



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



Siège social : Atmo Auvergne, 21 Allée Évariste Galois - La Pardieu - 63170 AUBIERE
Tél : 04.73.34.76.34 Fax : 04.73.34.33.56 e-mail : contact@atmoauvergne.asso.fr
web : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

**CAMPAGNE DE MESURE
DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES
A LEMPDES**

PERIODE DE MESURE : 17 SEPTEMBRE 2009 – 05 JANVIER 2010

Référence CS/01/0110, version 1, 31 janvier 2010

Rédaction : Christophe SOULIER Validation : Serge PELLIER

Table des matières

INTRODUCTION	1
DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	1
GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	1
CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	2
SITES DE MESURE DE LA CAMPAGNE	3
SITES FIXES DE L'AGGLOMERATION CLERMONTOISE	4
DESCRIPTION DU LABORATOIRE MOBILE.....	4
RESULTATS DU LABORATOIRE MOBILE.....	5
CONTEXTE METEOROLOGIQUE	5
RESULTATS DU LABORATOIRE MOBILE	6
<i>Dioxyde de soufre (SO₂)</i>	6
<i>Monoxyde d'azote (NO)</i>	6
<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>	8
<i>Monoxyde de carbone (CO)</i>	10
<i>Poussières en suspension (PM10)</i>	11
<i>Ozone (O₃)</i>	11
<i>Benzène-Toluène</i>	12
CONCLUSION	13
ANNEXE 1 : LES POLLUANTS MESURES ET LEURS EFFETS	15
ANNEXE 2 : LES TECHNIQUES DE MESURE	17
ANNEXE 3 : LES NORMES ET CRITERES REGLEMENTAIRES DE LA QUALITE DE L'AIR	20
<i>Dioxyde d'azote</i>	21
<i>Dioxyde de soufre</i>	21
<i>Benzène</i>	21
<i>Monoxyde de carbone</i>	22
<i>Particules en suspension PM10</i>	22
<i>Ozone</i>	22

Introduction

A la demande de la mairie de Lempdes, une campagne de mesure de la qualité de l'air a été menée du 16 septembre 2009 au 5 janvier 2010 à l'aide du laboratoire mobile d'Atmo Auvergne. Celui-ci a été installé rue de la Grassette pendant 4 semaines puis avenue de l'Europe pour le reste de la période. Ces relevés viennent en complément de ceux effectués précédemment en 2001 et 2003. L'ensemble de ces mesures permet ainsi d'évaluer la qualité de l'air sur cette zone.

Déroulement de la campagne de mesure

Généralités sur 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.

Les émissions de polluants ont une forte influence sur la qualité de l'air. Les polluants primaires, dont les NO_x, le SO₂, le CO, les poussières et les Composés Organiques Volatils (regroupant de nombreux composés dont les benzène, toluène et xylènes), 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.

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 le climat et la topographie locale (altitude, relief, cours d'eau...). Elle diffère selon le lieu : plaine, vallée plus ou moins encaissée, sommet de colline ou de montagne. Deux types de dispersion peuvent être distingués : verticale, liée au gradient vertical de température de la troposphère (basse couche de l'atmosphère) et horizontale, liée aux vents, gradient de pression. Ainsi, une situation anticyclonique, avec de très faibles vents, favorise des niveaux de pollution élevés car elle entraîne une accumulation des gaz. L'inversion du gradient thermique vertical, observable fréquemment en hiver à Clermont-Ferrand, induit les mêmes conséquences. A l'inverse, une situation dépressionnaire permet une bonne dilution des polluants, d'autant plus que la pluie lessive l'atmosphère, entraînant le dépôt de ceux-ci.

Au cours de la dispersion, les polluants peuvent se transformer par réactions chimiques complexes pour former les polluants secondaires tel que l'ozone. Sa production nécessite un fort rayonnement solaire et la présence de certains précurseurs, comme les C.O.V.. Des réactions mêlant polluants primaires et secondaires se produisent, 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 NO. Cette réaction explique les concentrations en dioxyde d'azote plus fortes en ville qu'en zone rurale. De même, la teneur en ozone dans les agglomérations faiblit pendant les heures où le trafic est important. 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 d'oxydes d'azote, les masses d'air polluées transportées s'enrichissent en ozone.

Malgré toutes ces réactions, les évolutions temporelles des gaz sont liées entre elles. En effet, les teneurs en oxydes d'azote, monoxyde de carbone et poussières varient en phase car la principale source d'émission en Auvergne reste la circulation automobile. Les variations de concentration de l'ozone, inverses de celles des polluants précédents, constituent un phénomène classique.

Des précisions sur l'origine des polluants mesurés, ainsi que leurs effets sur la santé humaine et la végétation sont présentées dans l'annexe 1.

Contexte géographique

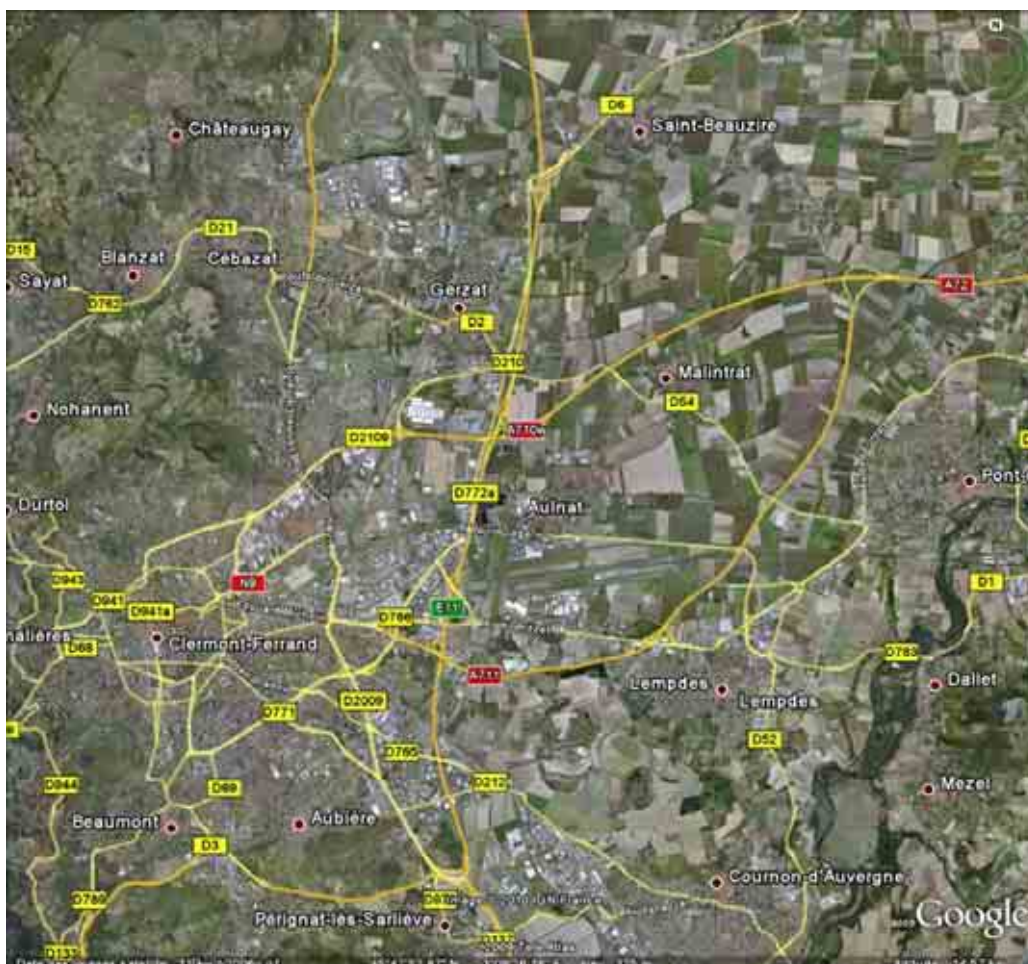
La configuration topographique clermontoise est en demi-cuvette. A l'Ouest, la chaîne des monts Dômes culmine à 1 465 m alors que l'Est s'ouvre sur une plaine à 300 m d'altitude. Le fort dénivelé caractérisant l'agglomération clermontoise (Clermont-Ferrand à 400 m et Orcines à 780 m) est un facteur aggravant pour la pollution atmosphérique car il empêche la dispersion des polluants. De plus, l'agglomération se trouve en situation de *föhn*¹ par rapport aux masses d'air océanes en provenance de l'Ouest, d'où de faibles précipitations et un vent dominant très modéré de secteur Sud. Le dénivelé génère également de fréquentes inversions de températures (d'où une accumulation des polluants sur la ville) et des coulées d'air froid en provenance des sommets, ce qui rend encore plus durable et intense les inversions.

Lempdes est une commune limitrophe à l'Est de Clermont-Ferrand à 320 m d'altitude. Cette ville est adossée au Sud au Puy de Bane (542 m) et au Sud-Ouest à celui d'Anzette (528 m).

D'un point de vue démographique, Lempdes est une commune à densité de population moyenne (706 habitants/km²) par rapport à Clermont-Ferrand (3 214) et Chamalières (4 808).

La ville est traversée par l'autoroute A711 reliant Clermont-Ferrand à Saint-Étienne, ce qui engendre une certaine pollution. Une zone d'activité entraîne une fréquentation automobile non négligeable au Nord de la commune. De plus, au Sud-Ouest se situe le centre d'enfouissement technique des ordures ménagères.

Les différentes campagnes de mesure effectuées doivent permettre d'évaluer les conséquences sur la qualité de l'air de la pollution induite par ces activités et les transports.



¹ L'air montant sur le relief est soulevé et il se condense, créant un nuage. A l'arrivée au sommet, il pleut, la quantité d'eau dans le nuage diminue. Un air plus sec redescend, se réchauffant plus vite.

