



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

Fédération des associations de  
surveillance de la qualité d'air



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](mailto:contact@atmoauvergne.asso.fr)  
web : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

---

## **Rapport d'étude**

### **Caractérisation de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 dans l'agglomération Clermontoise**

**29 avril 2008 - 18 janvier 2009**

## Table des matières

<b>Introduction - contexte de l'étude</b> .....	<b>3</b>
<b>Méthodologie et configuration de la campagne de mesure</b> .....	<b>4</b>
<i>Contexte géographique</i> .....	4
<i>Techniques de mesure</i> .....	5
<i>Implantation des sites de mesure</i> .....	6
<b>Exploitation des résultats de mesure</b> .....	<b>8</b>
<i>Dioxyde d'azote</i> .....	8
<i>Particules en suspension PM10</i> .....	11
<i>Benzène</i> .....	13
<i>Dioxyde de soufre</i> .....	14
<i>Monoxyde de carbone</i> .....	14
<i>Ozone</i> .....	14
<i>Situation par rapport aux critères réglementaires</i> .....	15
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe 1 : Les mécanismes de la pollution atmosphérique</b> .....	<b>19</b>
<b>Annexe 2 : Les critères réglementaires de la qualité de l'air</b> .....	<b>20</b>

## Introduction - contexte de l'étude

La présente étude a pour objet la caractérisation de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 (Bourges / Clermont-Ferrand) à la traversée de l'agglomération Clermontoise, sur les communes de Gerzat et Clermont-Ferrand, dans le département du Puy-de-Dôme (63).

Réalisée en concertation avec la société des *Autoroutes Paris-Rhin-Rhône* (APRR), concessionnaire en charge de l'exploitation de l'autoroute A71, cette évaluation s'inscrit dans le cadre des orientations proposées dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air en Auvergne, document réglementaire qui décrit l'évolution souhaitable, sur la période 2005-2010, de la stratégie de surveillance de la pollution atmosphérique mise en œuvre par Atmo Auvergne. En effet, parmi les préconisations, il est jugé nécessaire d'accroître la connaissance de la qualité de l'air le long des principaux axes routiers, et notamment dans les espaces interurbains. Pour cela, sont envisagés :

- d'une part la programmation de campagnes de mesure temporaires visant à caractériser l'impact des principaux axes routiers,
- d'autre part la création d'une station pérenne de surveillance des niveaux de pollution en bordure d'autoroute, dans l'agglomération clermontoise.

Dans ce contexte, une campagne de mesure des principaux polluants réglementés a été réalisée, par l'implantation du laboratoire mobile d'Atmo Auvergne successivement sur trois sites en bordure de l'A71. Sur chaque site, les concentrations en oxydes d'azote, dioxyde de soufre, benzène, monoxyde de carbone, ozone et particules en suspension ont été enregistrées pendant deux mois au moyen d'analyseurs automatiques.

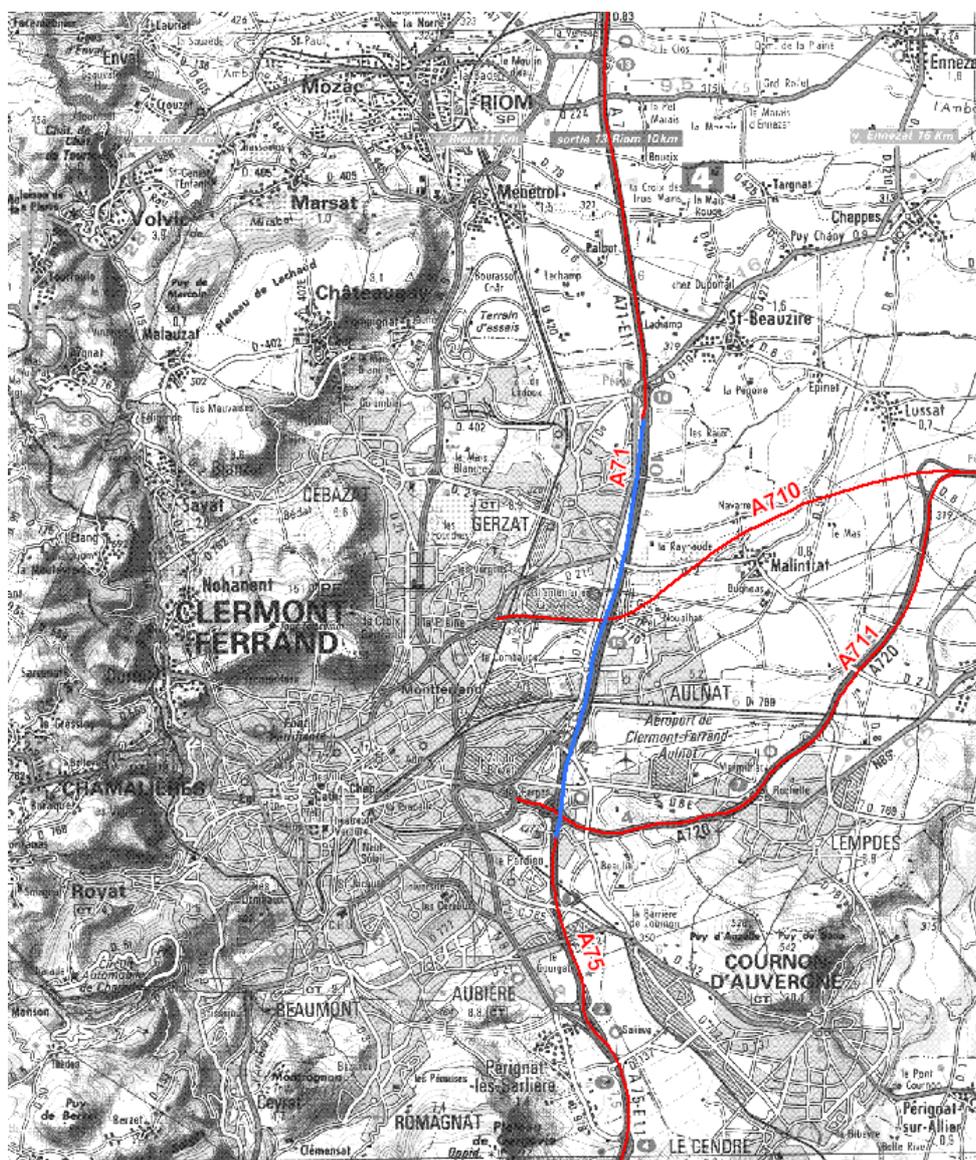
### Contexte géographique

La zone d'étude correspond à l'emprise de l'autoroute A71 entre la barrière de péage au Nord, sur la commune de Gerzat, et la jonction avec l'autoroute A75 au Sud, en bordure Est de la commune de Clermont-Ferrand.

