi 7 juillet 2008	3	9	17	13	14	26
mardi 8 juillet 2008	11	13	22	29	20	32
mercredi 9 juillet 2008	16	18	28	45	35	45
jeudi 10 juillet 2008	14	28	33	43	44	60
vendredi 11 juillet 2008	17	26	29	31	47	62
samedi 12 juillet 2008	12	26	25	24	40	35
dimanche 13 juillet 2008	8	22	22	21	32	33
lundi 14 juillet 2008	11	18	19	39	27	31
mardi 15 juillet 2008	16	15	30	29	22	51
mercredi 16 juillet 2008	18	20	27	31	30	60
jeudi 17 juillet 2008	18	25	31	31	31	61
vendredi 18 juillet 2008	16	16	21	29	24	38
samedi 19 juillet 2008	10	19	21	18	32	34
dimanche 20 juillet 2008	9	24	19	22	35	31
lundi 21 juillet 2008	18	25	25	31	32	45
mardi 22 juillet 2008	17	20	29	35	29	46
mercredi 23 juillet 2008	19	18	33	37	46	78
jeudi 24 juillet 2008	20	24	40	38	37	63
vendredi 25 juillet 2008	16	27	30	27	37	51
samedi 26 juillet 2008	14	26	36	20	32	53
dimanche 27 juillet 2008	11	21	27	27	38	52
Moyenne	13	20	27	28	32	46
Maximum	20	28	40	45	47	78

*Concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site 12 « Maison blanche » (laboratoire mobile)
Comparaison avec les analyseurs en stations fixes de l'agglomération montluçonnaise*



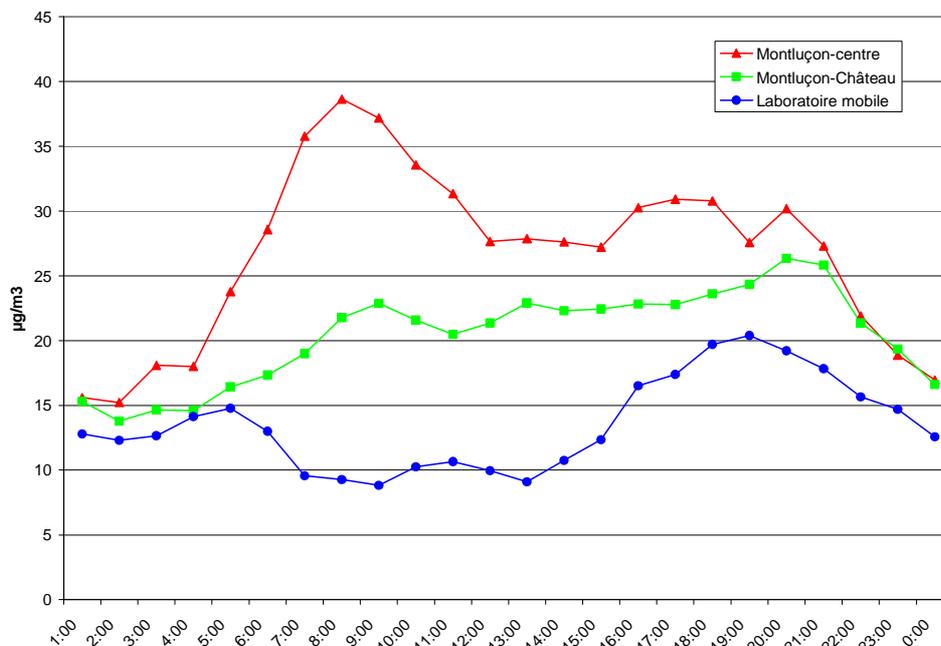
*Concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site 12 « Maison blanche » (laboratoire mobile)
 Comparaison avec les analyseurs en stations fixes de l'agglomération montluçonnaise*

L'évolution des moyennes et maxima horaires journaliers observés sur les analyseurs automatiques du laboratoire mobile et des stations de référence entre le 5 et le 27 juillet 2008 traduit, entre autres, l'influence des paramètres météorologiques sur la pollution azotée au cours de la campagne de mesure avec une succession de passages nuageux et pluvieux et de temps plus stables. Les niveaux relevés sur les trois sites sont globalement bien corrélés. Les conditions générales furent propices à une dispersion correcte de la pollution. Il est également possible de retrouver sur ces graphes la plus faible pollution du week-end, généralement moins circulé.

En moyenne sur l'ensemble de la période de mesure, les teneurs observées sur le site du laboratoire mobile sont inférieures d'environ 35 % aux niveaux urbains montluçonnais (station Montluçon Château) et d'environ 50 % aux niveaux de proximité automobile de cette ville (station Montluçon-centre). Les maxima sont, quant à eux, proches des valeurs relevés à Montluçon Château et inférieurs d'environ 40 % à celles de Montluçon-centre. L'impact de la RN 209 se fait donc plus sentir sur les niveaux les plus forts, traduisant des vagues de circulation plus importantes à certaines heures. Plusieurs maxima journaliers sont même équivalents à ceux relevés sur la station de proximité montluçonnaise. C'est le cas des 8, 9 et 14. Dans ce dernier cas le chiffre est même supérieur le long de la RN 209, probablement d'une part de la faible activité dans la ville et d'autre part de la circulation inter-urbaine non négligeable de « loisirs » au cours de ce jour férié. Les chiffres demeurent assez modérés dans l'absolu (pour mémoire le déclenchement de la procédure d'information de la population s'effectue au-dessus de 200 µg/m³).

