



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



Campagne de mesure du benzène, du toluène, de l'éthylbenzène et des xylènes dans l'agglomération de Montluçon à proximité de stations-service



Octobre – Novembre 2005

A_tmo 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

Site Internet : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION – CONTEXTE DE LA CAMPAGNE..... | 3 |
| 1 GENERALITES SUR LES POLLUANTS MESURES..... | 3 |
| 1.1 Physico-chimie et sources..... | 3 |
| 1.2 Effets sur la santé..... | 4 |
| 1.3 Références normatives..... | 4 |
| <i>Législation européenne</i> | 5 |
| <i>Législation française</i> | 5 |
| <i>Récapitulatif</i> | 5 |
| 2 MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE..... | 6 |
| 2.1 Techniques de mesure..... | 6 |
| <i>Echantillonneur passif de BTEX</i> | 6 |
| <i>Analyseur automatique de BTEX</i> | 6 |
| 2.2 Sites de mesure..... | 6 |
| 3 EXPLOITATION DES RESULTATS | 10 |
| 3.1 Contexte météorologique durant la campagne..... | 10 |
| 3.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif..... | 12 |
| <i>Blancs de terrain</i> | 12 |
| <i>Doublons</i> | 12 |
| <i>Comparaison entre l'analyseur automatique et l'échantillonnage passif</i> | 12 |
| 3.3 Résultats des mesures de BTEX..... | 12 |
| <i>Evolution temporelle</i> | 12 |
| <i>Résultats des mesures de benzène</i> | 12 |
| <i>Résultats des mesures de toluène</i> | 12 |
| <i>Résultats des mesures d'éthylbenzène et de xylènes</i> | 12 |
| <i>Répartition spatiale des résultats</i> | 12 |
| <i>Lien avec le nombre de pompes</i> | 12 |
| CONCLUSION..... | 12 |
| ANNEXE : LES SITES DE MESURE..... | 12 |

Introduction – Contexte de la campagne

Parmi tous les polluants actuellement mesurés par Atmo Auvergne, Association pour la mesure de la pollution atmosphérique de l'Auvergne, figurent depuis janvier 99 certains composés aromatiques, à savoir le benzène, le toluène et les xylènes en proximité automobile. Les relevés en continu sont complétés par des campagnes de mesure du benzène par échantillonneurs passifs afin de connaître les niveaux selon les différents environnements.

Deux campagnes ont ainsi été menées en 2002 à Clermont-Ferrand et 2003 au Puy-en-Velay dans l'environnement immédiat des stations-service de ces agglomérations. Elles ont révélé des niveaux importants à proximité des lieux de distribution de carburant.

Par ailleurs, le décret n° 2001-349 du 18/04/2001 prévoit la limitation des émissions en Composés Organiques Volatils (famille dont fait partie le benzène) dans les stations-service d'un débit supérieur à 3000 m³/an.

C'est pourquoi Atmo Auvergne a décidé d'évaluer les niveaux de benzène à proximité des stations-service de l'agglomération de Montluçon. Cette étude devrait permettre de faire un premier bilan sur la qualité de l'air auprès des distributeurs de carburants, sachant que l'équipement en systèmes de récupération des vapeurs de COV est prévu par le décret cité ci-dessus.

Dans ce contexte, une campagne de mesure de 6 semaines de la pollution par le benzène à l'aide d'échantillonneurs passifs a été réalisée à proximité de 15 établissements, ainsi que sur 3 sites de circulation (principaux carrefours) afin de comparer les teneurs en benzène émises par le trafic automobile et les stations-service. Parallèlement, le moyen mobile lourd d'Atmo Auvergne a été installé sur l'un des carrefours afin de comparer les résultats obtenus par échantillonnage passif et par analyseur automatique.

1 Généralités sur les polluants mesurés

1.1 Physico-chimie et sources

Les polluants mesurés lors de cette campagne sont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les 3 isomères du xylène, regroupés sous l'acronyme BTEX.