Ce tronçon autoroutier s'insère essentiellement entre la bordure Est des zones d'activités industrielles, commerciales et tertiaires (des Pradeaux à Gerzat, des Gravanches, de la Combaude et du Brézet à Clermont-Ferrand) et la zone aéroportuaire d'Aulnat.

La faible distance entre la zone d'étude et le centre urbain clermontois laisse supposer une influence non négligeable des émissions atmosphériques urbaines pour des vents de secteurs Sud-Ouest à Ouest. La situation topographique en dehors de la demi-cuvette clermontoise, bien dégagée à petite échelle dans toutes les directions, est relativement favorable à la dispersion des polluants.

Le réseau autoroutier (tracé rouge) et la zone d'étude (tracé bleu) sont présentés sur la figure suivante :



Carte de situation de la zone d'étude

## Techniques de mesure

L'instrumentation mise en œuvre pour la mesure automatique des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, de l'ozone, du monoxyde de carbone et du benzène 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 ozone par photométrie U.V. (NF EN 14625),
- mesurage de la concentration en monoxyde de carbone par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif (NF EN 14626),
- mesurage de la concentration en benzène - prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site (NF EN 14662 - partie 3).

Pour les particules en suspension PM10 (de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$ ), en l'absence de méthode normalisée permettant d'obtenir une information en temps réel, l'appareil automatique utilisé est une microbalance à élément oscillant (analyseur TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance). Une correction est appliquée dans un second temps pour obtenir l'équivalence avec la méthode normalisée européenne :

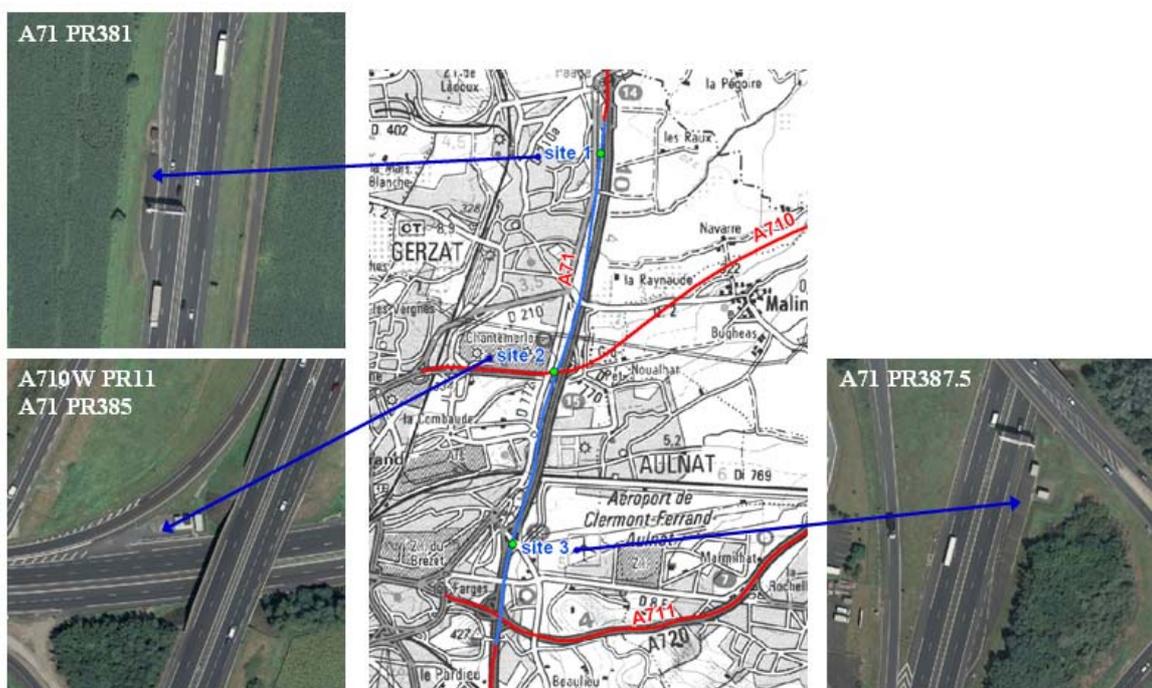
- détermination de la fraction PM10 de matière particulaire en suspension - méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage (NF EN 12341).

## Implantation des sites de mesure

### Sites d'implantation du camion laboratoire

Le camion laboratoire a été disposé successivement sur trois sites de mesure en bordure de voie, respectivement pour des périodes de huit semaines :

- du 30 avril au 24 juin 2008, au niveau du PR 381 de l'A71, sens Bourges / Clermont-Ferrand ;
- du 17 septembre au 11 novembre 2008, au niveau du PR 11 de l'autoroute A710W en direction de Clermont-Ferrand. Cet emplacement correspond au croisement des autoroutes A71 et A710W, au niveau du PR 385 de l'autoroute A71 ;
- du 19 novembre 2008 au 13 janvier 2009, au niveau du PR 387.5 de l'A71, sens Clermont-Ferrand / Bourges.