Profils journaliers des concentrations horaires

Le profil moyen journalier des concentrations horaires en dioxyde d'azote, établi du 5 au 27 juillet 2008 avec l'analyseur automatique qui équipe le laboratoire mobile, est présenté sur la figure suivante. Les profils correspondants observés sur les stations fixes de référence sont également reportés. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Profil journalier des concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site 12 « Maison blanche » (laboratoire mobile)
Comparaison avec les analyseurs en stations fixes de l'agglomération montluçonnaise

Sur les deux sites de mesure montluçonnais, le profil journalier des concentrations horaires présente un caractère bimodal, surtout marqué sur la station proche de la circulation. Ce profil typique à deux maxima, l'un en début de matinée et l'autre en fin d'après-midi, s'explique conjointement par les évolutions au cours de la journée :

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

Le profil journalier relevé sur le site de « Maison blanche » est différent en ceci qu'il présente une hausse des teneurs en soirée mais avec une absence de pointe matinale. L'influence de la RN 209 ayant été montré précédemment, il serait intéressant de connaître la répartition temporelle de la circulation sur cet axe qui doit très probablement influencer sur cette courbe atypique. Nous ne disposons malheureusement que du chiffre global du trafic moyen journalier annuel qui s'établit à 8 000 véhicules par jour dont 10 % de poids lourds.

2.5 Mesures de benzène par échantillonneurs passifs

Validation des mesures

Blancs de terrain

A l'instar du dioxyde d'azote, un blanc a été réalisé lors de chaque série pour le benzène. La moyenne des résultats obtenus sur les blancs est soustraite aux valeurs des échantillons.

Les masses de benzène obtenues sur les blancs et les concentrations équivalentes sont indiquées dans le tableau suivant :

	Série A	Série B	Série C	Série D	Moyenne
Masse de benzène (μg)	nd	0.014	0.017	0.054	0.028
Concentration équivalente de benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	nd	0.05	0.06	0.19	0.1

L'ensemble des blancs montre une contamination moyenne représentant 15 % des concentrations pour le benzène. La valeur absolue de ces blancs reste très faible.

Analyse des valeurs en doublons

Pour le benzène comme pour le dioxyde d'azote, les sites référencés 2 et 3 ainsi que 8 et 9 ont été équipés de 2 échantillonneurs passifs placés l'un à côté de l'autre.

L'évaluation des écarts relatifs ER pour le benzène est présentée dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) :

		Série A 19 au 26 juin	Série B 26 juin au 3 juillet	Série C 3 au 10 juillet	Série D 10 au 17 juillet
site 2-3	concentration éch. passif 2	1.3	0.6	0.8	0.8
	concentration éch. passif 3	1.1	1.1	0.6	0.7
	moyenne	1.2	0.85	0.7	0.75
	ER	8%	29%	14%	7%
site 8-9	concentration éch. passif 8	0.8	0.9	0.6	0.6
	concentration éch. passif 9	0.7	0.7	0.4	0.4
	moyenne	0.75	0.8	0.5	0.5
	ER	7%	12%	20%	20%

Analyse des mesures de benzène sur le site équipé de doublon

Les écarts relatifs obtenus, très faibles à faibles, demeurent généralement inférieurs à l'incertitude de mesure admise pour cette technique (10 à 20 %), confirmant ainsi une bonne répétabilité des mesures. Seul le doublon de la série B sur le site 2-3 présente un écart plus important pour des valeurs cependant faibles.