Le **benzène** est un liquide volatil, avec une odeur aromatique. La formule brute de la molécule de benzène est : C₆H₆. 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...). Il est présent naturellement dans le pétrole brut et l'essence, dans des proportions qui ont évolué. En effet, contraints de réduire la teneur en plomb (antidétonant) dans la composition des carburants, les pétroliers ont augmenté les composés organiques afin de satisfaire les besoins des motoristes en matière d'indice d'octane des essences. La directive européenne du 20/03/85 en autorisait alors jusqu'à une concentration de 5 % dans les essences. Au 01/01/2000, la concentration maximale volumique autorisée de benzène dans l'essence a été abaissée à 1 %, contre 2,2 % en 1993 et 2,5 % en 1990.

D'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. Ainsi en atmosphère urbaine, il provient des gaz d'échappement des véhicules, de l'évaporation des carburants automobiles lors de leur stockage, de leur transport et de leur distribution.

De plus, il a été démontré que plus la vitesse d'un véhicule est faible, plus les émissions de benzène sont élevées, avec une émission de benzène du type $1/x$ en fonction de la vitesse. Par ailleurs, en période hivernale, les basses températures sont la cause d'une augmentation des rejets de benzène (chauffage des bâtiments, montée plus lente à la température optimale d'utilisation des moteurs des automobiles...).

Le **toluène** ($C_6H_5-CH_3$) est un liquide non corrosif volatil avec une odeur aromatique dont le seuil de détection olfactif varie considérablement d'un individu à l'autre. C'est l'hydrocarbure le plus abondant dans la troposphère où sa réaction avec les radicaux hydroxyle est le principal mécanisme de sa destruction (durée de vie de plusieurs jours en été à plusieurs mois en hiver). Il est produit principalement par des procédés industriels et a de multiples usages (peinture, imprimerie, caoutchouc...). Il est également présent dans de nombreux produits ménagers, à des taux moyens de 12 %. La plus grande source d'émission est l'usage d'essence.

L'**éthylbenzène** est un liquide sans couleur qui sent comme l'essence et s'évapore à température ambiante. Il est présent naturellement dans le goudron, le charbon et le pétrole et entre dans la composition de l'asphalte et des carburants. L'essence contient environ 2 % en masse d'éthylbenzène.

Le **xylène**, existant sous la forme de ses 3 isomères, s'évapore et brûle facilement. Les xylènes ne se trouvent pas naturellement dans l'environnement, excepté dans la fumée des feux de forêt. Les sources anthropiques sont le raffinage du pétrole et l'utilisation de dissolvants. Il est également présent dans les gaz d'échappement automobile et est émis par évaporation lors du transport et de la distribution d'essence.

1.2 Effets sur la santé

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.

Si les BTEX possèdent en commun des effets aigus, ils diffèrent notablement entre eux dans le domaine de la toxicité chronique.

Il n'existe pas de seuil identifiable en dessous duquel le benzène ne présente pas de risque pour la santé humaine. En 1996, l'OMS a adopté comme valeur d'orientation un risque unitaire de 6×10^{-6} . Cette valeur signifie qu'une exposition de un million de personnes pendant une vie entière (soit 70 ans), 24 heures sur 24, à la concentration en benzène dans l'air ambiant de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est susceptible d'induire un excès de décès par leucémie de 6 cas.

1.3 Références normatives

En matière de normes, les pays membres de l'Union Européenne doivent suivre les directives européennes, elles-mêmes basées sur les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Chaque directive européenne doit être traduite en droit du pays membre avant d'être appliquée dans celui-ci.

En France, les avis consultatifs du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique et du Conseil National de l'Air servent aussi de base pour fixer les nouvelles valeurs de seuils.