Sites de mesure de la campagne

Pour cette campagne, deux sites de mesure ont été choisis. Le premier, chemin de la Grassette, est positionné en périphérie de la ville, à côté de la sortie d'autoroute. Il s'agit ici d'étudier l'impact de cette autoroute sur la qualité de l'air. De plus des mesures ont été effectuées à cet endroit en 2001.

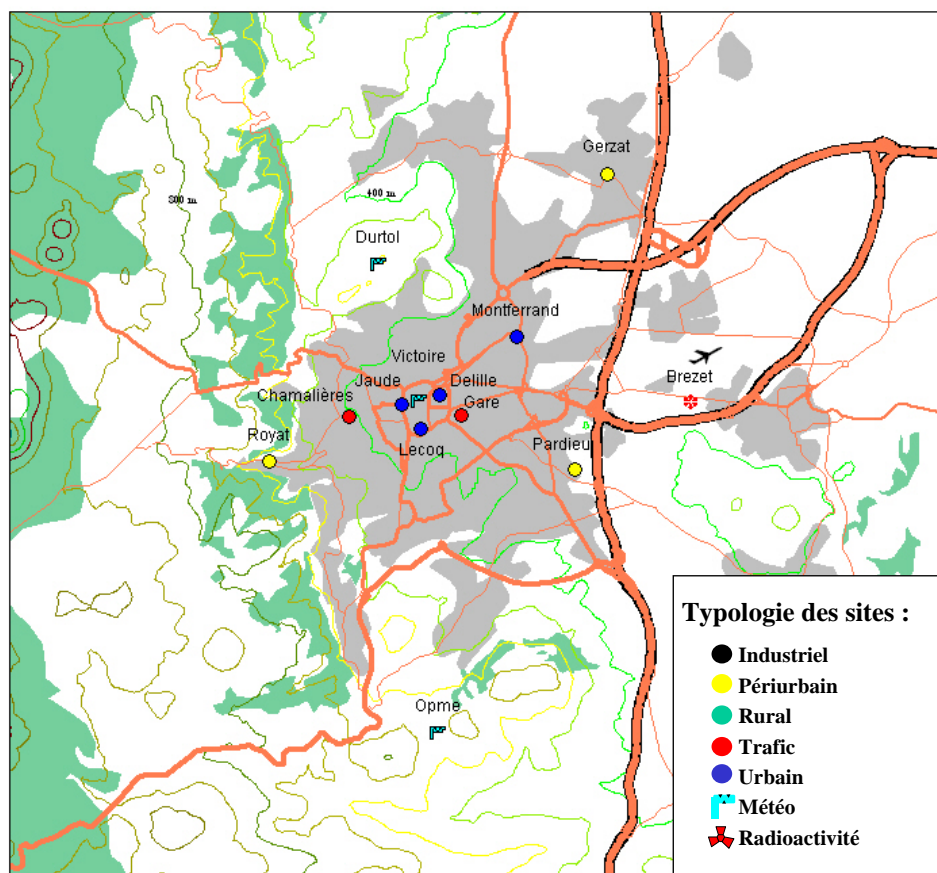
Le second site, avenue de l'Europe, se trouve sur l'ancienne route nationale 89 qui traverse Lempdes et à proximité d'une zone commerciale. Il s'agit ici d'étudier l'impact de ces activités.



Sites fixes de l'agglomération clermontoise

L'agglomération clermontoise dispose de 9 stations de mesure :

- 2 stations trafic : Esplanade de la Gare et Chamalières, en proximité automobile, présentent les maxima en polluants primaires,
- 3 stations urbaines : Montferrand, Delille et Lecoq mesurent le niveau moyen de pollution auquel la population de l'agglomération clermontoise est soumise,
- 3 stations périurbaines : Pardieu, Gerzat, Aubière et Royat,
- 1 D.O.A.S. (Differential Optical Absorption Spectroscopy - Spectrométrie d'Absorption Différentielle Optique), installé au-dessus de la place de Jaude, ce système permet de mesurer simultanément 3 polluants.



Description du laboratoire mobile

Le laboratoire mobile est une remorque routière de 2,5 tonnes qui comporte différents analyseurs couramment utilisés sur les sites fixes.

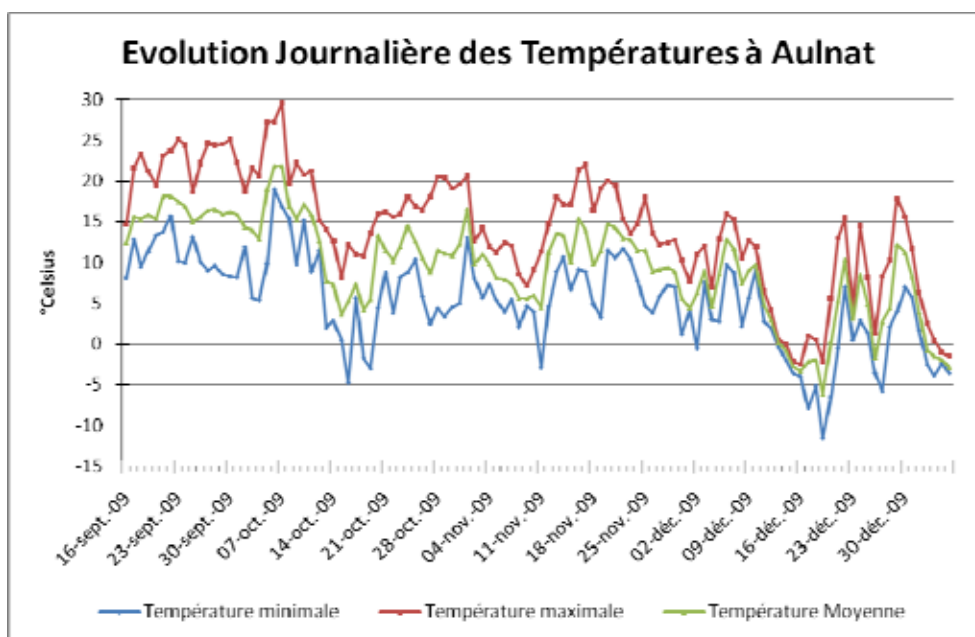
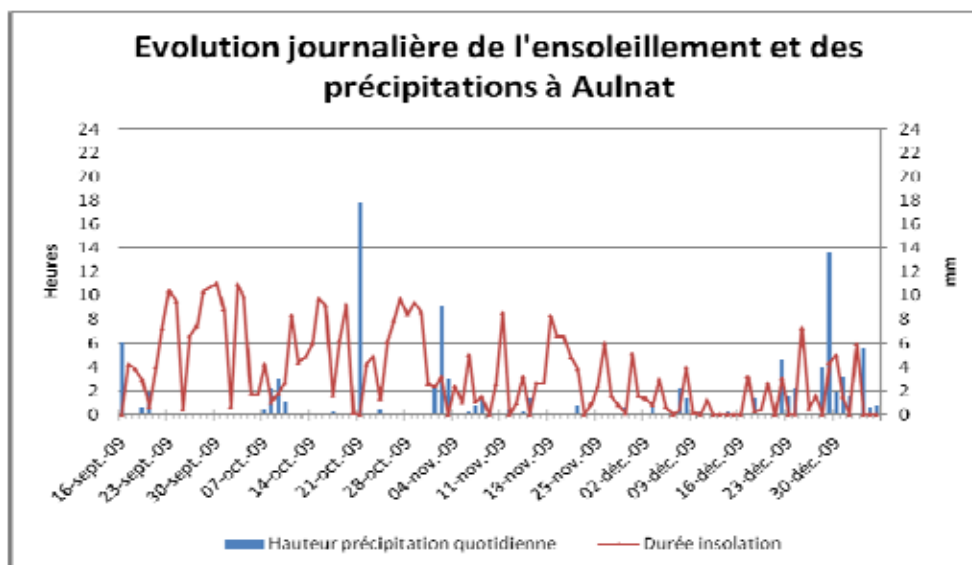
Les caractéristiques du laboratoire mobile sont détaillées dans le tableau suivant :

POLLUANT MESURÉ	TECHNIQUE DE MESURE
Ozone	Absorption UV
Particules en suspension (PM10)	Micro-pesée
Oxydes d'azote	Chimiluminescence
Dioxyde de soufre	Fluorescence UV
Monoxyde de carbone	Absorption IR
Benzène Toluène Xylènes	Chromatographie en phase gazeuse

Remarque : Les techniques de mesure sont explicitées en annexe 2.

Les mesures sont enregistrées par la station d'acquisition de la remorque et transférées au poste central d'Atmo Auvergne par un système GSM.

Contexte météorologique



Le laboratoire mobile ne disposant pas de moyens de mesures météorologiques pendant la campagne, nous avons utilisé les données de la station Météo France la plus proche à savoir Aulnat.

Au cours de la période, il y a eu peu d'épisodes pluvieux. Au niveau des températures nous avons connu des conditions très différentes avec un maximum de 29.7°C le 7 octobre et un minimum de -11.6 °C le 19 décembre 2009. Cela permet d'avoir un panel intéressant du point de vue du contexte météorologique.