Résultats des relevés de benzène par échantillonnage passif

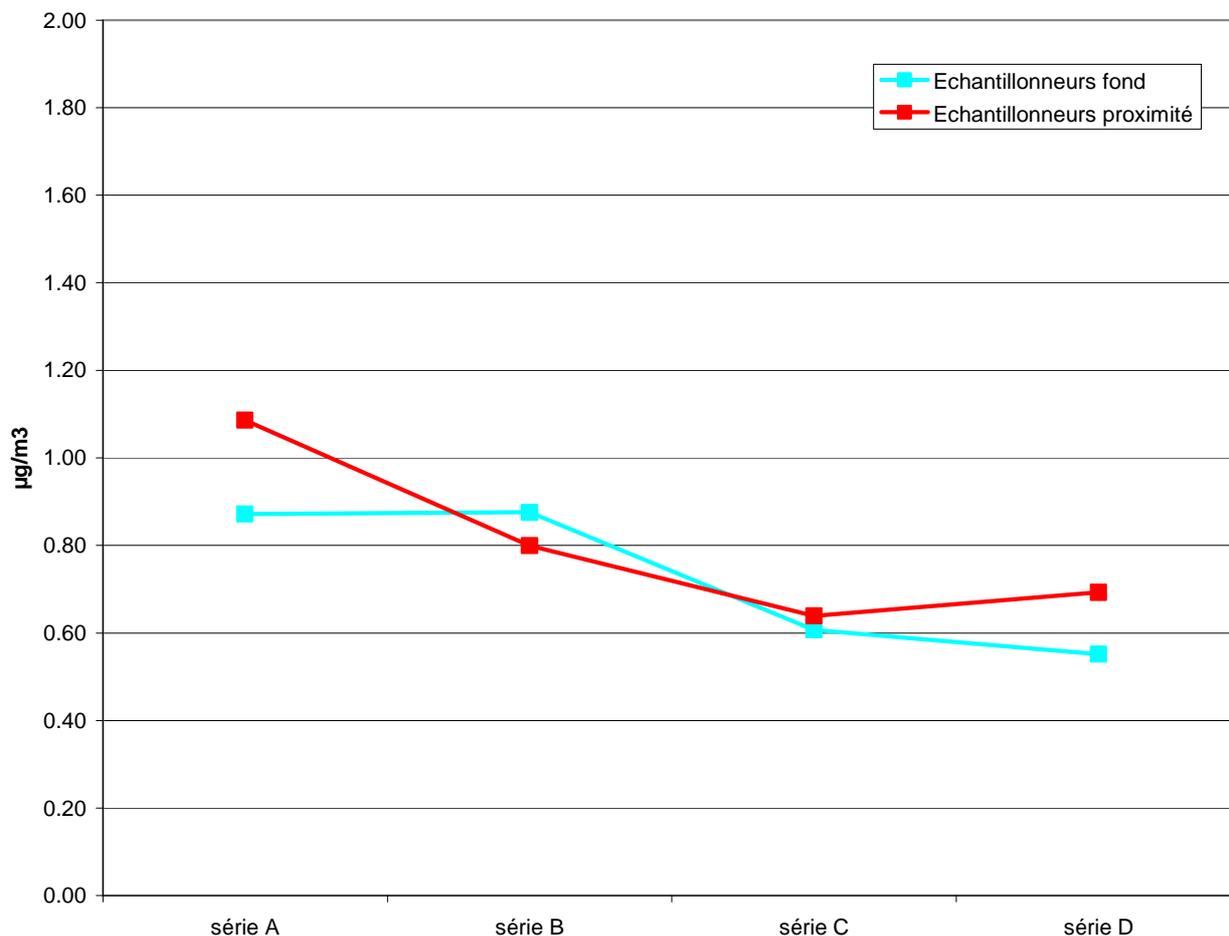
Les résultats détaillés des concentrations en benzène, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans le tableau suivant. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles, essentiellement en raison de vandalisme, ou bien de la présence d'eau ou d'insectes dans l'échantillonneur. Les valeurs mesurées durant les mêmes périodes sur les stations fixes sont également reportées.

Site	Série A 19 au 26 juin	Série B 26 juin au 3 juillet	Série C 3 au 10 juillet	Série D 10 au 17 juillet	Moyenne
01	1.7	0.5	0.4	0.5	0.8
02-03	1.2	0.9	0.7	0.8	0.9
04	0.5	1.2	0.7	0.5	0.7
05	0.9	1.2	0.9	0.7	0.9
06	0.7	0.8	0.6	0.6	0.7
07	0.8	0.9	0.4	0.5	0.7
08-09	0.8	0.8	0.5	0.5	0.6
10	0.9	0.8	nd	0.4	0.7
11	0.8	0.7	0.7	0.5	0.7
12	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8
13	0.9	0.6	0.7	0.7	0.7
14	1.2	0.9	0.6	0.4	0.8
15	0.8	0.9	0.6	0.7	0.8
16	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9
17	1.1	0.7	0.6	0.6	0.8
18	0.7	0.9	0.7	0.5	0.7
19	1.4	0.9	0.5	0.7	0.9
Moyenne	1.0	0.8	0.6	0.6	0.76
Moyenne fond rural	0.9	0.9	0.6	0.6	0.73
Moyenne proximité	1.1	0.8	0.6	0.7	0.80

Concentrations en benzène mesurées sur les échantillonneurs à diffusion passive

Évolution temporelle

L'évolution temporelle des concentrations en benzène observées en moyenne sur l'ensemble des échantillonneurs passifs est représentée sur la figure suivante.



Évolution temporelle des concentrations en benzène mesurées sur les échantillonneurs passifs

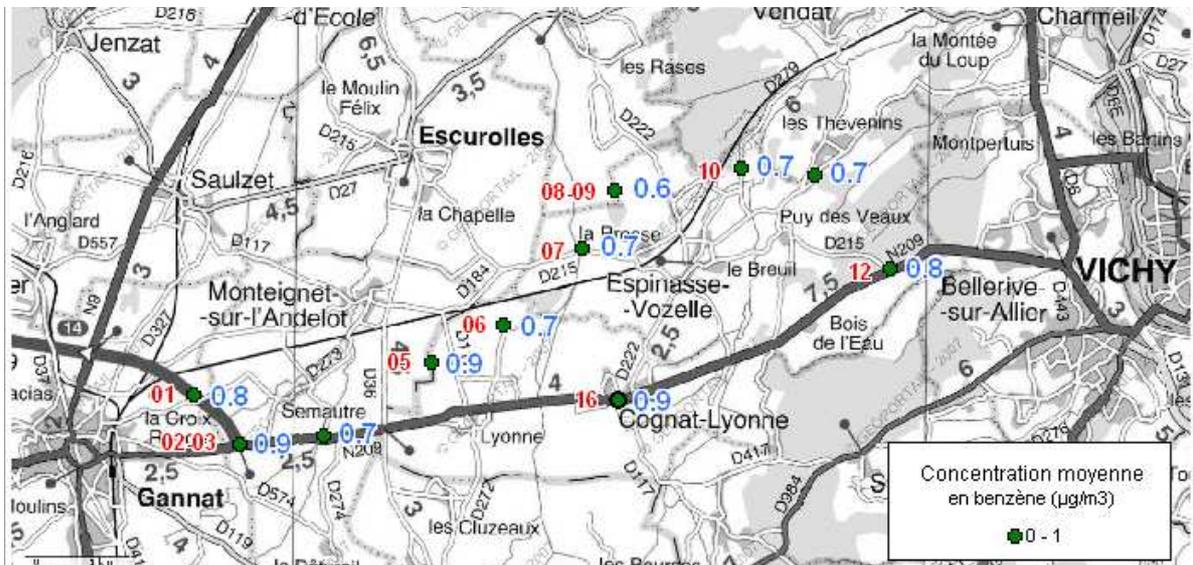
La principale information apportée par ces relevés est la quasi-absence de nuance entre les sites de fond ruraux et ceux à proximité du trafic. Lors de la série B, les échantillonneurs disposés en fond enregistrent même une moyenne supérieure à ceux implantés proche du trafic. La baisse de la teneur de benzène dans les carburants explique très probablement cet état de fait. Il est donc possible, à partir de ces données, de considérer que l'impact des axes de circulation est faible voir négligeable concernant ce polluant.