Législation européenne

Concernant les rejets provenant des véhicules, la Commission a adopté en juin 1996 une stratégie visant à contrôler davantage ces rejets afin de satisfaire les objectifs de qualité de l'air d'ici à l'an 2010. A la suite de l'accord de conciliation Auto-oil atteint le 29 juin 1998, le Conseil et le Parlement Européen ont décidé de limiter le pourcentage de benzène dans l'essence à 1 % en l'an 2000.

Concernant les concentrations atmosphériques de benzène, la directive 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil, du 16 novembre 2000, vise à compléter les dispositions concernant les valeurs limites de la directive 96/62/CE avec des valeurs limites spécifiques pour le benzène. La **valeur limite** est établie à **5 µg/m³** à partir du 1er janvier 2010. Les états membres doivent prendre les mesures nécessaires pour que les concentrations de benzène dans l'air ambiant ne dépassent pas cette valeur limite. Des dépassements sont autorisés jusqu'au 1^{er} janvier 2010 :

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Valeur limite pour la protection de la santé en moyenne annuelle (µg/m ³) | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |

Législation française

Dans le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et des effets sur la santé et l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, la France fixe un **objectif de qualité** de **2 µg/m³** en moyenne annuelle.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France recommande dans la circulaire n° 98-48 du 26 janvier 1998 relative aux valeurs de référence pour le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, le benzène et les hydrocarbures aromatiques les valeurs suivantes :

- 10 µg/m³ comme valeur limite annuelle des valeurs journalières pour chaque capteur témoignant d'une exposition de la population et 2 µg/m³ comme objectif de qualité,
- 25 µg/m³ comme valeur limite journalière pour chaque capteur témoignant d'une exposition de la population.

Récapitulatif

| | | | |
|--|---|---|--|
| Législation européenne | Directive 2000/69/CE | Valeur limite de la moyenne annuelle à atteindre au 1 ^{er} janvier 2010 | 5 µg/m³ |
| Législation française | Décret n° 98-360 Circulaire n° 98-48 | Objectif de qualité de la moyenne annuelle | 2 µg/m³ |
| | Circulaire n° 98-48 | Valeur limite de la moyenne annuelle | 10 µg/m³ |
| Valeur limite de la moyenne journalière | | 25 µg/m³ | |
| OMS | Valeur d'excès de risque unitaire | | 6 × 10⁻⁶ (µg/m³)⁻¹ |

2 Mise en œuvre de la campagne

2.1 Techniques de mesure

Les échantillonneurs passifs sont bien adaptés pour la mesure du benzène dans l'air ambiant et sont largement utilisés dans les études ponctuelles visant à quantifier l'exposition moyenne sur un nombre important de sites d'échantillonnage. Pour sa facilité de mise en œuvre et son faible coût, qui en constituent les principaux atouts, cette technique de mesure a été retenue dans la présente étude. En parallèle, l'analyseur automatique du moyen mobile lourd d'Atmo Auvergne, installé dans un carrefour, fournit des données issues d'une méthode différente.

Echantillonneur passif de BTEX

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

La limite de détection, après 7 jours d'exposition est comprise en général entre 0,05 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon le composé.

Analyseur automatique de BTEX

L'air est aspiré au moyen d'une pompe et les composés sont préconcentrés avant d'être 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.

2.2 Sites de mesure

Toutes les stations-service de l'agglomération montluçonnaise, soit un total de 15, ont été étudiées, ainsi que 3 principaux carrefours de la ville. Les mesures de BTEX ont eu lieu par exposition de 6 séries de 7 jours consécutifs d'échantillonneurs passifs, du 6 octobre au 17 novembre 2005. Afin de se rapprocher au maximum de la pollution à laquelle est soumis l'être humain, les tubes étaient exposés à environ 2 m du sol.

Le camion laboratoire d'Atmo Auvergne est placé au niveau de l'avenue du 8 mai 1945, ce qui correspond aux tubes passifs 2/18.

Cet échantillonnage spatial et les caractéristiques des sites échantillonnés sont présentés sur la carte et les tableaux suivants. Sur la carte, les stations-service sont indiquées en bleu et les sites « circulation » en rouge.