Cartographies des sites d'implantation du camion laboratoire

Les sites 1 et 3 sont disposés à 5 m environ de la voie de droite, respectivement pour chacun des deux sens de circulation. Le site 2 présente une configuration d'implantation particulière, dans la mesure où il est exposé conjointement aux influences de différents axes :

- l'A710 W, située à environ 5 m de distance,
- l'A71, située à 15 m et en contre-haut,
- la bretelle de jonction entre l'A711, sens Bourges / Clermont-Ferrand, et l'A710W, en direction de Clermont-Ferrand, située à environ 5 m de distance.

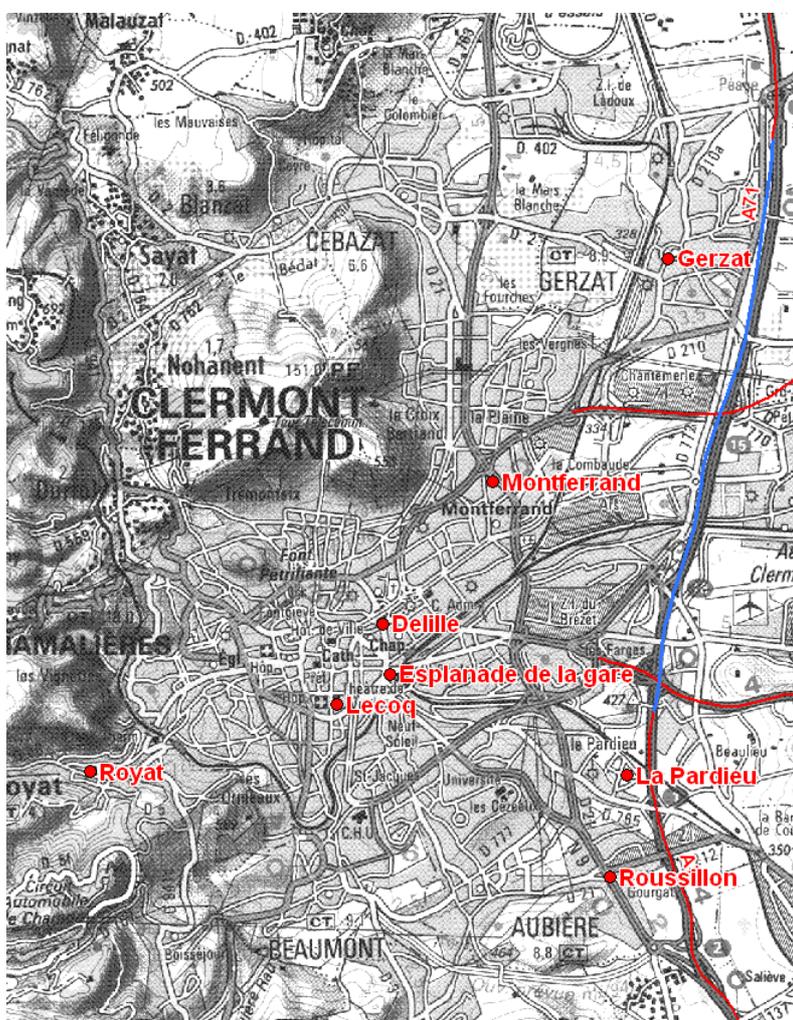
## **Sites de référence du réseau de stations fixes d'Atmo Auvergne**

Les observations issues du dispositif pérenne de surveillance de la qualité de l'air déployées par Atmo Auvergne sont exploitées pour comparer les niveaux de pollution mesurés en bordure d'autoroute avec ceux relevés dans l'agglomération clermontoise. Ces comparaisons permettent de généraliser les résultats de la campagne de mesure limitée dans le temps.

Les stations de référence exploitées dans la présente étude sont les suivantes :

- trois stations urbaines : Delille, Lecoq et Montferrand ;
- trois stations périurbaines : Royat, Gerzat et La Pardieu ;
- deux stations de proximité automobile, l'une située dans le centre de Clermont-Ferrand (Esplanade de la Gare), l'autre en périphérie Est de l'agglomération (Roussillon).

La localisation géographique de ces stations est présentée sur la carte suivante :



*Cartographie d'implantation des stations de référence*

Dans le cas de l'ozone, les relevés de la station rurale du sommet du Puy de Dôme sont également exploités.

## Exploitation des résultats de mesure

### Dioxyde d'azote

L'exploitation des relevés de dioxyde d'azote est présentée dans le tableau suivant, où sont fournis, pour chacune des trois implantations :

- les concentrations moyennes  $C_{moy}$  mesurées en bordure de l'A71 et sur les stations fixes de référence,
- les valeurs habituellement observées sur les stations fixes de référence à la même saison, calculées sur les cinq dernières années (moyennes sur 2003-2007), notées  $C_{ref}$ ,
- les écarts entre les niveaux moyens relevés durant les campagnes de mesure ( $C_{moy}$ ) et les valeurs saisonnières habituellement observées ( $C_{ref}$ ),
- les nombres de dépassement des seuils de 140 et 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire ( $N_{140}$  et  $N_{200}$ ).

		moyenne des sites urbains	moyenne des sites périurbains	Esplanade de la gare	Roussillon	A71
site 1 30/04/2008 - 24/06/2008	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19	15	53	37	40
	$C_{ref}$ en mai-juin (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	13	48	32	
	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	1 (4%)	2 (18%)	5 (10%)	5 (16%)	
	$N_{200}$	0,0	0,0	0	0	0
	$N_{140}$	0,0	0,0	0	0	0
site 2 17/09/2008 - 11/11/2008	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30	22	57	37	73
	$C_{ref}$ en septembre-novembre (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	32	23	52	38	
	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	2 (6%)	1 (6%)	5 (10%)	1 (3%)	
	$N_{200}$	0,0	0,0	0	0	0
	$N_{140}$	0,0	0,0	7	0	36
site 3 19/11/2008 - 13/01/2009	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	42	31	59	49	73
	$C_{ref}$ en novembre-janvier (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41	30	61	43	
	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	1 (2%)	1 (3%)	2 (3%)	6 (14%)	
	$N_{200}$	1,3	0,0	11	0	10
	$N_{140}$	16,7	3,0	40	10	43

Résultats des relevés de dioxyde d'azote en bordure de l'A71 et sur les sites de référence

Sur les stations fixes de référence, les niveaux moyens relevés durant chacune des trois campagnes de mesure sont conformes aux valeurs habituellement observées à la même période de l'année. En effet, les écarts restent inférieurs à 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les sites urbains et périurbains et à 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les sites de proximité automobile, et à 18 % en valeur relative. Ces faibles écarts permettent de considérer que les trois campagnes de mesure sont bien représentatives des situations habituellement observées aux mêmes périodes de l'année, en lien avec des situations météorologiques conformes aux normales saisonnières.