La teneur moyenne en benzène observée dans la zone d'étude, pour chaque série de mesure, est faible. Les niveaux oscillent entre 30 et 50 % de l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³ annuellement ce qui augure du respect de cette norme.

Globalement, les évolutions temporelles au cours des 4 séries de mesure se rapprochent de celles évoquées pour le dioxyde d'azote à savoir une tendance à la baisse lors de la première partie de l'étude suivie d'une certaine hausse.

Répartition spatiale

La répartition spatiale des niveaux moyens de benzène sur l'ensemble de la campagne de mesure, du 19 juin au 17 juillet, est représentée sur la cartographie suivante. Les numéros des sites de mesure figurent en rouge et les concentrations, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont indiquées en bleu.

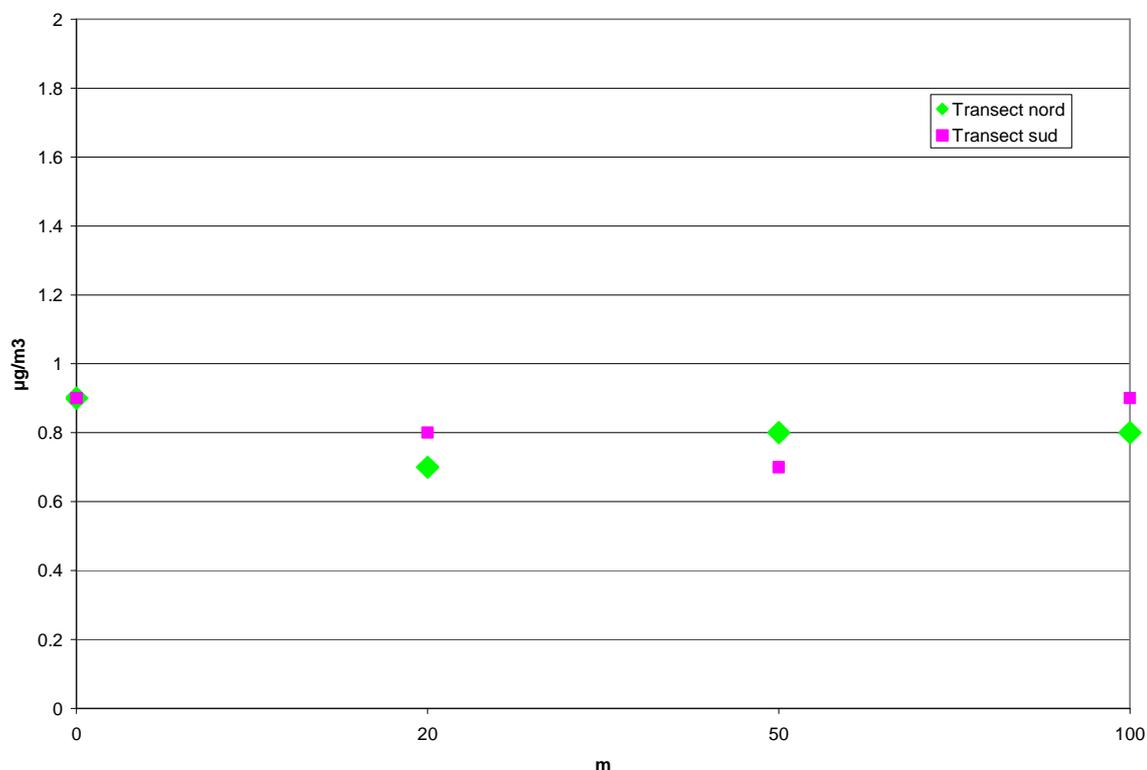


Répartition spatiale des concentrations moyennes en benzène

Logiquement, étant donné ce qui a été évoqué plus avant, la répartition linéaire des concentrations moyennes sur la zone d'étude est extrêmement homogène. Tous les sites d'échantillonnage présentent une exposition faible, les concentrations moyennes étant comprises, selon les postes d'observation entre 0,6 et 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'impact des voies de circulation est négligeable.