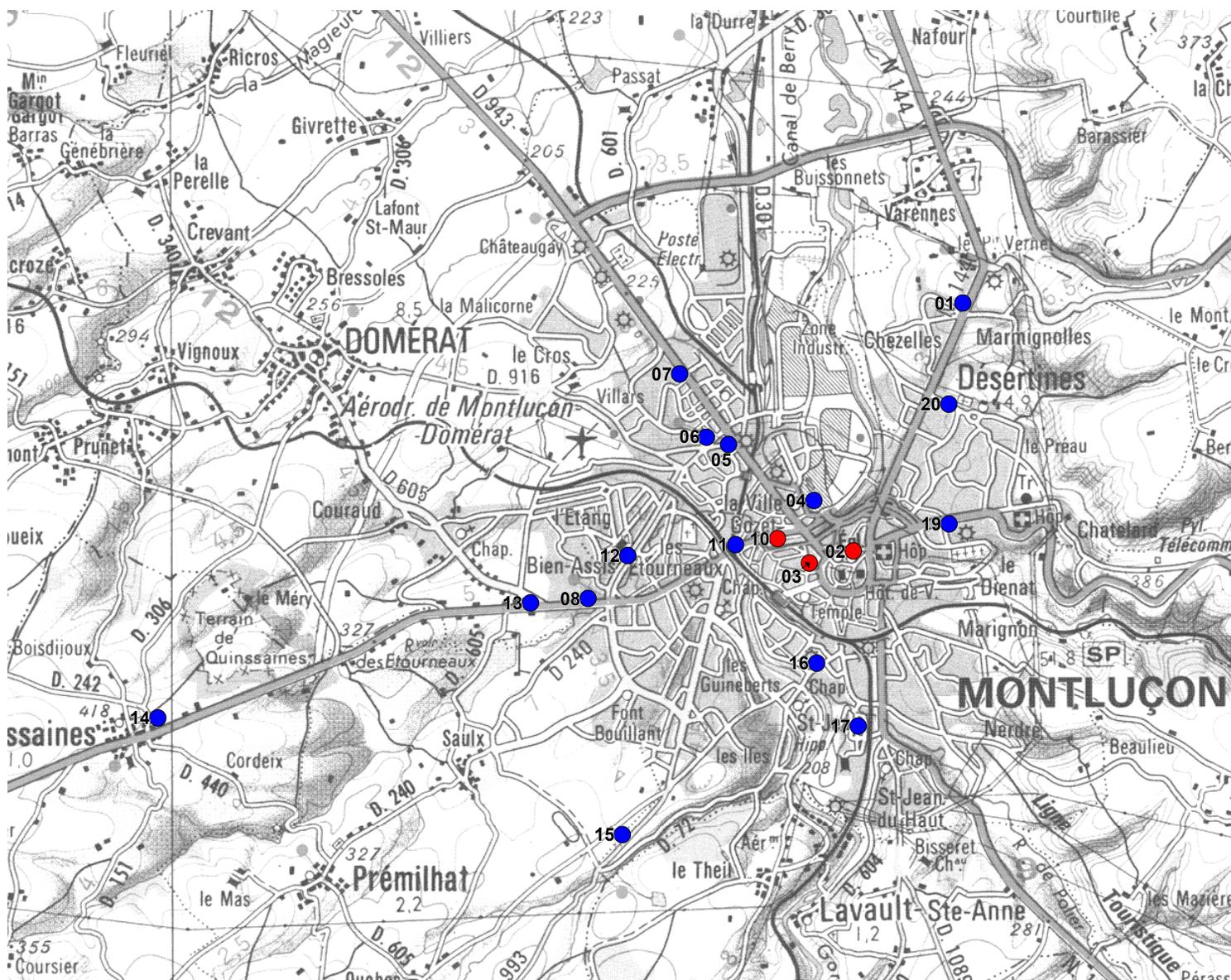
Les photos des 18 sites étudiés sont présentées dans l'annexe en fin de rapport.