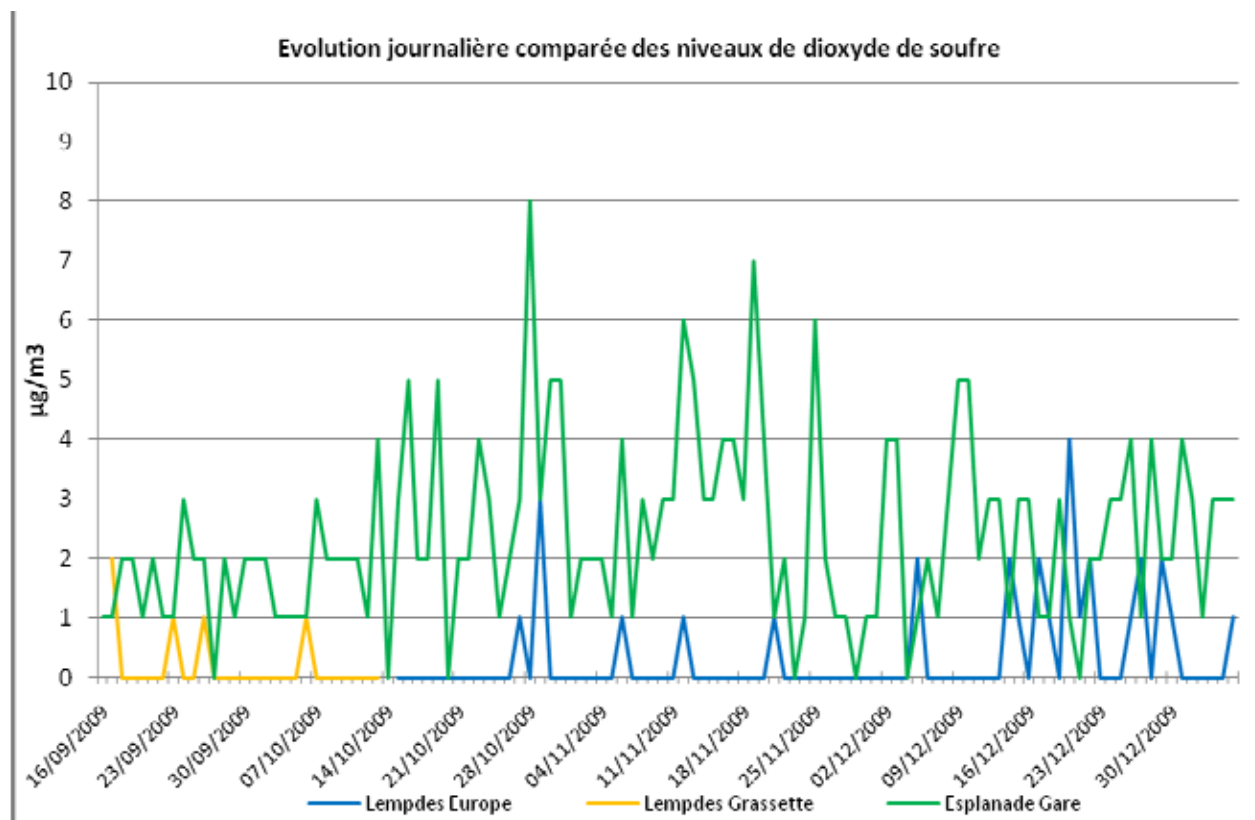
Résultats du laboratoire mobile

Les résultats du laboratoire sont comparés aux stations fixes de l'agglomération clermontoise, ainsi qu'aux normes européennes et aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (présentées en annexe 4), afin d'avoir une tendance générale du niveau de pollution mesuré.

Dioxyde de soufre (SO_2)

Les concentrations en dioxyde de soufre relevées à Lempdes sont très faibles (à la limite du seuil de détection de l'analyseur), les moyennes journalières oscillent entre 0 et $1 \mu g/m^3$.

La comparaison par rapport aux normes européennes et aux recommandations de l'O.M.S. montre que les valeurs en dioxyde de soufre ne nuisent pas à la santé de la population.



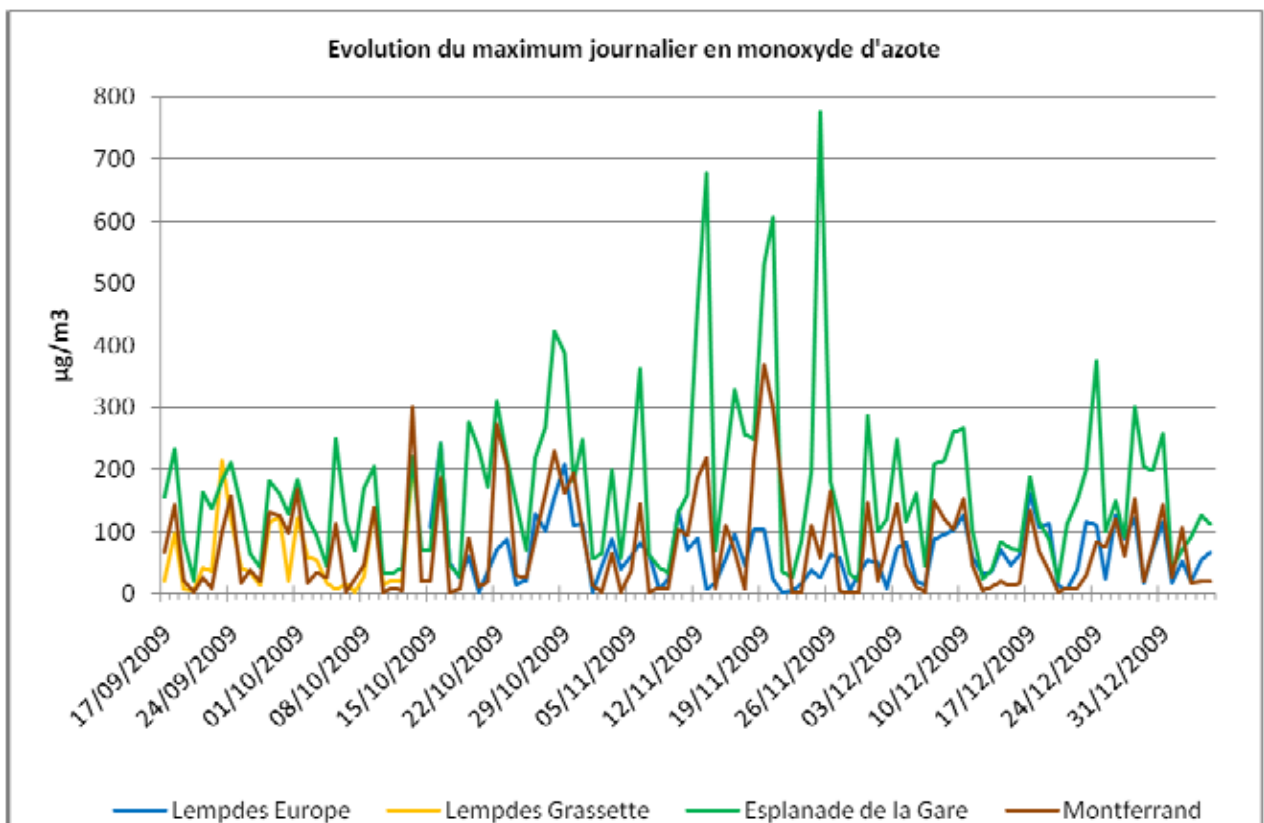
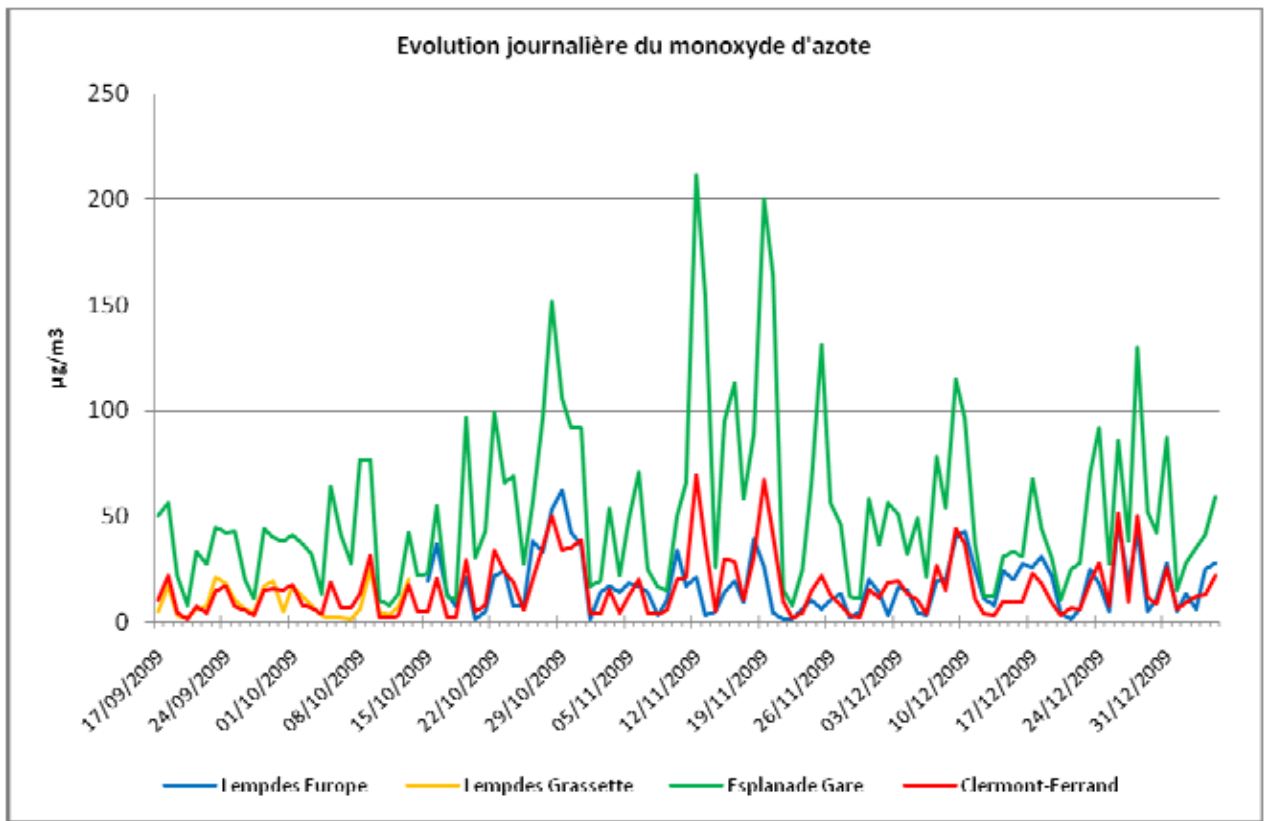
Monoxyde d'azote (NO)