Les teneurs moyennes en dioxyde d'azote mesurées en bordure d'autoroute sont comparables (site 1) à supérieures (sites 2 et 3) aux valeurs obtenues conjointement sur les stations de proximité automobile de l'agglomération clermontoise. La valeur élevée de  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est atteinte sur les sites 2 et 3, excédant d'environ 25 % le niveau mesuré sur la station de l'Esplanade de la gare. Cette forte exposition s'explique par l'influence directe du niveau important d'émissions azotées sur l'axe autoroutier où circule un trafic routier dense.

Sur les sites de référence comme en bordure d'autoroute, les concentrations en dioxyde d'azote sont plus élevées en période hivernale, durant la troisième campagne, en cohérence avec l'évolution typique de la pollution azotée au cours d'une année. Ces variations saisonnières s'expliquent par l'influence :

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

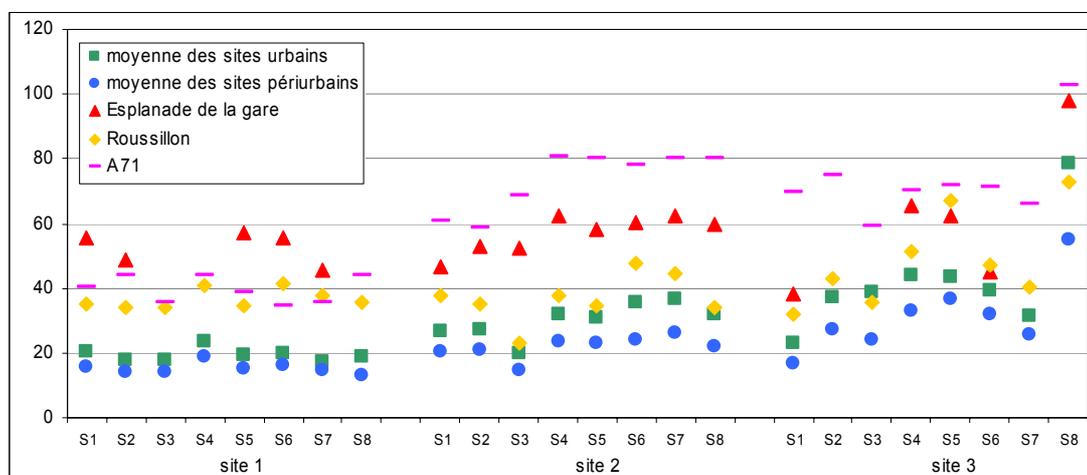
Ainsi, les plus faibles concentrations mesurées sur le site 1 ne traduisent pas exclusivement une moindre exposition de ce site. Elles illustrent également l'évolution saisonnière du niveau global de pollution azotée.

Il en découle corrélativement une fréquence nettement plus élevée de dépassement des deux seuils horaires considérés, 140 et  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , au cours de la troisième série de mesure. En particulier, le seuil d'information et de recommandation de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , qui conditionne le déclenchement du dispositif préfectoral d'information de la population, est dépassé en bordure d'autoroute lors de l'épisode de pollution primaire survenu à la mi-janvier 2009. Sur l'ensemble de la période critique, le nombre de moyennes horaires en dépassement est quasiment identique sur le site autoroutier (10) et sur le site de l'Esplanade de la gare (11). Les valeurs horaires maximales sont toutefois plus élevées en bordure d'autoroute, où l'on relève  $318 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le 13 janvier 2009.

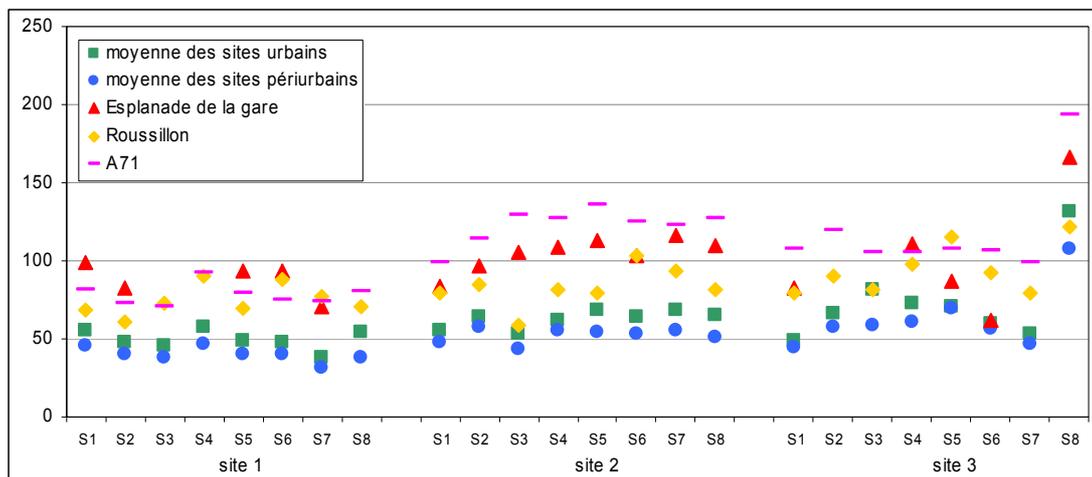
Ces dernières années, de telles situations se produisent une à deux fois par hiver lorsque les conditions météorologiques s'avèrent particulièrement défavorables à la dispersion atmosphérique, soit en situation anticyclonique persistante, caractérisée par un froid sec, une absence de vent et une inversion du gradient thermique vertical.