| N° site | Nom | Adresse | Ville | Emplacement |
|---------|----------------------|--|-------------|---|
| 1 | ESSO | Angle rue Joseph Besson et rue Stalingrad | Désertines | Sur poteau éclairage public (voie publique) |
| 2 / 18 | Site « circulation » | Carrefour Avenue du 8 mai 1945 - Avenue Général de Gaulle | Montluçon | Sur poteau éclairage public |
| 3 | Site « circulation » | Rue des rémouleurs - Rue Faubourg St Pierre | Montluçon | Sur gouttière - Magasin "PLUS" |
| 4 | CARREFOUR | Centre Athanor - Parking supermarché | Montluçon | Sur éclairage public |
| 5 | TOTAL | Avenue Albert Thomas - Croisement rue des droits de l'homme | Montluçon | Sur poteau téléphone |
| 6 | LECLERC | Angle rue Pierre Villon - Rue des Marais - Long de la 2 x 2 voies | Montluçon | Sur éclairage public |
| 7 | AVIA | Rue Albert Thomas - Angle rue Jean Eudes | Montluçon | Sur poteau AVIA devant la station |
| 8 / 9 | AUCHAN | Rue des Martyrs | Domérat | Sur poteau d'expansion |
| 10 | Site « circulation » | Place Louis Bavay - A côté site fixe | Montluçon | Sur poteau éclairage public - Arrêt bus |
| 11 | TOTAL | Rue Paul Constans - Après pont du Châtelet | Montluçon | Sur poteau EDF + éclairage |
| 12 | INTERMARCHE | Rue Pierre Dupont - Proche avenue Jean Nègre | Montluçon | Sur poteau éclairage |
| 13 | ESSO automatique | Avenue des Martyrs - Croisement rue du Docteur Chalais | Domérat | Sur gouttière le long de la station |
| 14 | Berthelot (TOTAL) | Entrée du village - RN 145 en montée (circulation importante poids lourds) | Quinssaines | Sur panneau indiquant les prix |
| 15 | LECLERC | Rte d'Evaux les Bains - Avenue du Président Auriol | Montluçon | Sur poteau éclairage parking |
| 16 | INTERMARCHE | Rue de la Rotonde | Montluçon | Sur poteau téléphonique |
| 17 | ESSO automatique | Avenue John Kennedy | Montluçon | Sur mur de séparation avec la voie ferrée |
| 19 | ELF | Rue Ambroise Croizat - A côté de la clinique St François | Désertines | Sur éclairage public |
| 20 | CHAMPION | Angle rue de la République - Rue Anne Franck | Désertines | Sur barrière derrière la station |

Liste et emplacement des sites étudiés

| N° site | Nom | Ville | Nombre total de pompes | Nombre de pompes de super sans plomb | Nombre de pompes de gasoil | Nombre de pompes autre carburant |
|----------------|------------------|--------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | ESSO | Désertines | 3 | 2 | 1 | |
| 4 | CARREFOUR | Montluçon | 30 | 20 | 10 | |
| 5 | TOTAL | Montluçon | 6 | 3 | 3 | |
| 6 | LECLERC | Montluçon | 12 | 8 | 4 | |
| 7 | AVIA | Montluçon | 4 | 2 | 2 | |
| 8 / 9 | AUCHAN | Domérat | 21 | 12 | 8 | 1 GPL |
| 11 | TOTAL | Montluçon | 12 | 6 | 4 | 1 GPL, 1 Fioul |
| 12 | INTERMARCHE | Montluçon | 4 | 2 | 2 | |
| 13 | ESSO automatique | Domérat | 13 | 8 | 5 | |
| 14 | TOTAL | Quinssaines | 3 | 2 | 1 | |
| 15 | LECLERC | Montluçon | 4 | 2 | 2 | |
| 16 | INTERMARCHE | Montluçon | 13 | 8 | 5 | |
| 17 | ESSO automatique | Montluçon | 6 | 4 | 2 | |
| 19 | ELF | Désertines | 16 | 8 | 8 | |
| 20 | CHAMPION | Désertines | 6 | 4 | 2 | |