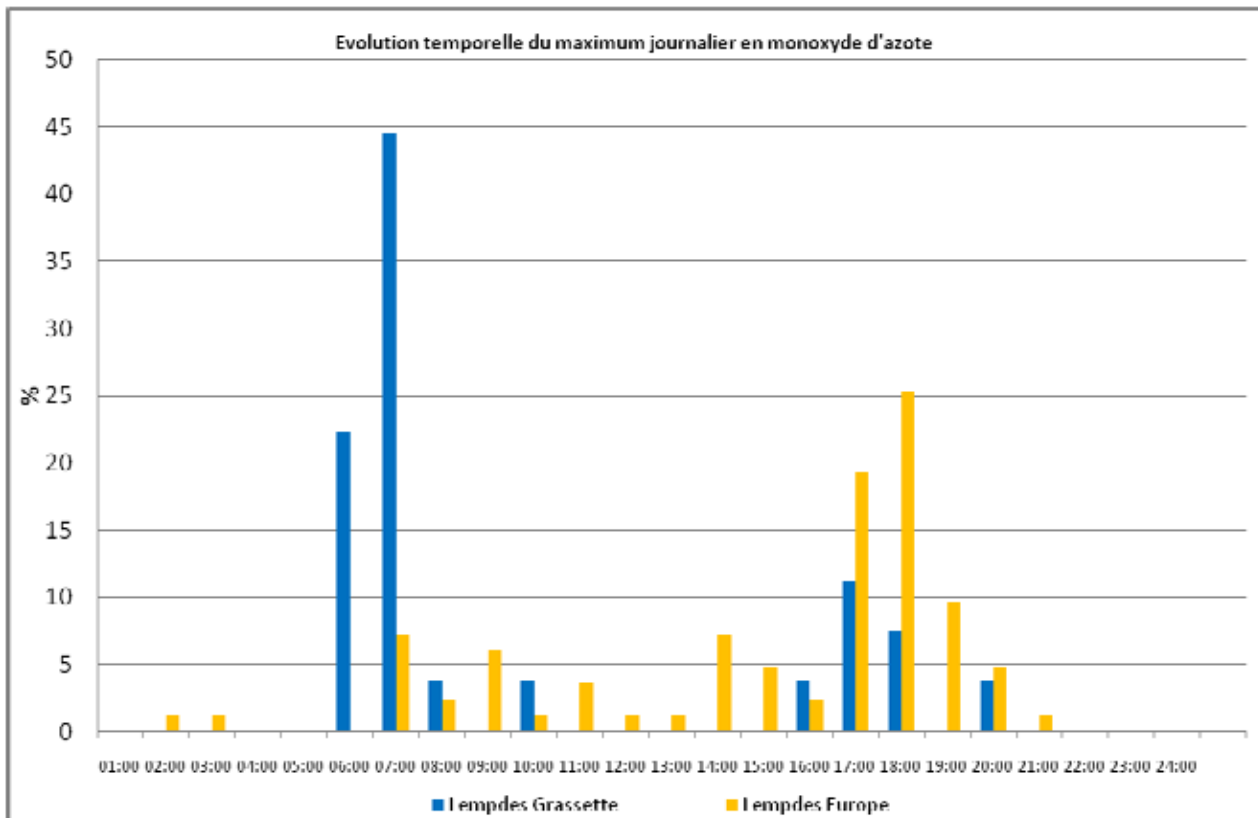
Les concentrations en monoxyde d'azote varient entre 1 et $62 \mu g/m^3$ pour les moyennes journalières, les moyennes horaires ayant atteint au maximum $216 \mu g/m^3$ rue des Grassettes et $242 \mu g/m^3$ avenue de l'Europe. Les valeurs en monoxyde d'azote sont de l'ordre de grandeur de celles mesurées par les stations urbaines de Clermont-Ferrand, mais en dessous des niveaux relevés sur le site de proximité automobile situé Esplanade de la Gare.

On constate que l'heure d'apparition des maxima des horaires journaliers est différente sur les deux sites.

Ainsi, rue de la Grassette, les maxima en monoxyde d'azote sont surtout décelés dans les tranches horaires de 6-9 et 17-18 heures les jours de semaine. Ce monoxyde d'azote pourrait avoir pour origine la circulation automobile sur l'A711 occasionnée par les trajets des personnes se rendant sur leur lieu de travail situé dans l'agglomération clermontoise.

Par contre avenue de l'Europe les maxima sont plutôt observés pendant la tranche horaire 17-19 heure. Cependant on constate que ceux-ci peuvent apparaître tout au long de la journée. Cela pourrait être dû à la proximité d'une zone d'activité commerciale qui engendre un afflux de véhicules lors des horaires d'ouverture, et un pic de circulation le soir lors du retour vers le domicile après la fermeture.





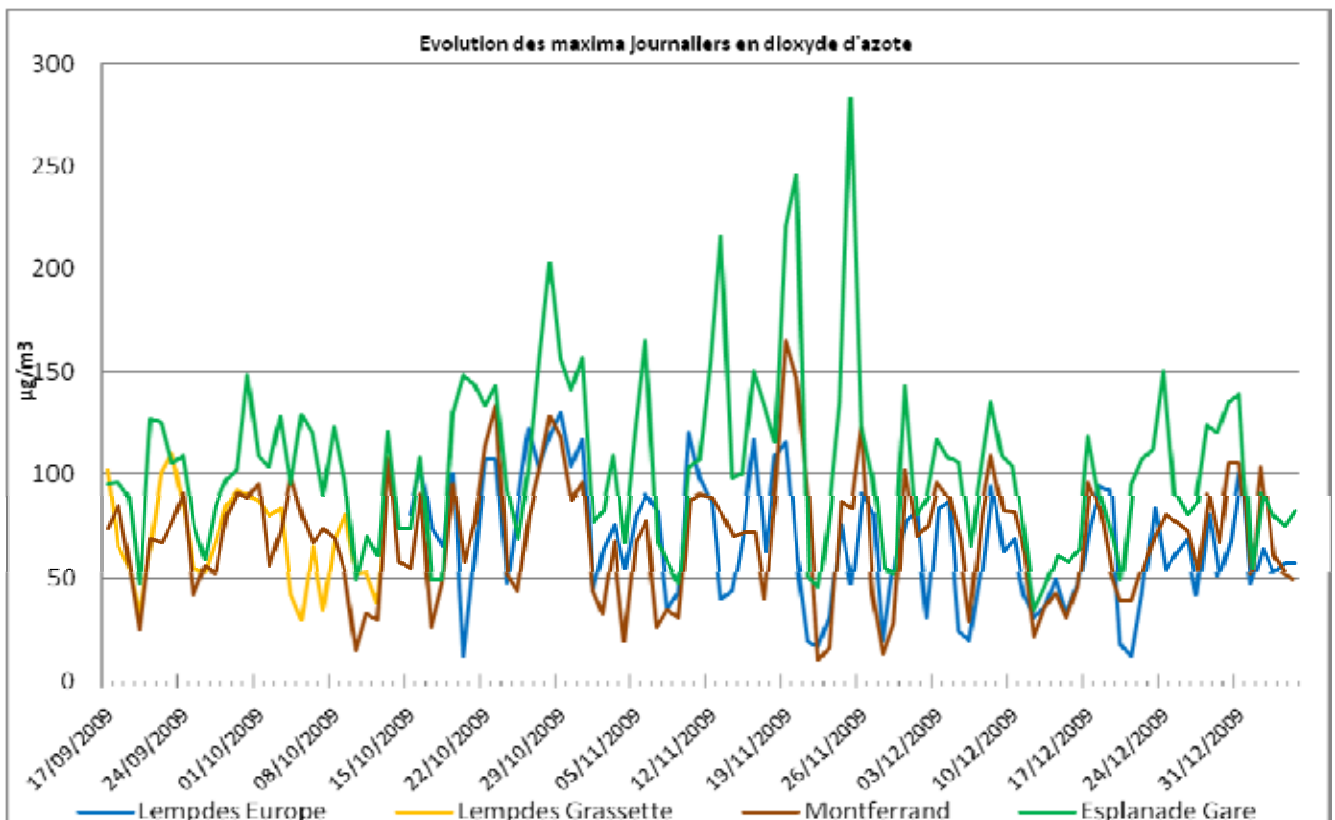
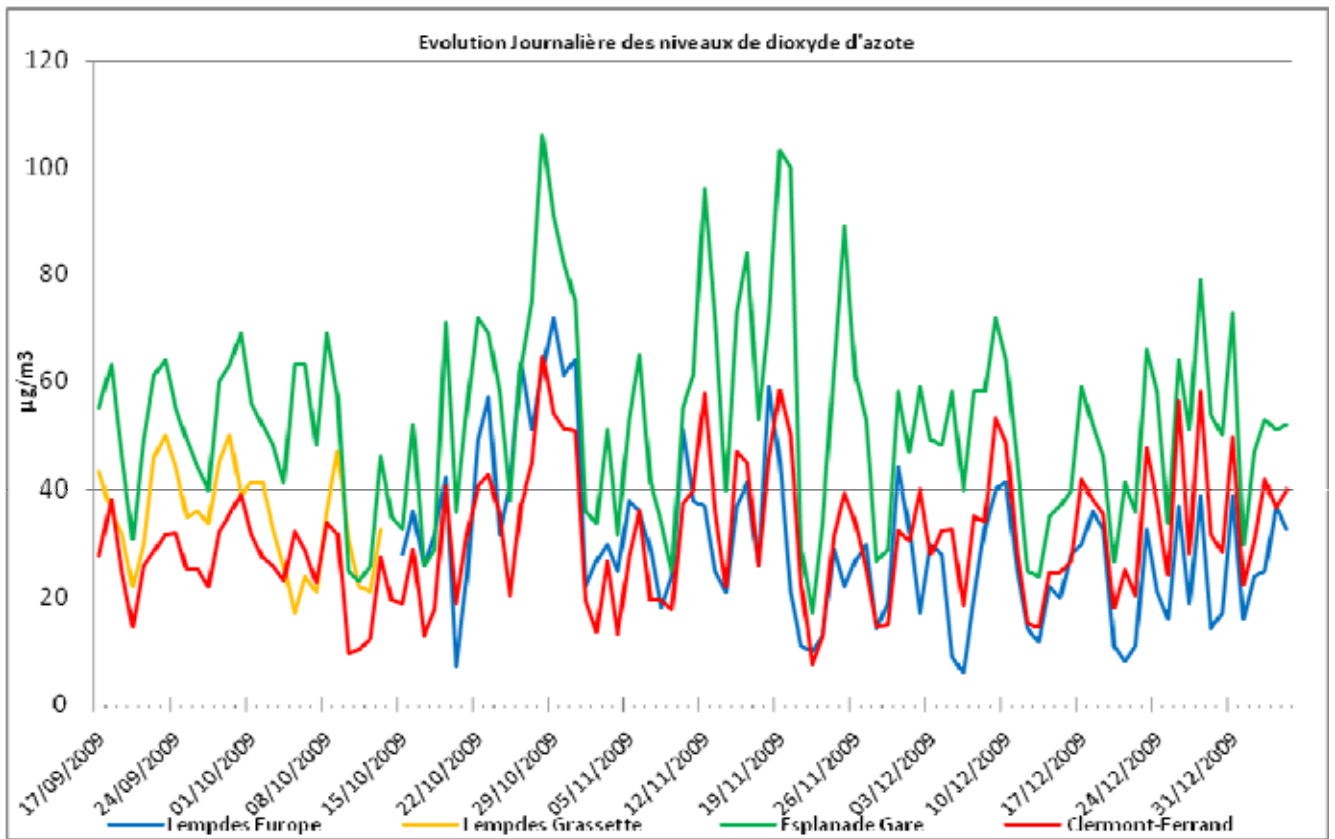
A noter que l'abscisse est en heures UTC, auxquelles il faut rajouter deux heures en été et une en hiver pour obtenir l'heure légale.