Évolution spatiale des concentrations en benzène dans la direction perpendiculaire à la RN 209

La zone d'influence de la RN 209 sur le champ de pollution en benzène peut être déterminée par l'analyse de la relation entre la teneur mesurée et la distance à l'axe routier. C'est le but des mesures effectuées sur les sites disposés en transect. Cette mise en relation est illustrée sur la figure suivante, où les concentrations moyennes en benzène, exprimées en microgrammes par mètre cube (en ordonnées) sont représentées en fonction de la distance à la RN 209 (en abscisses), exprimée en mètres, dans la commune de Cognat-Lyonne :



Concentrations en benzène en fonction de la distance à la RN 209 à Cognat-Lyonne

Comme l'on pouvait s'y attendre, l'éloignement à la voie n'a pas de véritable impact sur la concentration en benzène, que l'on a trouvé homogène par ailleurs sur la zone d'étude. Aucune tendance ne se dégage sur ces transects.

Indice Pollution Population (IPP)

Cet indicateur doit permettre la comparaison entre l'état de référence et l'état après réalisation de l'aménagement. Il est basé sur un critère d'émission et sur la répartition spatiale de la population sur la zone d'étude et en particulier le long des voies de circulation. Il utilise comme indicateur le benzène.

Au vu des résultats enregistrés et des conclusions qui en découlent, dont la principale est l'absence d'impact de la voirie existante sur les niveaux de benzène, y compris aux abords de l'A 719, probablement du fait des nouvelles compositions des carburants incluant une moindre proportion de benzène, il n'apparaît pas judicieux de calculer l'IPP à partir de ce polluant.

Il semblerait plus intéressant de prendre le dioxyde d'azote comme référence. Cependant, dans l'hypothèse où cette proposition serait retenue, un délai de mise en place de cet indicateur serait nécessaire afin de disposer des données permettant les calculs, principalement l'ensemble des émissions linéaires en provenance des infrastructures routières concernées ainsi que la répartition de la population sur la zone d'étude.

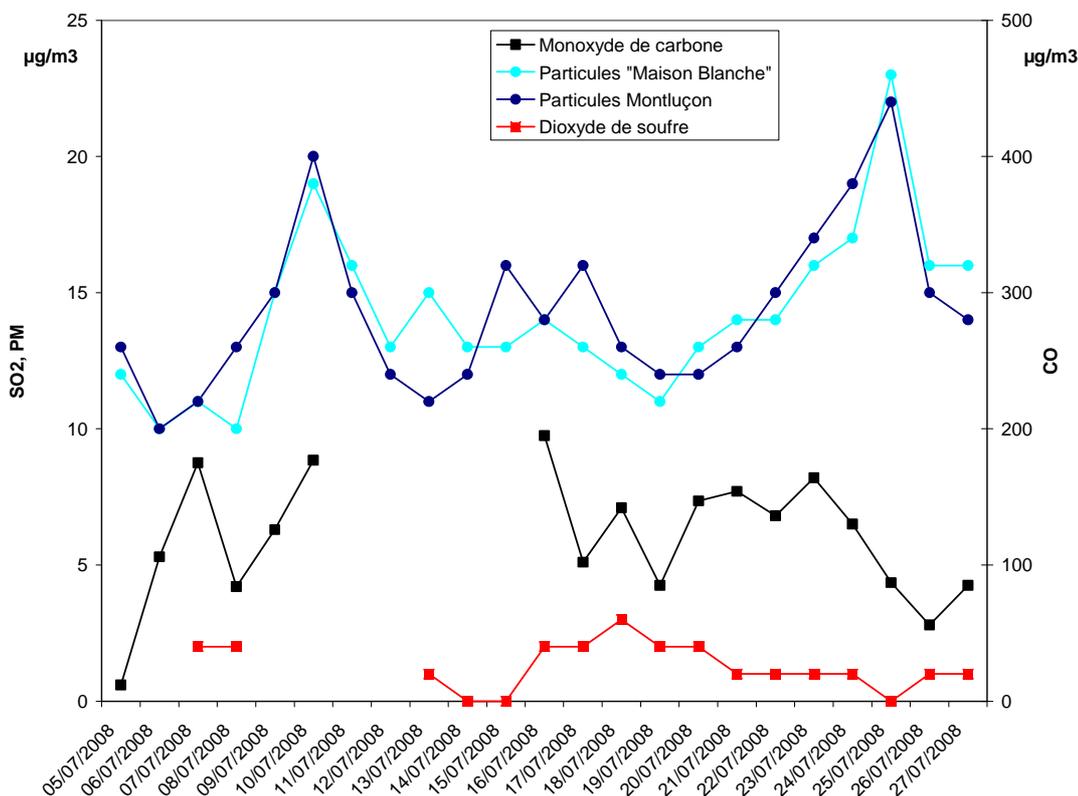
2.6 Mesure des autres polluants par analyseurs automatiques (site 12 « Maison blanche »)