Caractéristiques des stations service



Carte des sites échantillonnés

3 Exploitation des résultats

3.1 Contexte météorologique durant la campagne

Les conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure 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 1 | Série 2 | Série 3 | Série 4 | Série 5 | Série 6 | normales climatiques d'oct. | normales climatiques de nov. |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | 06-oct 13-oct | 13-oct 20-oct | 20-oct 27-oct | 27-oct 03-nov | 03-nov 10-nov | 10-nov 17-nov | | |
| Température | | | | | | | | |
| Température maximale (moyenne en °C) | 23.2 | 22.3 | 21.7 | 17.6 | 9.9 | 7.5 | 16.8 | 10.9 |
| Température moyenne (moyenne en °C) | 14.6 | 14.8 | 15.6 | 17.5 | 9.6 | 7.4 | 11.7 | 6.6 |
| Température minimale (moyenne en °C) | 8.8 | 9.7 | 9.5 | 13.6 | 4.4 | 4.9 | 6.6 | 2.3 |
| Nombre de jours avec : | | | | | | | | |
| température maximale >= 30°C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 |
| température maximale >= 25°C | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1.6 | 0 |
| température minimale <= 0°C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2.2 | 9.7 |
| Précipitations | | | | | | | | |
| Hauteur cumulée (mm) | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 27.4 | 31.6 | 17.8 | 69.5 | 61.9 |
| Nombre de jours avec : | | | | | | | | |
| hauteur quotidienne >= 1 mm | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 10.6 | 10.1 |
| hauteur quotidienne >= 5 mm | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4.7 | 4.2 |
| hauteur quotidienne >= 10 mm | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.8 |
| Insolation | | | | | | | | |
| Durée d'insolation cumulée (heures) | 59.8 | 31.6 | 32.9 | 35.1 | 34.7 | 20.1 | 116.5 | 79.2 |
| Nombre de jours avec : | | | | | | | | |
| fraction d'insolation = 0 % | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 5.9 | 8.6 |
| fraction d'insolation <= 20 % | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 13.9 | 16.4 |
| fraction d'insolation >= 80 % | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4.2 | 3.2 |
| Vent | | | | | | | | |
| Vitesse du vent (moyenne en m/s) | 2 | 1.2 | 1.9 | 3.4 | 1.6 | 1.6 | 2 | 2.1 |
| Nombre de jours avec : | | | | | | | | |
| rafales >= 16 m/s | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2.5 | 2.5 |
| rafales >= 28 m/s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| Nombre de jours avec : | | | | | | | | |
| vitesse moyenne <= 1 m/s | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | nd | nd |
| vitesse moyenne <= 2 m/s | 4 | 7 | 4 | 2 | 5 | 7 | nd | nd |
| vitesse moyenne >= 3 m/s | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | nd | nd |

Série 1 (6 au 13 octobre 2005) : Le mois d'octobre 2005 a été particulièrement doux. Durant cette première série, les températures moyennes journalières ont continuellement crû, pour passer de 10,3°C le 6 octobre à 17,9°C le dernier jour de la semaine. Le ciel reste très clair et les amplitudes thermiques journalières sont importantes, puisqu'elles dépassent 16°C les 8, 9, et 10 octobre. La pluie est quasiment inexistante, et le vent, majoritairement de direction sud, reste modéré. Les 11 et 12 octobre sont les plus venteux avec une vitesse moyenne dépassant 3 m/s. Les indices de qualité de l'air relevés durant cette période sont bons (indices 3 et 4 majoritaires) ou moyens (un indice 5 dû aux concentrations d'ozone).