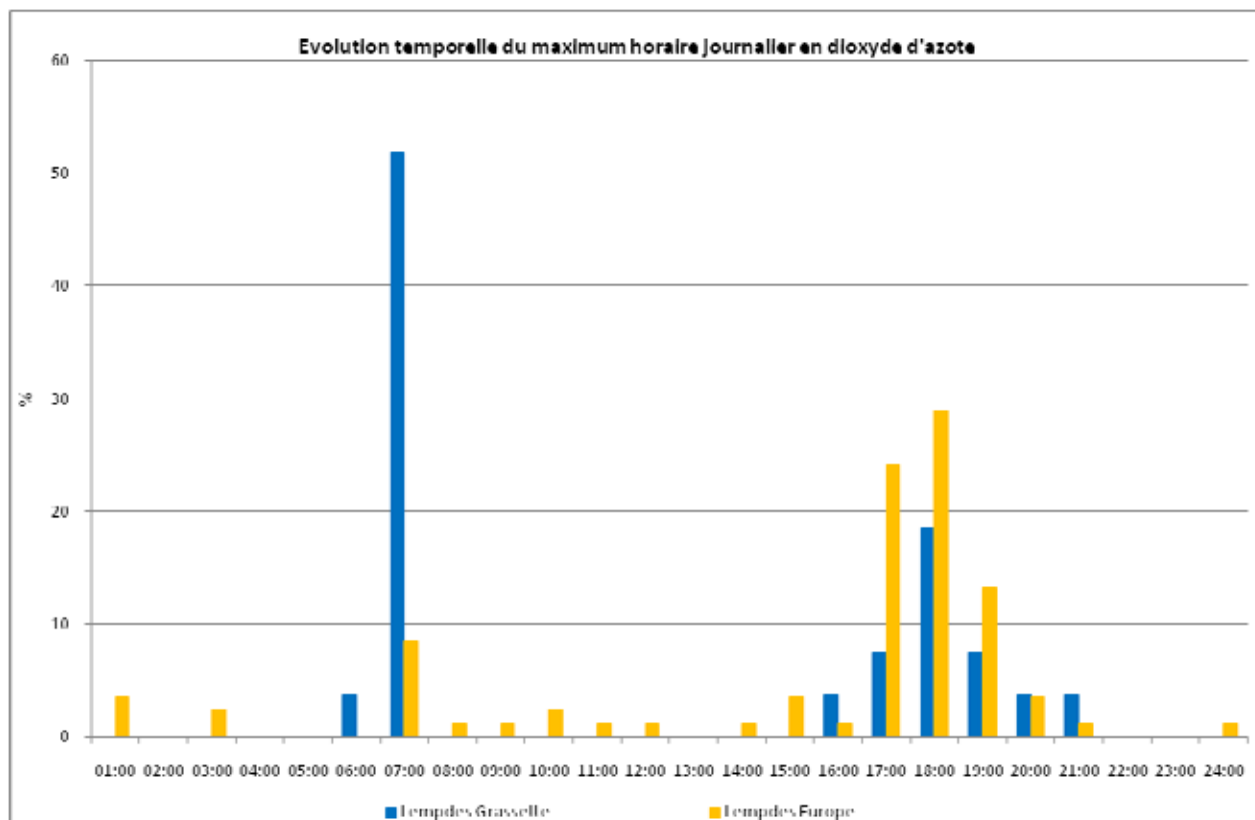
Dioxyde d'azote (NO₂)

Les concentrations en dioxyde d'azote varient entre 6 et 72 µg/m³ pour les moyennes journalières, les moyennes horaires ayant atteint au maximum 110 µg/m³ rue des Grassettes et 130 µg/m³ avenue de l'Europe. Les valeurs en dioxyde d'azote sont du même ordre de grandeur que celles mesurées par les stations urbaines de Clermont-Ferrand, la moyenne étant de 32 µg/m³, mais en dessous des niveaux relevés sur le site de proximité automobile situé Esplanade de la Gare (43 µg/m³) sur la période.

Nous constatons les mêmes phénomènes journaliers que pour le monoxyde d'azote et pouvons donc émettre les mêmes hypothèses.

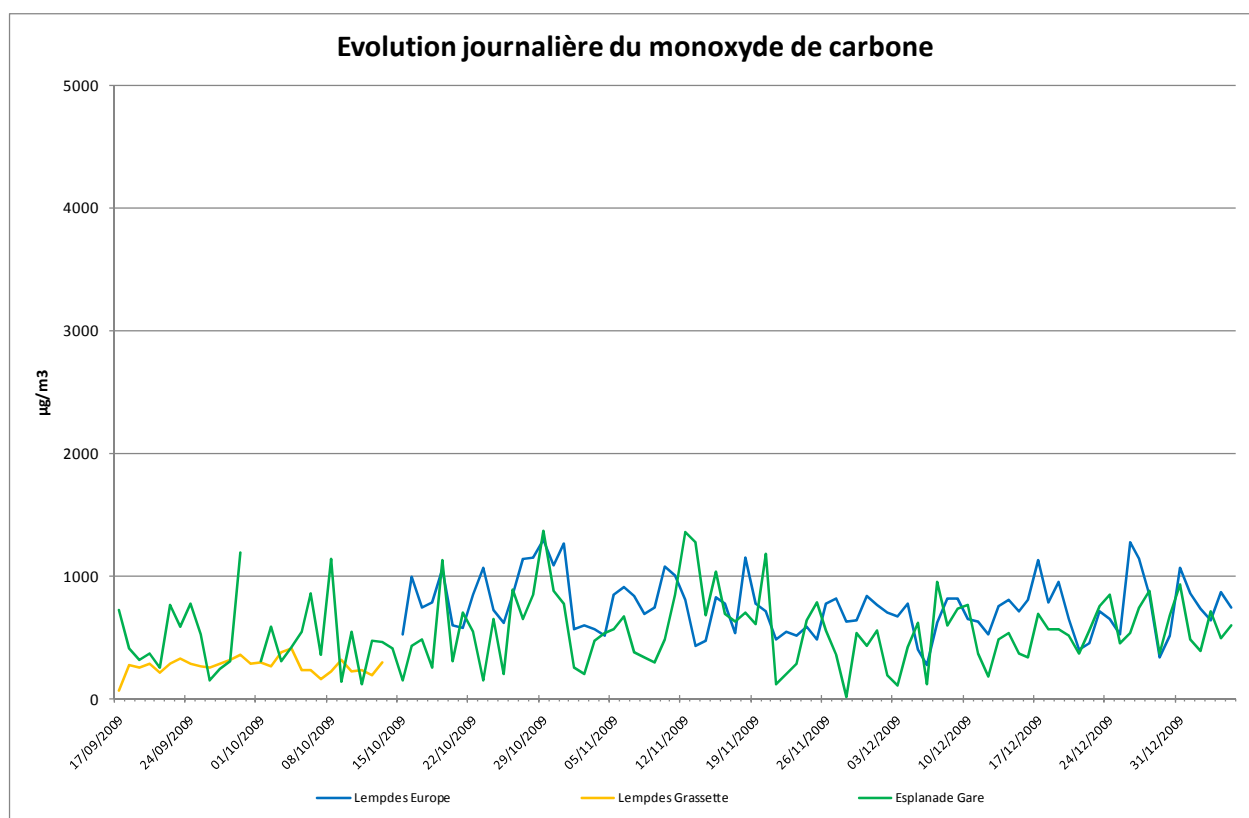
Les valeurs recommandées par l'O.M.S. et les directives européennes sont respectées à Lempdes. Au cours de cette campagne de mesure, le maximum horaire en dioxyde d'azote atteint, soit 130 µg/m³, est inférieur aux normes. Au cours de cette période l'agglomération clermontoise n'a pas connu de dépassements de la valeur limite de 200 µg/m³ sur les stations périurbaines. Les sites de Lempdes ayant une dynamique semblable à ceux-ci pourraient connaître des niveaux supérieurs à la valeur limite lors d'épisodes de pollution qui sont heureusement assez rares (1 à 2 fois par an).