L'évolution temporelle des concentrations en dioxyde d'azote au cours des trois campagnes de mesure est représentée sur les deux figures suivantes, qui concernent respectivement :

- les teneurs moyennes hebdomadaires (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),
- les moyennes hebdomadaires des maxima horaires journaliers (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Moyennes hebdomadaires de la concentration en dioxyde d'azote (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Moyennes hebdomadaires des maxima horaires journaliers de la concentration en dioxyde d'azote (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ces évolutions temporelles, au pas de temps hebdomadaire, illustrent les fluctuations des niveaux de dioxyde d'azote qui résultent essentiellement de l'évolution des conditions météorologiques au cours des trois campagnes de mesure. Elles font notamment apparaître l'influence des mauvaises conditions de dispersion rencontrées durant la dernière semaine de mesure (S8) sur le site 3. La concentration moyenne hebdomadaire atteint alors une valeur maximale de  $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en bordure d'autoroute, excédant de 40 % le niveau moyen de  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  relevé à cet emplacement sur l'ensemble des huit semaines de mesure.

## Particules en suspension PM10

L'exploitation des relevés de particules en suspension PM10 est présentée dans le tableau suivant, où sont fournis, pour chacune des trois implantations :

- les concentrations moyennes  $C_{\text{moy}}$  mesurées en bordure de l'A71 et sur les stations fixes de référence,
- les nombres de dépassement des seuils de 30 et 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière ( $N_{30}$  et  $N_{50}$ ).

Dans le cas des particules en suspension, la comparaison avec les valeurs habituellement observées ces dernières années n'est pas possible, du fait de l'évolution de la méthode de mesure en 2007. Les nouveaux équipements, imposés par la réglementation européenne, permettent de prendre en compte la fraction volatile de l'aérosol, ignorée sur les mesures antérieures à 2007.

		moyenne des sites urbains	Esplanade de la gare	A71
site 1	$C_{\text{moy}}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15	19	18
30/04/2008	$N_{50}$	0,0	0	0
-				
24/06/2008	$N_{30}$	0,0	1	0
site 2	$C_{\text{moy}}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18,3	22	24
17/09/2008	$N_{50}$	1,7	2	3
-				
11/11/2008	$N_{30}$	4,3	9	9
site 3	$C_{\text{moy}}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	26	37	28
19/11/2008	$N_{50}$	5,7	7	2
-				
13/01/2009	$N_{30}$	20,3	20	17

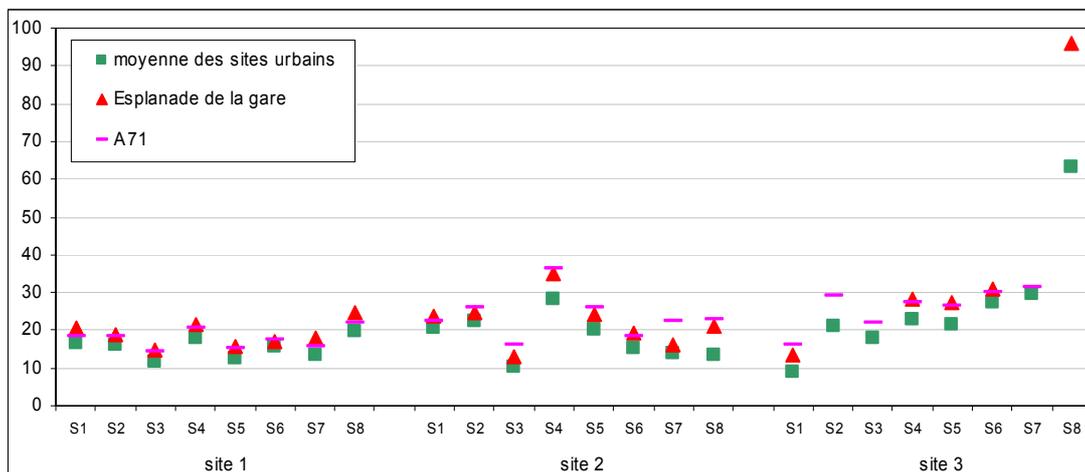
Résultats des relevés de particules en suspension PM10 en bordure de l'A71 et sur les sites de référence

Sur les sites 1 et 2, les relevés de particules en suspension réalisés en bordure d'autoroute sont comparables aux valeurs obtenues conjointement sur la station de proximité automobile de l'Esplanade de la gare. L'écart sur les concentrations moyennes reste inférieur à 10 % et les fréquences de dépassement des seuils journaliers sont très proches.

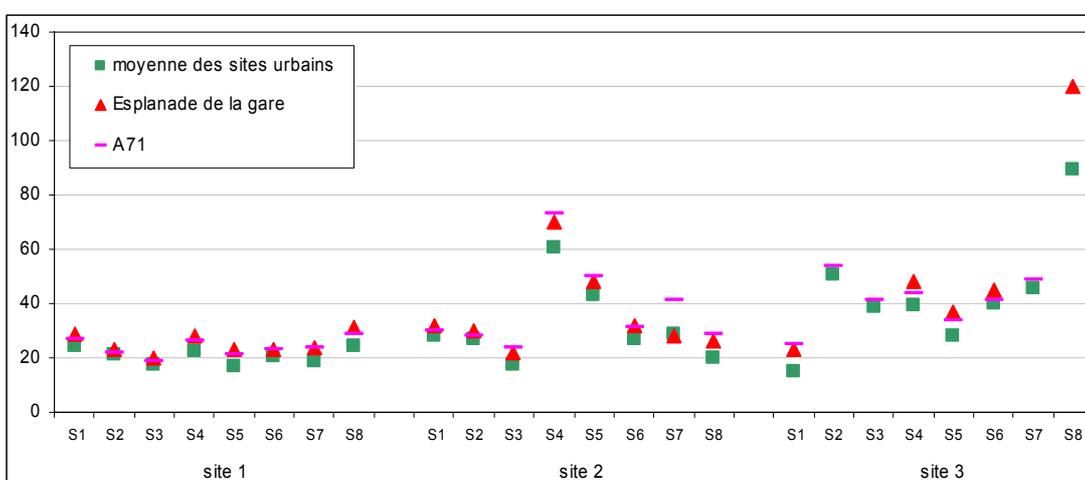
Sur le site 3, cette comparaison avec les stations de référence est biaisée par un nombre important de données indisponibles, suite à un dysfonctionnement technique de l'analyseur placé en bordure d'autoroute. Les relevés manquants, du 6 au 12 janvier 2009, correspondent en effet à une période de fortes concentrations en particules, ce qui a pour conséquence une sous-estimation de la concentration moyenne et des nombres de dépassement de seuils. Si l'on exclut cette période, on obtient sur le site de l'Esplanade de la gare une teneur moyenne de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2 dépassements de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 15 dépassement de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière, soit des valeurs très proches de celles mesurées en bordure d'A71.