Evolution temporelle des moyennes journalières

Les moyennes journalières des concentrations en dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et particules en suspension PM10 mesurées sur le site 12, avec les analyseurs automatiques qui équipent le laboratoire mobile, sont présentées dans le tableau et les figures ci-après. Les valeurs de particules PM10 observées sur les analyseurs automatiques de la station fixe de référence de Montluçon-centre sont également reportées. Les concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

date	Dioxyde de soufre	Monoxyde de carbone	particules en suspension PM10	
	laboratoire mobile	laboratoire mobile	laboratoire mobile	Montluçon centre
samedi 5 juillet 2008	nd	12	12	13
dimanche 6 juillet 2008	nd	106	10	10
lundi 7 juillet 2008	2	175	11	11
mardi 8 juillet 2008	2	84	10	13
mercredi 9 juillet 2008	nd	126	15	15
jeudi 10 juillet 2008	nd	177	19	20
vendredi 11 juillet 2008	nd	nd	16	15
samedi 12 juillet 2008	nd	nd	13	12
dimanche 13 juillet 2008	1	nd	15	11
lundi 14 juillet 2008	0	nd	13	12
mardi 15 juillet 2008	0	nd	13	16
mercredi 16 juillet 2008	2	195	14	14
jeudi 17 juillet 2008	2	102	13	16
vendredi 18 juillet 2008	3	142	12	13
samedi 19 juillet 2008	2	85	11	12
dimanche 20 juillet 2008	2	147	13	12
lundi 21 juillet 2008	1	154	14	13
mardi 22 juillet 2008	1	136	14	15
mercredi 23 juillet 2008	1	164	16	17
jeudi 24 juillet 2008	1	130	17	19
vendredi 25 juillet 2008	0	87	23	22
samedi 26 juillet 2008	1	56	16	15
dimanche 27 juillet 2008	1	85	16	14
moyenne	1	120	14	14
maximum	3	195	23	22

Concentrations en dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et particules en suspension PM10 mesurées sur le site 12 « Maison blanche » (laboratoire mobile)



Evolution des concentrations en dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et particules en suspension PM10 mesurées sur le site 12 « Maison blanche » (laboratoire mobile) et des particules en suspension PM10 relevées à la station Montluçon-centre

Les niveaux de monoxyde de carbone et de dioxyde de soufre sont extrêmement bas et n'appellent aucun commentaire. Les concentrations de particules ont un profil temporel identique et sont équivalentes en valeur à celles enregistrées à la station permanente de Montluçon-centre. Celle-ci est en situation de proximité au trafic et l'on retrouve donc l'impact de la RN 209 à « Maison blanche ». En effet, la répartition des particules est assez homogène dans la région et dépend plus de la typologie des sites (rural, urbain, trafic, industriel) que du contexte géographique. Cependant, la station Montluçon-centre, relève une pollution modérée dans l'absolu pour la typologie trafic, ce qui tend à montrer que, sans nier l'impact sur les particules de la RN 209, celui-ci reste contenu.

2.7 Situation par rapport aux critères réglementaires

Les critères réglementaires nationaux relatifs aux concentrations en polluants dans l'air ambiant sont présentés en annexe 3. Ils sont généralement définis en terme de paramètres statistiques calculés sur une année complète de mesure, comme par exemple 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. Cette généralisation peut s'appuyer sur la comparaison avec les stations fixes du réseau auvergnat, constituant la référence. L'historique des valeurs enregistrées sur ce réseau pérenne permet, en effet, de positionner les niveaux de pollution par rapport aux différents critères réglementaires.

Dioxyde d'azote

Les concentrations en dioxyde d'azote observées sur le site 12 « Maison blanche » avec l'analyseur automatique du laboratoire mobile sont inférieures aux niveaux urbains de l'agglomération de Montluçon en terme de moyenne et équivalente en terme de maxima. Ces dernières années, la moyenne annuelle des concentrations enregistrées sur la station fixe de Montluçon-Château se situe autour de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit environ la moitié de la valeur limite 2010 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ce résultat laisse supposer un large respect de cette valeur limite sur le site 12, et donc sur l'ensemble de la zone d'étude où les échantillonneurs passifs ont permis de mesurer une exposition moindre ou légèrement supérieure (site 02-03).

La durée limitée de cette campagne de mesure ne permet pas de totalement exclure des dépassements ponctuels du seuil de recommandation et d'information ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire). La comparaison avec les teneurs montluçonnaises, où cette valeur a été approchée en décembre 2006 lors de conditions météorologiques extrêmement pénalisantes ($194 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 29 décembre 2006), indique que de tels dépassements demeurent cependant très peu probables. Ils seraient alors limités à une zone géographique restreinte, au plus près des voies de circulation de la RN 209.

Le centile 99,8 des concentrations horaires correspond à la valeur dépassée dans 0,2 % des cas, soit 18 fois pour un échantillon complet de 8 760 observations horaires sur une année. La valeur limite de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour ce centile est ainsi respectée si le nombre annuel de dépassements de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire est inférieur à 18. La comparaison avec les stations fixes montluçonnaises, où la valeur maximale observée depuis 2000 pour le centile 99,8 est de $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site de proximité automobile, laisse présager un large respect de la valeur limite sur la zone d'étude.

Benzène

En moyenne entre le 19 juin et le 17 juillet 2008, la concentration en benzène mesurée avec les échantillonneurs passifs est de $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avec un maximum hebdomadaire sur un site de $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, et donc la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle à l'horizon 2010, définis pour ce polluant, sont très probablement respectés sur l'ensemble de la zone d'étude.

Particules en suspension PM10

Les concentrations moyennes journalières en particules PM10 sur le site 12 sont comparables aux niveaux de proximité automobile relevés sur la station fixe de Montluçon-centre. L'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (et donc la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) ainsi que la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le centile 90,4 des concentrations journalières, toujours respectés depuis 2000 à Montluçon, le sont très probablement sur la zone d'étude.