Monoxyde de carbone (CO)

Les teneurs en monoxyde de carbone mesurées à Lempdes sont faibles. Lorsque l'on compare les données obtenues sur les deux sites à la station Esplanade de la Gare à Clermont-Ferrand on constate que les niveaux obtenus rue de la Grassette (comparable à des stations de fond urbain) sont moins élevés que ceux mesurés avenue de l'Europe (proche des stations de proximité automobile). Cela peut s'expliquer du fait d'un trafic routier plus soutenu avenue de l'Europe tout au long de la journée avec la proximité de la zone commerciale qui induit un niveau de fond supérieur. Le maximum horaire obtenu lors de la campagne avenue de l'Europe est de 5676 µg/m³ très en deçà du seuil de protection de la santé humaine fixé à 10 000 µg/m³ sur 8 heures.

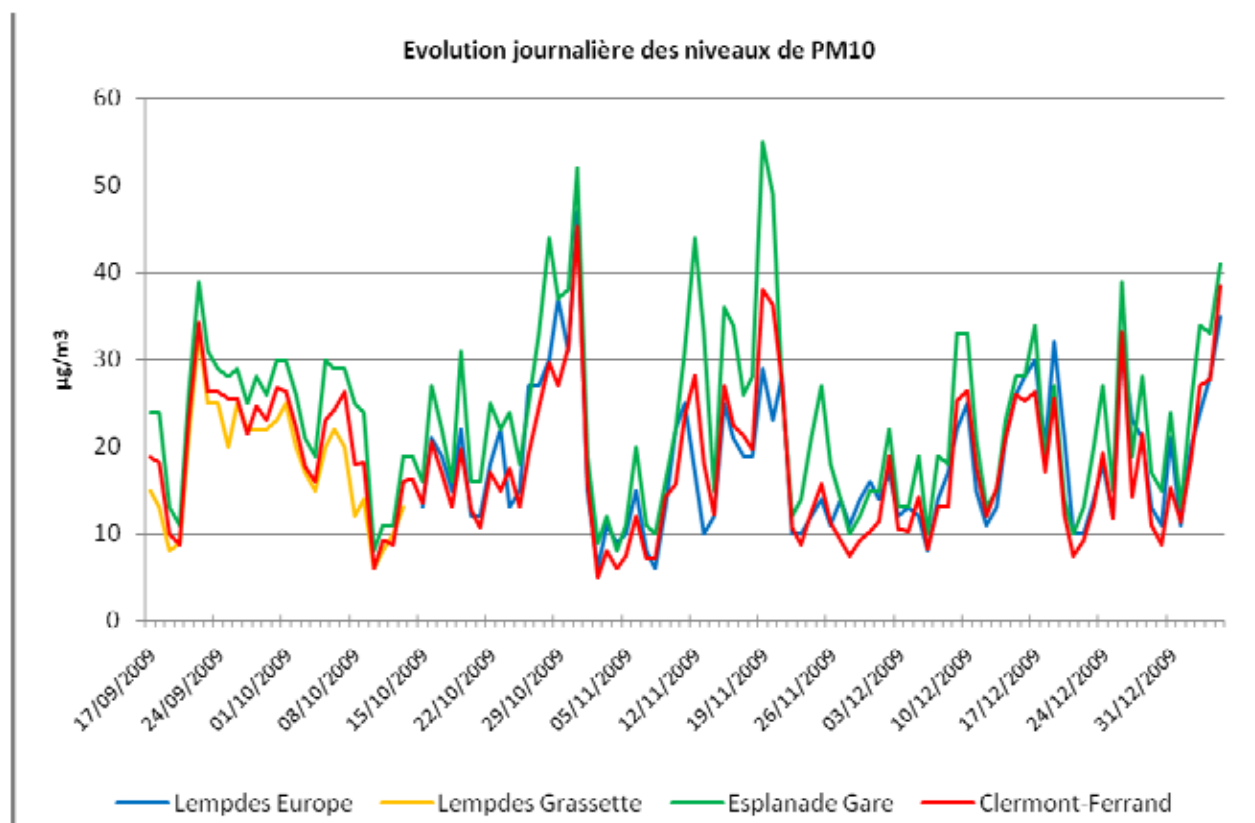


Poussières en suspension (PM10)

Les particules PM₁₀ mesurées par le laboratoire mobile de l'association sont des poussières en suspension dans l'air, de diamètre inférieur à 10 µm. Elles peuvent, du fait de leur petite taille, pénétrer dans les voies aériennes et engendrer ainsi des troubles cardiovasculaires et respiratoires.

La valeur limite pour la protection de la santé humaine est fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle. La moyenne journalière ne doit pas dépasser 50 µg/m³ plus de 35 jours dans l'année.

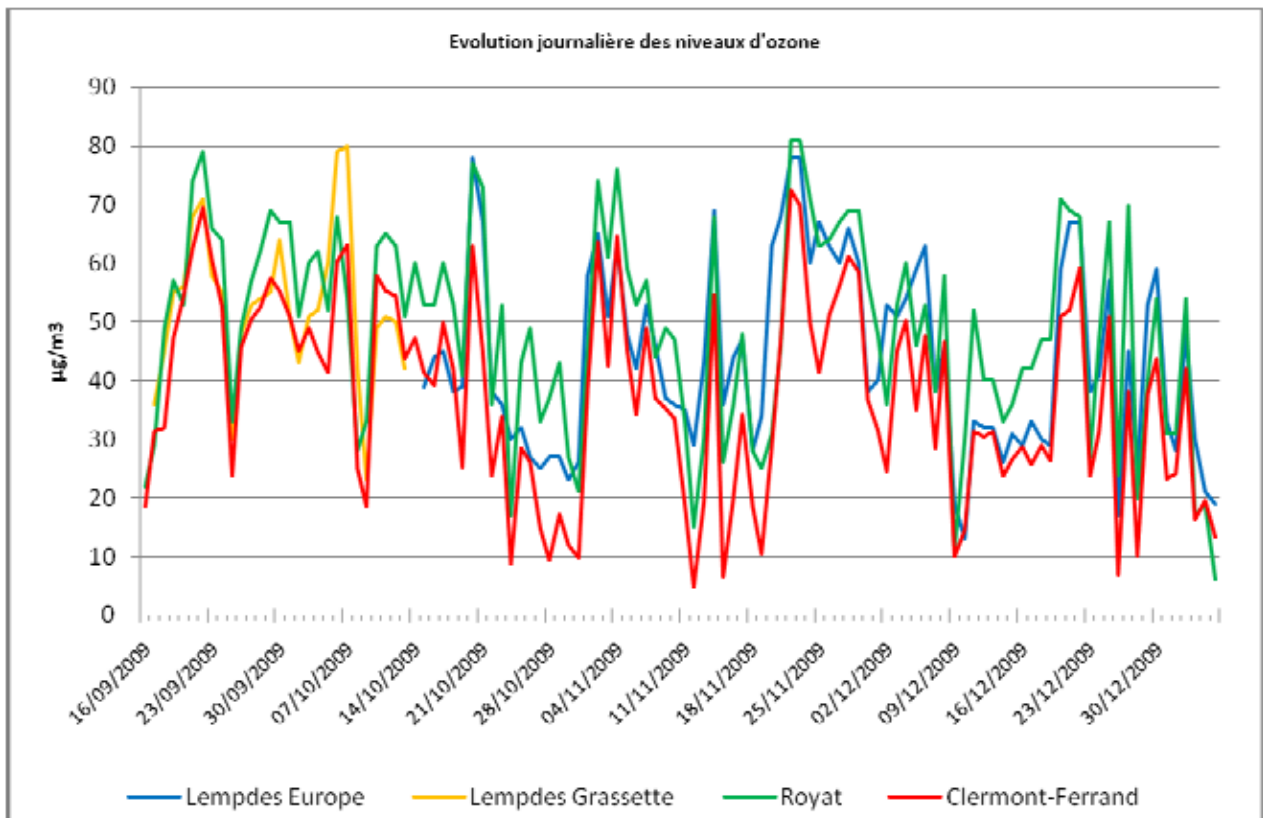
La concentration moyenne de PM₁₀ durant cette campagne est de 18 µg/m³, avec un maximum horaire de 102 µg/m³ avenue de l'Europe. Les niveaux sont semblables à ceux obtenus sur les sites urbains de l'agglomération clermontoise. En effet, les concentrations en poussières sont très homogènes avec des niveaux de fond régionaux élevés. Les critères réglementaires annuels devraient être respectés sur Lempdes, par contre les seuils d'information et de recommandation ainsi que d'alerte pourront être dépassés en cas de pollution particulaire à grande échelle.