L'évolution temporelle des concentrations en particules au cours des trois campagnes de mesure est représentée sur les deux figures suivantes, qui concernent respectivement :

- les teneurs moyennes hebdomadaires (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),
- les maxima hebdomadaires des moyennes journalières (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Moyennes hebdomadaires de la concentration en particules PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Maxima hebdomadaires des moyennes journalières de la concentration en particules PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Les évolutions temporelles, au pas de temps hebdomadaire, des niveaux moyens et maxima de particules montrent l'influence des conditions de dispersion. La dernière semaine de mesure (S8) sur le site 3 présente une augmentation significative des concentrations, qui atteignent  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en milieu urbain et  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'Esplanade de la gare. L'absence de valeur en bordure d'autoroute est liée au dysfonctionnement technique de l'analyseur, évoqué précédemment.

Ces deux figures permettent d'illustrer plus en détails le faible écart entre les teneurs relevées en bordure d'A71 et celles observées sur la station de l'Esplanade de la gare. Les niveaux urbains ne sont que légèrement inférieurs, traduisant la relative homogénéité des niveaux de particules à l'échelle de l'agglomération.

## Benzène

L'exploitation des relevés de benzène est présentée dans le tableau suivant, où sont fournis, pour chacune des trois implantations :

- les concentrations moyennes  $C_{moy}$  mesurées en bordure de l'A71 et sur la station fixe de référence de l'Esplanade de la gare,
- les valeurs habituellement observées sur la station de l'Esplanade de la gare à la même saison, calculées sur les trois dernières années (moyennes sur 2005-2007), notées  $C_{ref}$ ,
- les écarts entre les niveaux moyens relevés durant les campagnes de mesure ( $C_{moy}$ ) et les valeurs saisonnières habituellement observées ( $C_{ref}$ ),

		Esplanade de la gare	A71
site 1	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,1	0,4
30/04/2008	$C_{ref}$ en mai-juin (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,0	
-			
24/06/2008	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	0,9 (45%)	
site 2	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,8	2,2
17/09/2008	$C_{ref}$ en septembre-novembre (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,6	
-			
11/11/2008	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	0,8 (31%)	
site 3	$C_{moy}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,0	1,6
19/11/2008	$C_{ref}$ en novembre-janvier (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,3	
-			
13/01/2009	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	0,3 (9%)	

Résultats des relevés de benzène en bordure de l'A71 et sur le site de l'Esplanade de la gare

Les niveaux moyens de benzène relevés sur le site de l'Esplanade de la gare durant les trois campagnes de mesure sont inférieurs aux valeurs saisonnières observées depuis 2005, date de création du site. Ce résultat traduit la poursuite de la tendance à la baisse des teneurs en benzène constatée ces dernières années, en Auvergne mais également sur l'ensemble du territoire national.

Sur les sites 1 et 3, les concentrations mesurées en bordure d'autoroute sont sensiblement inférieures, d'environ 50 %, à celles observées conjointement sur la station de proximité automobile de l'Esplanade de la gare. A l'inverse, sur le site 2, l'exposition en bordure d'autoroute est légèrement plus importante que sur la station de référence. L'examen des niveaux de concentration à fine résolution temporelle (base quart-horaire) montre que cette surexposition s'explique par l'occurrence de pics isolés, pendant une à deux heures, survenant généralement en début ou fin de nuit, où la concentration peut dépasser  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette dynamique particulière, et décorrélée des variations de trafic, laisse supposer que le phénomène n'est pas directement lié à l'activité routière. Une analyse complémentaire des relations statistiques entre la survenue des pics de benzène et la direction du vent n'a pas permis de mieux identifier l'origine de cette pollution.

## Dioxyde de soufre

Sur l'ensemble des trois campagnes de mesure, les relevés de dioxyde de soufre montrent des teneurs moyennes voisines de quelques microgrammes par mètre cube, avec des maxima horaires inférieurs à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces très faibles valeurs traduisent l'absence de pollution soufrée, conformément à ce qui est observé ces dernières années sur le dispositif pérenne de surveillance de la qualité de l'air en Auvergne.

## Monoxyde de carbone

Les niveaux de monoxyde de carbone relevés en bordure d'autoroute sont très faibles, inférieurs à  $2\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, très sensiblement en deçà du seuil réglementaire.

## Ozone

En l'absence d'analyseur disponible pour la première campagne, les mesures d'ozone se limitent aux seconde et troisième implantations. L'exploitation des relevés d'ozone est présentée dans le tableau suivant, où sont fournis :

- les concentrations moyennes  $C_{\text{moy}}$  mesurées en bordure de l'A71 et sur les stations fixes de référence,
- les valeurs habituellement observées sur les stations fixes de référence à la même saison, calculées sur les cinq dernières années (moyennes sur 2003-2007), notées  $C_{\text{ref}}$ ,
- les écarts entre les niveaux moyens relevés durant les campagnes de mesure ( $C_{\text{moy}}$ ) et les valeurs saisonnières habituellement observées ( $C_{\text{ref}}$ ).

		moyenne des sites urbains	moyenne des sites périurbains	Sommet du Puy de Dôme	A71
site 2	$C_{\text{moy}}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	33	38	77	26
17/09/2008	$C_{\text{ref}}$ en septembre-novembre (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	37	44	83	
11/11/2008	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	4 (10%)	6 (14%)	6 (7%)	
site 3	$C_{\text{moy}}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	26	73	19
19/11/2008	$C_{\text{ref}}$ en novembre-janvier (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25	34	76	
13/01/2009	écart absolu en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (écart relatif en %)	3 (12%)	8 (24%)	3 (4%)	

Résultats des relevés d'ozone en bordure de l'A71 et sur les sites de référence

Sur les stations fixes de référence, les niveaux moyens relevés durant chacune des deux campagnes de mesure sont légèrement inférieurs aux valeurs habituellement observées à la même période de l'année. L'écart maximum, relevé au cours de la troisième campagne sur les sites périurbains, est de  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit 24 % en valeur relative.