Série 2 (13 au 20 octobre 2005) : Les températures sont encore supérieures aux normales saisonnières, les moyennes journalières dépassant toujours 14°C excepté le 14 octobre. Le cumul pluviométrique sur la période est de 5 mm. La quasi-totalité des précipitations a lieu dans la journée du 18 octobre qui connaît d'ailleurs un ensoleillement nul. Le vent est faible pendant cette semaine, qui est la moins ventée des 6 séries. A Montluçon, la qualité de l'air est bonne (indices de la qualité de l'air de 3 ou 4).

Série 3 (20 au 27 octobre 2005) : Les températures de la semaine sont celles d'un mois de septembre et oscillent entre 12,2°C et 17,9°C en moyenne journalière. L'arrivée d'une perturbation nuageuse le 22 octobre s'accompagne d'un léger refroidissement suivi d'un passage pluvieux le 23 octobre. En effet les journées des 23 et 24 octobre enregistrent des températures moyennes autour de 13°C, voisines des normales saisonnières. Le vent, majoritairement de direction sud, est plus marqué durant cette série, particulièrement les 21 et 22 octobre où sa vitesse a dépassé 2,6 m/s. Les indices de qualité de l'air sont égaux à 3 durant toute la semaine à Montluçon.

Série 4 (27 octobre au 3 novembre 2005) : L'été indien perdure et les températures continuent à être élevées, entre 11,8°C et 20,1°C en moyenne journalière. Le 29 octobre, le thermomètre ne descend pas en dessous de 18,7°C, et la température moyenne de la semaine est de presque 6°C au-dessus des normales saisonnières. Un arrosage copieux pendant toute la journée du 31 octobre apporte à lui seul les trois quarts du cumul pluviométrique mensuel, bien que les pluies soient restées nettement déficitaires pendant le mois. Le vent reste orienté au sud et les rafales sont fréquentes, faisant de cette série la plus ventée des 6 semaines. Hormis le 27 octobre où l'indice de qualité de l'air a été de 4, le reste de la semaine ne connaît que des indices 3.

Série 5 (3 au 10 novembre 2005) : Les conditions météorologiques se dégradent nettement. De fortes pluies les 3 et 4 novembre sont suivies d'une importante chute des températures, le thermomètre perdant en moyenne 8°C par rapport à la semaine précédente. Les premières gelées font leur apparition. Cette dégradation des conditions météorologiques conduit à de bons indices de qualité de l'air (indices 3 et même 2 en fin de période).

Série 6 (10 au 17 novembre 2005) : Les températures moyennes journalières sont proches des normales climatiques de novembre, et s'échelonnent entre 5,7°C et 10,5°C. Bien qu'il pleuve durant plus de la moitié des journées de cette série, seul le 12 novembre bénéficie d'un arrosage copieux (16,4 mm de pluie). La vitesse moyenne du vent a été modérée pendant la semaine. Ces conditions météorologiques de saison ont permis le maintien d'une très bonne qualité de l'air à Montluçon où les indices ont été égaux à 2 tous les jours.

3.2 Assurance qualité des mesures par échantillonnage passif

Blancs de terrain

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

Un blanc a été réalisé lors de chaque série.

Pour la totalité des concentrations mesurées sur les blancs, le résultat est inférieur à 0,1 microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ce qui correspond à la limite de quantification du laboratoire d'analyse. Ceci indique donc que **les échantillons n'ont pas été contaminés**.

Doublons

Certaines mesures ont été réalisées en doublon afin de contrôler la répétabilité des mesures.

Le site d'Auchan Domérat (référence 8 et 9) a ainsi été équipé de 2 échantillonneurs passifs placés l'un à côté de l'autre.

De la même façon, 2 tubes passifs ont été disposés sur le carrefour référencé 2/18, l'un dans l'avenue du 8 mai 1945 et l'autre dans l'avenue du général de Gaulle.