Ozone (O₃)

Les concentrations en ozone sont, comme pour les autres polluants, du même ordre de grandeur que celles mesurées sur l'agglomération clermontoise.

La valeur cible pour la protection de la santé humaine à l'horizon 2010 (25 jours par an, en moyenne sur 3 ans, durant lesquels le maximum journalier de la concentration 8-horaire est supérieur à 120 µg/m³) devrait être respectée sur les deux sites de Lempdes. En effet en 2007 et 2008 ces critères ont été respectés pour l'agglomération clermontoise. Pour savoir si les objectifs de qualité pour la protection de la végétation sont respectés, il faudrait effectuer des mesures en ozone au cours de la période de mai à juillet. Cependant les sites rue de la Grassette et avenue de l'Europe étant très influencés par la circulation, cette norme ne devrait pas être atteinte. Par contre en cas de dépassements des seuils d'information et de recommandation de l'ozone sur l'agglomération clermontoise, ceux-ci devraient également être observés sur Lempdes.



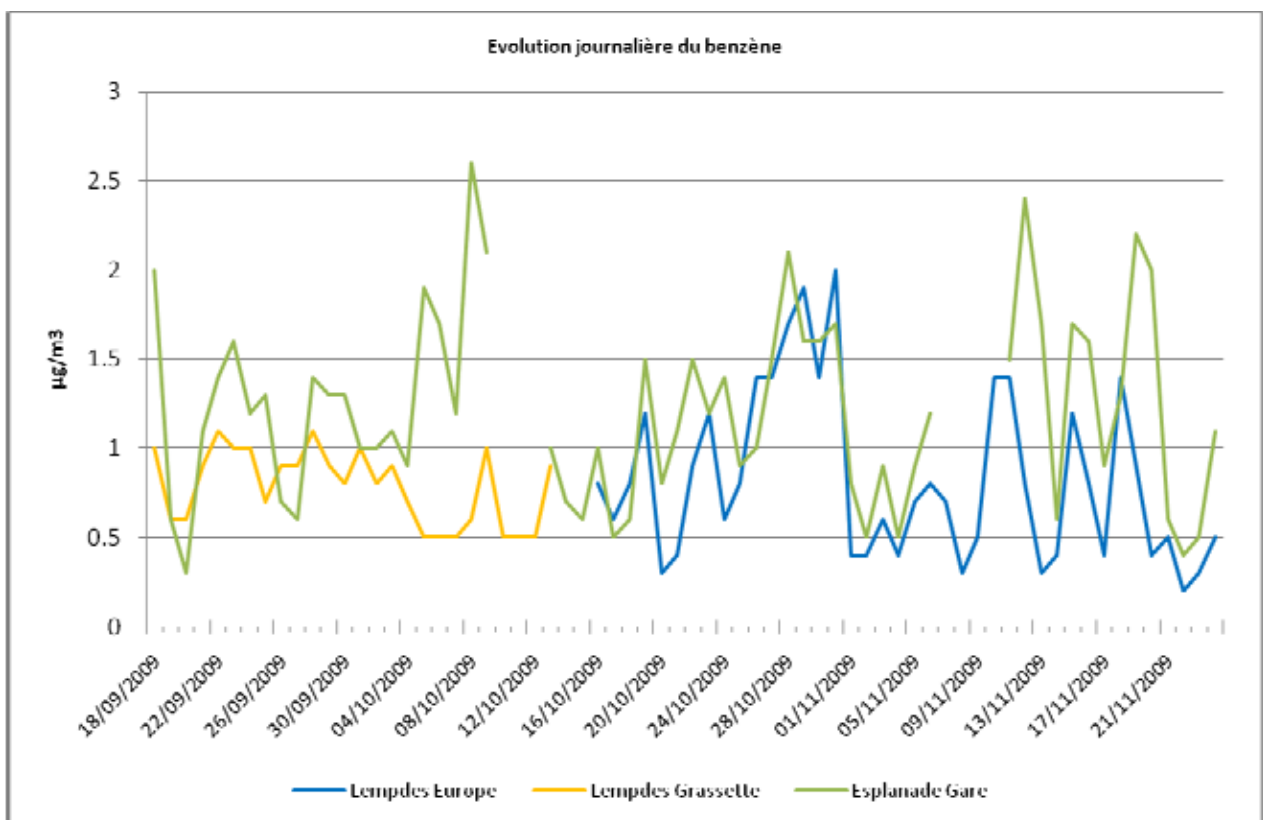
Benzène-Toluène

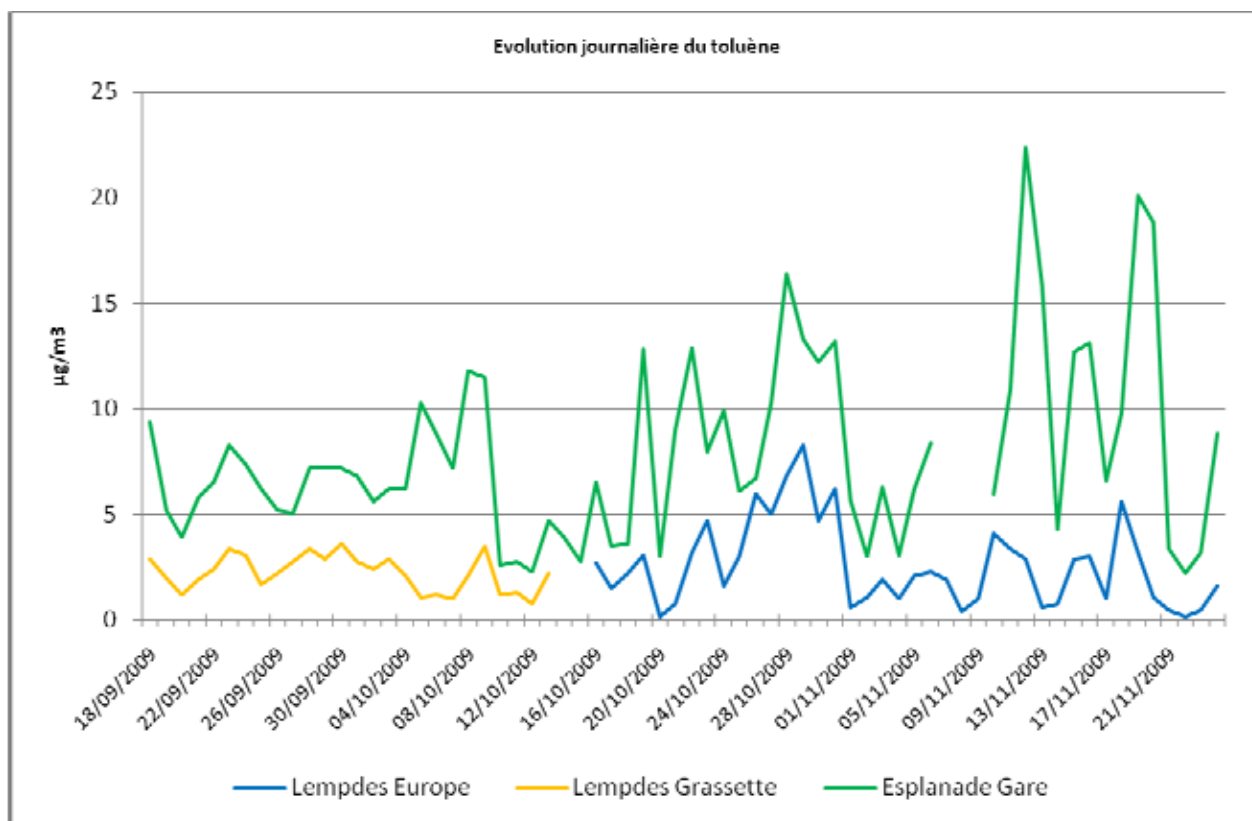
La mesure du benzène et toluène a eu lieu jusqu'au 25 novembre 2009 car l'analyseur a été transféré sur le site du Puy-en-Velay en raison d'une panne.

Seul le benzène a un critère réglementaire. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine est de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec pour objectif $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au cours de la campagne, les niveaux journaliers en benzène de Lempdes sont comparables à ceux mesurés à l'Esplanade de la Gare à Clermont-Ferrand. Par contre les valeurs en toluène sont très en deçà.

Les critères réglementaires devraient être respectés sur Lempdes.





Conclusion

Une campagne de mesure de la qualité de l'air, réalisée à l'aide du laboratoire mobile d'Atmo Auvergne, a été mise en place du 17 septembre 2009 au 5 janvier 2010 sur deux sites de la commune de Lempdes.

Les valeurs enregistrées pour l'ensemble des polluants sont inférieures aux normes en vigueur.

Les hausses de concentration en oxydes d'azote constatées sur certains créneaux horaires les jours ouvrés de la semaine permettent de relever l'impact de la circulation automobile sur l'axe routier A711 au moment des trajets domicile – travail et autour de la zone commerciale aux heures d'ouverture.

Les teneurs journalières en poussières sont comparables aux valeurs mesurées sur les sites clermontois, ce qui traduit une homogénéité de ce polluant sur des zones étendues avec des niveaux de fond importants. Ce site se comporte comme un poste périurbain.

Concernant l'ozone les résultats obtenus sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés sur l'agglomération clermontoise.

D'une manière générale ces deux sites ont des résultats comparables aux sites urbains de l'agglomération clermontoise avec, cependant, un impact relevable, de la circulation locale.

Annexes

Annexe 1 : Les polluants mesurés et leurs effets

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Origine : Issu de la combustion des fuels et du charbon contenant des impuretés soufrées, les principales sources urbaines 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 43 % des émissions, suivies du transport pour 27 %, le reste étant attribué aux secteurs tertiaire, résidentiel, et commercial.