En bordure d'autoroute comme sur les sites de référence, les concentrations relevées au cours de la troisième campagne sont plus faibles, en lien avec l'évolution saisonnière typique de la pollution photochimique, où les niveaux diminuent entre le début et la fin de l'automne.

La comparaison des teneurs observées sur les différents sites de référence, regroupés par typologie, illustre la répartition spatiale de l'ozone, avec un gradient croissant des concentrations lorsque l'on s'éloigne du centre urbain clermontois, et des niveaux maxima atteints sur la station rurale du sommet du Puy de Dôme. Cette répartition résulte des processus physiques qui conditionnent le transport et la transformation chimique de l'ozone atmosphérique. Ces processus conduisent généralement à une destruction de l'ozone en site de proximité automobile, par réactions avec les oxydes d'azote, expliquant ainsi les plus faibles valeurs obtenues en bordure d'autoroute.

## Situation par rapport aux critères réglementaires

Les critères réglementaires nationaux relatifs aux concentrations en polluants dans l'air ambiant sont présentés en annexe 2. Ils sont généralement définis sur la base 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 moyennes et maximales en dioxyde d'azote mesurées sur les trois sites autoroutiers sont comparables à supérieures aux valeurs relevées conjointement sur les sites de proximité automobile de l'agglomération clermontoise. Hors, ces dernières années, le site de l'Esplanade de la gare s'inscrit en dépassement de la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle définie pour ce polluant. Il est ainsi très probable que ce critère réglementaire ne soit pas respecté en bordure d'autoroute.

Le seuil d'information et de recommandation ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire) a été dépassé sur le site 3 les 12, 13 et 16 janvier 2009, durant l'épisode de pollution primaire qui a marqué la mi-janvier. De telles situations de mauvaises conditions de dispersion peuvent se produire à plusieurs reprises chaque hiver, ce qui laisse craindre des dépassements chroniques de ce seuil en bordure d'autoroute. La seconde valeur limite, qui limite à 18 le nombre de dépassements annuellement autorisés, n'est probablement pas respectée.

La valeur horaire maximale enregistrée,  $318 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le 13 janvier 2009, demeure inférieure au seuil d'alerte de  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, ce qui laisse supposer qu'une telle valeur ne pourrait être atteinte qu'en situation de dispersion extrêmement défavorable. En revanche, le respect du second seuil de déclenchement du dispositif préfectoral d'alerte, qui suppose la persistance de niveaux supérieurs à  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire pendant plusieurs jours consécutifs, n'est pas assuré.

### ***Particules en suspension***

L'exposition aux particules en suspension en bordure d'autoroute est comparable à légèrement supérieure à celle relevée sur le site de l'Esplanade de la gare, où la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle est habituellement assez largement respectée. Ce résultat laisse présumer du respect de ce critère en site autoroutier.

Il est plus délicat d'évaluer la situation par rapport à la seconde valeur limite,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois annuellement, et à l'objectif de qualité de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle. En effet, les niveaux enregistrés ces dernières années à l'Esplanade de la gare, sans atteindre ces deux seuils, peuvent parfois s'en approcher ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle et 26 dépassements de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière en 2007).

En cas d'épisode marqué de pollution particulaire, le dépassement du seuil d'information et de recommandation ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 24 heures), et dans une moindre mesure du seuil d'alerte ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 24 heures), peut concerner l'ensemble des stations clermontoises, en site urbain et en site de proximité automobile. Ainsi, des dépassements ponctuels de ce seuil sont très probables en bordure d'autoroute, même si, en l'absence de mesure durant l'épisode de pollution de la mi-janvier, ces valeurs n'ont pas été atteintes au cours de la campagne de mesure.

## **Benzène**

Les concentrations moyennes en benzène mesurées avec le laboratoire mobile sont faibles sur les sites 1 et 3, voisines de la moitié des valeurs relevées à l'Esplanade de la gare. Dans ces conditions, 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, définis pour ce polluant, sont très probablement respectés.

Sur le site 2, sous l'influence d'une source indéterminée mais a priori extérieure à l'activité autoroutière, les niveaux dépassent légèrement ceux de la station de référence. Cette surexposition, sans remettre en cause le respect de la valeur limite, peut conduire à un dépassement de l'objectif de qualité. A plus long terme cependant, si la baisse observée des teneurs en benzène dans l'atmosphère se confirme, le respect des deux critères réglementaires sera probablement généralisé à l'ensemble de la zone d'étude.

## **Dioxyde de soufre et monoxyde de carbone**

Les concentrations en dioxyde de soufre et monoxyde de carbone mesurées en bordure d'autoroute restent très faibles, permettant de conclure à un large respect de l'ensemble des critères réglementaires définis pour ces deux polluants.

## **Ozone**

Les teneurs en ozone observées en bordure d'autoroute sont inférieures aux niveaux urbains clermontois. Pour autant, ce résultat ne permet pas d'exclure tout dépassement du seuil d'information et de recommandation de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, valeur atteinte dans l'agglomération en situation très favorable au développement des réactions photochimiques (fort ensoleillement, absence de vent, import à grande échelle de masses d'air polluées).

L'objectif de qualité,  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le maximum journalier de la moyenne sur huit heures, systématiquement dépassé sur les stations fixes ces dernières années, n'est très probablement pas respecté en bordure d'autoroute.