Dioxyde de soufre et monoxyde de carbone

Pour l'ensemble de la campagne, les relevés de dioxyde de soufre et monoxyde de carbone restent inférieurs respectivement à 5 et $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces valeurs extrêmement faibles permettent de conclure à un large respect des critères réglementaires définis pour ces deux polluants.

3 CONCLUSION

Dans le cadre de l'évaluation préliminaire de la qualité de l'air dans la zone concernée par le prolongement de l'autoroute A 719 entre Gannat et Vichy, Atmo Auvergne, à la demande des Autoroutes Paris Rhin Rhône, a mis en œuvre une campagne de différents polluants du 19 juin au 27 juillet 2008.

C'est ainsi que, du 19 juin au 17 juillet, des échantillonneurs passifs de dioxyde d'azote et de benzène ont été exposés en 17 points le long ou à proximité immédiate du projet de tracé afin d'évaluer les niveaux actuels de ces polluants. Parallèlement, du 5 au 27 juillet, un moyen mobile de l'association a été mis en œuvre au lieu-dit « Maison blanche » où doit aboutir la future autoroute. Les oxydes d'azote, les particules en suspension de taille inférieure à 10 µm, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone ont fait l'objet de relevés en continu au cours de cette période.

Les mesures de concentrations, obtenues au moyen d'échantillonneurs à diffusion passive, permettent de caractériser la pollution atmosphérique liée au transport routier le long de la RN 209 et en zone de fond rural ou à proximité d'habitations, zone devant être affectée par le nouvel aménagement.

Les résultats enregistrés montrent des niveaux très faibles en monoxyde de carbone et en dioxyde de soufre. Concernant le benzène, les teneurs sont également très faibles et il n'a pas été possible d'établir un impact de la voirie existante certainement du fait de la composition actuelle des carburants incluant un taux de benzène beaucoup plus faible qu'auparavant.

Les relevés de poussières sont équivalents à ceux effectués sur la station de proximité au trafic de la ville de Montluçon. La répartition de ce polluant est assez homogène sur la région selon les typologies de sites et le fait que le poste montluçonnais ne dépasse pas les critères réglementaires incite à tirer la même conclusion pour celui de « Maison blanche », ceci sans cacher l'impact réel de la RN 209 sur la qualité de l'air vis-à-vis de ce polluant.

Les niveaux de dioxyde d'azote indiquent un impact réel de la voirie existante (A 719 et RN 209) même si celui-ci est limité en valeur absolue. La réalisation d'un transect dans le village de Cognat-Lyonne montre que cet impact est également limité spatialement à une bande d'une vingtaine de mètres de part et d'autre de la chaussée. Les relevés en continu font ressortir des niveaux moyens inférieurs à ceux enregistrés en milieu urbain et des maxima équivalents à une station urbaine dans une ville moyenne. Ils dénotent également un profil atypique avec une élévation des niveaux en soirée, sans pointe matinale. Il serait intéressant de croiser ces relevés avec les profils de circulation à « Maison blanche ».

A partir de ces résultats, il semble que les seuls polluants dont les niveaux sont affectés par les voies actuelles soient le dioxyde d'azote et les particules, ceci de façon modérée. C'est donc plus particulièrement ces deux polluants qu'il conviendra de suivre à l'issue de la mise en service du prolongement de l'A 719. C'est également pourquoi il est proposé de calculer l'Indicateur Pollution Population en prenant comme référence le dioxyde d'azote et non le benzène.

Enfin, l'ensemble de ces données laisse penser que les critères réglementaires pour tous les polluants surveillés au cours de cette campagne doivent très certainement être respectés.

Annexes

ANNEXE 1 : LES MECANISMES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

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.

Emissions

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 POLLUANTS MESURES ET LEURS EFFETS

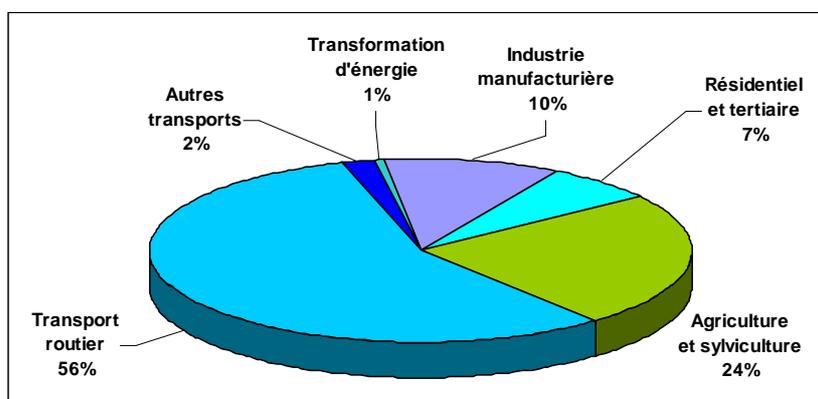
Les oxydes d'azote (NO_x)

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.

Origine

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

En Auvergne, les émissions annuelles (référence 2000) d'oxydes d'azote s'élèvent à plus de 30 000 tonnes, ce qui représente environ 2,2 % du total national. La répartition sectorielle (source : CITEPA) montre que les sources liées au transport routier sont largement majoritaires, constituant plus de la moitié des émissions.



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

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.

Sur l'environnement

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

Le Benzène (C₆H₆)

Ce polluant fait partie des composés organiques volatils (COV), molécules organiques constituées principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ce sont des hydrocarbures aromatiques monocycliques.