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

Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote se présentent sous plusieurs formes chimiques. Les mesures concernent uniquement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂).

Origine : Les oxydes d'azote sont principalement émis par les automobiles (68 % en Auvergne), l'agriculture et la sylviculture (16 %) et par les installations de combustion (centrales thermiques, usines de traitement des déchets...). Le monoxyde d'azote est directement émis et se transforme en dioxyde d'azote. Le dioxyde d'azote est un précurseur de l'ozone lorsque les conditions météorologiques le permettent (action photochimique du soleil). Dans les agglomérations clermontoise et aurillacoise, le transport routier représente 75 % des émissions d'oxydes d'azote, et environ 65 % à Montluçon et au Puy-en-Velay.

Effets : Le dioxyde d'azote est plus toxique que le monoxyde d'azote et fait donc l'objet de normes. C'est un gaz irritant, provoquant des troubles respiratoires et des irritations des poumons. Il perturbe également le transport du dioxygène (O₂) dans le sang en l'empêchant de se lier à l'hémoglobine. Enfin, le dioxyde d'azote accroît la sensibilité aux virus.

Les particules en suspension (PS)

Ce terme regroupe toutes les particules solides en suspension dans l'air, mesurées de manière pondérale. On distingue les PM₁₀, de diamètre moyen inférieur à 10 µm, des PM_{2,5}, de diamètre moyen inférieur à 2,5 µm.

Origine : Les particules en suspension 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 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 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ce qui peut les rendre cancérigènes.

Le monoxyde de carbone (CO)

C'est un gaz incolore, inodore et inflammable.

Origine : Le monoxyde de carbone est issu de la combustion incomplète des produits carbonés. La principale source est le trafic routier (68 % en Auvergne, dont 45 % pour le Puy-de-Dôme), surtout les véhicules à essence. Viennent ensuite les activités industrielles.

Effets : A forte teneur (1000 mg/m³), le monoxyde de carbone peut être mortel. En effet, il se fixe à l'hémoglobine du sang à la place du dioxygène (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 monoxyde de carbone se transforme en dioxyde de carbone (CO₂), principal gaz à effet de serre.

L'ozone (O₃)

Origine : C'est un polluant secondaire se formant sous l'effet catalyseur du rayonnement solaire à partir des polluants d'origines industrielle et automobile. On considère ici l'ozone présent dans les dix premiers kilomètres de l'atmosphère, à différencier de l'ozone stratosphérique (10 à 20 km d'altitude) constituant la couche d'ozone qui protège la Terre des rayons ultraviolets du soleil.

Effets : Sur les humains, l'ozone provoque des irritations et des affections du système respiratoire, ainsi que l'affaiblissement du système immunitaire surtout chez les enfants et les asthmatiques. Puissant oxydant, il endommage les végétaux, ce qui se traduit par une baisse de rendement des cultures. A plus grande échelle, il contribue à l'effet de serre.

Les Benzène-Toluène-Xylène (BTX)

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

Origine : La principale source est la circulation automobile (gaz d'échappement et évaporation des carburants) et certaines industries chimiques émettant des solvants spécifiques. Le benzène (C₆H₆) est utilisé dans les carburants en remplacement du plomb.

Effets : Ils diffèrent selon la nature du composé. Cela peut se traduire par une diminution de la capacité respiratoire ou par des effets mutagènes voire cancérigènes pour le benzène. Ils provoquent également une irritation des yeux. Ils sont, au même titre que les oxydes d'azote, des précurseurs de l'ozone et participent à l'effet de serre. Il est important de préciser que la cigarette est la source de 40 % de l'exposition des êtres humains au benzène.

Annexe 2 : Les 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 :

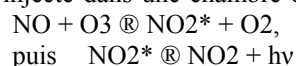
- mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et en monoxyde d'azote par chimiluminescence (NF EN 14211),
- mesurage de la concentration en dioxyde de soufre par fluorescence U.V. (NF EN 14212),
- mesurage de la concentration en ozone par photométrie U.V. (NF EN 14625),
- mesurage de la concentration 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 μm), 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).

Chimiluminescence (NOX)

L'air à analyser est injecté dans une chambre optique où il est mélangé avec de l'ozone. La réaction ayant lieu est la suivante :



Un rayonnement lumineux (longueur d'onde entre 600 et 1200 nm) est émis et mesuré par un photomultiplicateur qui permet de calculer la teneur en NO.

Pour la mesure du NO₂, on convertit le NO₂ de l'échantillon en NO grâce à un four à catalyse garni de molybdène où la réaction $3 \text{NO}_2 + \text{Mo} \rightarrow 3 \text{NO} + \text{MoO}_3$ se produit. Le NO est ensuite mesuré comme expliqué précédemment.

Fluorescence Ultra-Violet (SO₂)

L'échantillon d'air est introduit dans une chambre optique où il est soumis à un rayonnement UV de longueur d'onde déterminé (214 nm). Les molécules de SO₂ sont alors excitées : $\text{SO}_2 + h\nu \rightarrow \text{SO}_2^*$

Pour revenir à leur état d'origine, les molécules libèrent leur surplus d'énergie par un rayonnement visible dit de fluorescence (compris entre 320 et 380 nm) qui est mesuré grâce à un photomultiplicateur situé perpendiculairement à la direction du rayonnement UV.

Les éventuelles interférences avec les hydrocarbures sont éliminées par l'utilisation d'un filtre à perméation (membrane).

Absorption UV (O3)

L'échantillon d'air est soumis à un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde 254 nm, équivalent à la longueur d'onde maximale du spectre de l'O₃. La mesure de l'absorption due à l'ozone est déterminée par la différence entre l'absorption UV de l'échantillon et celle d'un air exempt d'O₃. La loi de BEER-LAMBERT permet alors de déterminer la concentration.

Opacimétrie et Réflectométrie (Fumées Noires)

L'analyseur prélève automatiquement l'air et les fumées noires se déposent sur un filtre. L'analyse, correspondant à une estimation de l'empoussièrement de l'air, se fait en laboratoire. Le taux de noircissement (opacimétrie) se fait par réflectométrie (mesure l'intensité de la lumière réfléctée par le filtre). Un abaque permet de convertir ce résultat en une concentration moyenne journalière.

Micro-Balance (Poussières)

L'échantillon d'air passe à travers un filtre vibrant à haute fréquence. Quand les poussières se déposent sur le filtre, la fréquence varie. L'énergie nécessaire à compenser cette variation permet de déterminer la concentration en poussières.

Absorption Infra-Rouge (CO)

L'air entre dans une chambre optique multiréflexion. Le faisceau émis par une source infrarouge traverse alternativement une chambre remplie de CO pur et une remplie par l'échantillon. Lorsque le faisceau traverse la cellule de CO, toutes les raies spécifiques du CO sont absorbées. Lorsque le faisceau traverse l'autre cellule, les raies du CO sont absorbées par la chambre de mesure en fonction de la teneur en CO de l'échantillon. Ce principe permet d'éliminer les interférences avec des composés carbonés ayant un spectre voisin.

Chromatographie gazeuse (B.T.X.)

Les différents composés sont séparés sur une colonne, balayée par un gaz porteur inerte. Au contact du matériau adsorbant de remplissage de la colonne, qui présente une affinité différente selon les molécules rencontrées, les substances sont plus ou moins retardées dans la colonne, de telle façon qu'elles en sortent à des temps différents, ce qui permet de différencier les composés. Les produits séparés passent dans un détecteur (PID) qui produit un signal électrique qui est fonction de leur concentration dans le gaz porteur.

D.O.A.S.

Le D.O.A.S. est constitué d'un analyseur qui émet un faisceau lumineux, dont le spectre est continu de 200 à 500 nm, zone dans laquelle un certain nombre de substances gazeuses indiquent le spectre d'absorption spécifique. Cette source lumineuse est dirigée vers un récepteur. Son intensité est affectée par la dispersion et l'absorption dans les molécules. La lumière captée est transférée à l'analyseur qui détermine les teneurs en SO₂, NO₂ et O₃ par spectrométrie.

Comptage des pollens

Un compteur volumétrique, placé dans une zone de forte densité de population, est utilisé. L'air, aspiré à raison de 10 l/min (respiration humaine), se dépose sur une bande de cellophane circulaire. Chaque semaine, les bandes sont ramassées. Les analystes procèdent alors au découpage de la bande en tranche journalière, puis à sa coloration afin de mettre en évidence les pollens. Une lecture minutieuse au microscope permet de comptabiliser les pollens famille par famille.

Détection par scintillateur (Radioactivité)

Les particules en suspension dans l'atmosphère sont retenues sur un filtre qui se déroule à une vitesse de 10 mm/h (correspondant à un débit d'air de 25 m³/h). Un détecteur des rayons a et b, constitué de 2 scintillateurs, est installé en face du filtre. Les impulsions lumineuses, proportionnelles à l'énergie déposée par les a et les b, sont converties en signal électrique par un photomultiplicateur. A la sortie de ce dernier, on sépare les impulsions des a et des b par un discriminateur d'énergie car les impulsions sont d'énergie différente.

Les concentrations en Radon sont calculées par la technique de "pseudocoïncidence" à partir des mesures a et b.

Annexe 3 : Les normes et 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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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 $\mu\text{g.h.m}^{-3}$	
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 $\mu\text{g.h.m}^{-3}$	
Seuil de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	
Seuils d'alerte :	moyenne horaire	240	sur 3 h consécutives sur 3 h consécutives
	moyenne horaire	300	
	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 $\mu\text{g.h.m}^{-3}$, 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.



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>

1^{er} trimestre 2010