Les seuils réglementaires de niveau supérieur, tel que le premier seuil d'alerte ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire pendant trois heures consécutives) ou la valeur cible (25 jours par an de dépassement de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le maximum journalier de la moyenne sur huit heures), généralement respectés en milieu urbain, le sont probablement en bordure d'autoroute.

Il faut cependant souligner qu'une description plus complète des teneurs en ozone dans la zone d'étude, notamment des niveaux maxima, nécessite la mise en œuvre de mesures en saison estivale. En effet, les niveaux critiques ne sont généralement atteints qu'entre juin et septembre en Auvergne, période qui concentre le plus grand nombre de dépassements des seuils réglementaires.

## Conclusion et perspectives

Une campagne de mesure des principaux polluants atmosphériques réglementés a été mise en œuvre pour caractériser la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 (Bourges / Clermont-Ferrand) à la traversée de l'agglomération Clermontoise. Le camion laboratoire d'Atmo Auvergne, équipé d'analyseurs automatiques, a été successivement disposé sur trois sites de mesure, entre avril 2008 et janvier 2009, pour enregistrer les concentrations atmosphériques en oxydes d'azote, dioxyde de soufre, benzène, monoxyde de carbone, ozone et particules en suspension, à proximité immédiate des voies de circulation.

Les relevés ainsi réalisés montrent :

- une forte exposition à la pollution azotée, directement liée aux émissions des véhicules sur l'autoroute, qui entraîne un risque élevé de dépassement des critères réglementaires définis pour le dioxyde d'azote,
- des niveaux de pollution particulaire légèrement supérieurs à ceux observés dans l'agglomération clermontoise, qui risquent de conduire au dépassement de certains seuils réglementaires lors d'épisodes de pollution,
- une faible exposition au dioxyde de soufre, au monoxyde de carbone et au benzène, qui laisse présager du respect des différents seuils réglementaires définis pour ces polluants,
- des niveaux d'ozone inférieurs à ceux relevés sur les autres stations de l'agglomération clermontoise.

Ces résultats, et en particulier l'observation de niveaux élevés de dioxyde d'azote, incitent à programmer une campagne de mesure complémentaire en juillet-août 2009, dans le double objectif :

- de mesurer l'impact des pics de trafic qui surviennent lors des départs en vacances en période estivale,
- de caractériser un quatrième emplacement en bordure d'autoroute, susceptible d'accueillir à terme une station pérenne de surveillance de la qualité l'air, dont la mise en place s'inscrirait dans le cadre de l'évolution du réseau de stations fixes de l'agglomération clermontoise.

Cette campagne, conduite en période estivale, permettra en outre de compléter l'évaluation des niveaux d'ozone et du risque de dépassement des seuils réglementaires définis pour ce polluant.

# **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

La réglementation française sur la qualité de l'air ambiant, qui résulte essentiellement de la transposition du droit européen en la matière (directives 2004/107/CE et 2008/50/CE), fait l'objet de l'article R221-1 du Code de l'environnement. Les critères nationaux de qualité de l'air, fixés pour chacune des substances réglementées, ont deux principaux objectifs :

- d'une part de caractériser les teneurs moyenne et maximale en polluants atmosphériques sur la base de paramètres statistiques généralement calculés sur une année civile (valeurs limites, valeurs cibles et objectifs de qualité),
- d'autre part de définir les moyennes horaires ou sur 24 heures au-delà desquelles sont mises en œuvre les procédures d'information de la population (seuils d'information et de recommandation) ou les mesures d'urgence (seuils d'alerte) en cas de pointe de pollution.

### Terminologie

Les différents niveaux de concentration fixés dans la réglementation française sont les suivants :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné ;
- **Valeur limite** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandation** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

## Critères nationaux de la qualité de l'air

### Dioxyde d'azote

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en µg/m³)	remarque
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,8 horaire (18 heures / an)	200	
	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	
			200 si l'épisode de pollution perdure sur plusieurs jours

### Dioxyde de soufre

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en µg/m³)	remarque
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	centile 99,7 horaire (24 heures / an)	350	
	centile 99,2 journalier (3 jours / an)	125	
Valeurs limites pour la protection des écosystèmes	moyenne annuelle	20	
	moyenne hivernale (01/10-31/03)	20	
Objectif de qualité	moyenne annuelle	50	
Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	300	
Seuil d'alerte	moyenne horaire	500	
			sur 3 h consécutives

### Benzène

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en µg/m³)	remarque
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne annuelle	5	
Objectif de qualité	moyenne annuelle	2	

## **Monoxyde de carbone**

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	remarque
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	moyenne sur 8 heures	10 000	

## **Particules en suspension PM10**

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	remarque
Valeurs limites pour la protection de la santé	centile 90,4 journalier (35 jours / an)	50	hors événements naturels
	moyenne annuelle	40	hors événements naturels
Objectif de qualité	moyenne annuelle	30	
Seuil de recommandation et d'information	moyenne sur 24 heures	80	fixé par circulaire
Seuil d'alerte	moyenne sur 24 heures	125	fixé par circulaire

## **Ozone**

critère	paramètre statistique	valeur applicable en 2010 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	remarque
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	120	
Objectifs de qualité pour la protection de la végétation	AOT40* de mai à juillet	6000 $\mu\text{g}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$	
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (25 dépassements annuels en moyenne sur 3 ans)	120	
Valeur cible pour la protection de la végétation	AOT40* de mai à juillet	18000 $\mu\text{g}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$	
Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	
Seuils d'alerte :			
- 1 <sup>er</sup> seuil	moyenne horaire	240	sur 3 h consécutives
- 2 <sup>e</sup> seuil	moyenne horaire	300	
- 3 <sup>e</sup> seuil	moyenne horaire	360	

\*AOT40 : Accumulated Over Threshold of 40 ppb : niveau cumulé d'exposition au delà de 40 ppb (partie par milliard). Cet indicateur, exprimé en  $\mu\text{g}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ , est égal à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.