Origine

Le benzène est un liquide volatil, avec une odeur aromatique. La formule brute de la molécule de benzène, composée de carbone et d'hydrogène, est C_6H_6 . En fonction de l'environnement, du climat et de la concentration d'autres polluants sa durée de vie dans l'atmosphère varie de quelques heures à quelques jours. La réaction avec les radicaux hydroxyle est sa voie de dégradation la plus importante, mais il peut également être lessivé de l'air par la pluie car il est légèrement soluble dans l'eau.

Le benzène peut être émis par des sources industrielles (synthèse chimique d'hydrocarbures, fours de cokerie...). Cependant, à l'échelle nationale, dans les rejets atmosphériques, sur un total de 40 000 tonnes en 2002 en France, les principales contributions sont celles du secteur résidentiel/tertiaire (combustion de biomasse, avec près de 60 % des émissions nationales en 2002) et des transports routiers (combustion d'hydrocarbures, environ 25 % des émissions) (Source INERIS, 2006). Présent à l'origine dans les carburants, le benzène est également produit par les processus de combustion à l'intérieur du moteur. La pollution d'origine automobile est donc mixte : carburant et moteur. Enfin en atmosphère urbaine, il provient aussi de l'évaporation des carburants automobiles lors de leur stockage, de leur transport et de leur distribution.

Effets

Le benzène est classé cancérigène chez l'homme d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

La voie principale d'exposition au benzène chez l'homme est l'inhalation. Bien que le pétrole représente une source importante d'émissions atmosphériques du benzène (plus de 80 %), il est responsable de moins de 20 % du benzène inhalé par les êtres humains. La cigarette est la principale source de l'exposition des êtres humains au benzène.

Très lipophile et faiblement soluble dans l'eau, le benzène est distribué dans les tissus riches en graisse : tissus adipeux et moelle osseuse. Il est oxydé dans le foie en phénol qui subit des transformations aboutissant à des métabolites toxiques.

Les poussières en suspension PM10

Les particules en suspension dans l'air peuvent être de diamètre très variable. On distingue les PM 10, de diamètre inférieur à 10 μm , des PM 2.5, inférieures à 2,5 μm .

Origine

Elles peuvent être aussi bien d'origine anthropique (combustion, incinération) que naturelle (soulèvement de poussières, éruptions volcaniques dans certaines régions du globe).

Effets

Les plus grosses particules ($> 10 \mu m$) sont arrêtées par les voies aériennes supérieures alors que les plus petites peuvent, surtout chez les enfants et les personnes âgées, pénétrer jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Les poussières provoquent de fortes irritations pulmonaires et accroissent les difficultés respiratoires. De plus, les poussières véhiculent d'autres composés chimiques comme les H.A.P. (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), ce qui peut les rendre cancérigènes.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Origine

Issu de la combustion des fuels et du charbon contenant des impuretés soufrées : $S + O_2 \Rightarrow SO_2$.

En zone urbaine, les principales sources sont le chauffage domestique ou collectif et les véhicules à moteur diesel. Ce polluant est relativement soluble. En cas d'humidité, il se transforme en acide sulfurique, qui contribue aux pluies acides.

En Auvergne, les industries sont responsables à hauteur de 60 % des émissions, suivies du secteur tertiaire et résidentiel pour 24 %, les transports représentant moins de 10% des émissions.

Effets

Ce gaz est très irritant pour les voies respiratoires. Il provoque chez l'homme des toux et des gênes respiratoires. Il contribue au dépérissement forestier par les pluies acides, ainsi qu'à la dégradation des monuments en pierre.

Le monoxyde de carbone (CO)

C'est un gaz incolore, inodore et inflammable.

Origine

Le CO est issu de la combustion incomplète des produits carbonés. Les principales sources en Auvergne sont le secteur résidentiel et tertiaire et le trafic routier. Les émissions annuelles de la région en monoxyde de carbone s'élèvent à près de 156 000 tonnes, ce qui représente environ 2,3 % du total national.

Effets

A forte teneur (1 000 mg/m³), le CO peut être mortel. En effet, il se fixe sur l'hémoglobine du sang à la place de l'O₂, empêchant l'oxygénation de l'organisme. A plus faibles concentrations, il peut être la source, entre autres, d'effets cardio-vasculaires, sensoriels et dans une moindre mesure de maux de tête et de vomissements. De plus, le CO se transforme en CO₂, principal gaz à effet de serre.

ANNEXE 3 : LES CRITERES REGLEMENTAIRES DE LA QUALITE 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 ;
- **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.

Critères nationaux pour les polluants mesurés

polluant	critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en µg/m³)	remarque
Dioxyde d'azote	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,8 horaire (18 heures de dépassement dans l'année)	200	200 si l'épisode de pollution perdue sur plusieurs jours
		moyenne annuelle	40	
	Objectif de qualité	moyenne annuelle	40	
	Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	200	
	Seuil d'alerte	moyenne horaire	400 / 200	
Benzène	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	5	
	Objectif de qualité	moyenne annuelle	2	
PM 10	Objectif de qualité	moyenne annuelle	30	
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	40	
		centile 90,4 journalier (35 jours de dépassement dans l'année)	50	
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité	moyenne annuelle	50	
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,7 horaire	350	
		centile 99,2 journalier	125	
	Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	300	
Seuil d'alerte	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives	500		
Monoxyde de carbone	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne sur 8 heures	10 000	



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>

3^{ème} trimestre 2008