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 :

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

Site Auchan-Domérat

Les calculs des écarts relatifs ER pour le benzène sur le site d'Auchan Domérat sont présentés dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

| | Série 1 6 - 13 octobre | Série 2 13 - 20 octobre | Série 3 20 - 27 octobre | Série 4 27 oct. - 3 nov. | Série 5 3 - 10 novembre | Série 6 10 - 17 novembre |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| concentration éch. passif 8 | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 1.9 | 1.5 | 1.9 |
| concentration éch. passif 9 | 1.9 | 2.0 | 2.5 | 1.9 | 1.6 | 1.7 |
| moyenne | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 1.9 | 1.6 | 1.8 |
| ER | 0.0% | 2.6% | 2.0% | 0.0% | 3.2% | 5.6% |

Analyse des mesures de benzène sur le site 8/9 équipé d'un doublon

Pour les autres hydrocarbures mesurés (toluène, éthylbenzène et xylènes) sur ce site, les résultats sont du même ordre, voire meilleurs (autour de 1 %) et restent toujours inférieurs à 5,6 %.

Carrefour du 8 mai 1945 / Avenue de Gaulle

Les calculs pour le benzène sur le carrefour référencé 2/18 indiquent des écarts relatifs ER en moyenne un peu plus élevés :

| | Série 1 6 - 13 octobre | Série 2 13 - 20 octobre | Série 3 20 - 27 octobre | Série 4 27 oct. - 3 nov. | Série 5 3 - 10 novembre | Série 6 10 - 17 novembre |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| concentration éch. passif 2 | 2.1 | 2.5 | 1.7 | 1.8 | 2.4 | 3.4 |
| concentration éch. passif 18 | 2.3 | 2.3 | 1.8 | 1.9 | 2.5 | 3.7 |
| moyenne | 2.2 | 2.4 | 1.8 | 1.9 | 2.5 | 3.6 |
| ER | 4.5% | 4.2% | 2.9% | 2.7% | 2.0% | 4.2% |

Analyse des mesures de benzène sur le site 2/18 équipé d'un doublon

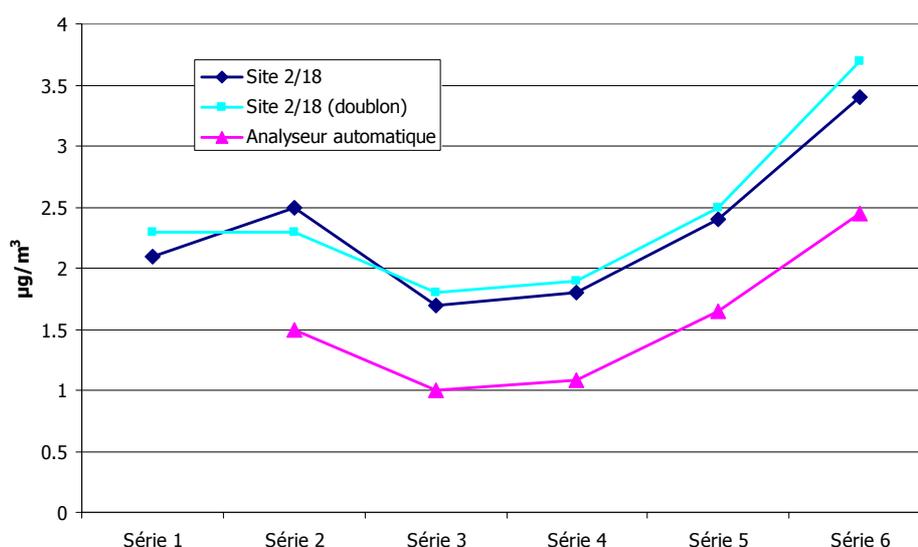
Pour les autres hydrocarbures mesurés, les résultats sont du même ordre.

Ces écarts relatifs légèrement supérieurs sur ce site peuvent s'expliquer par le fait que les deux prélèvements, bien que situés dans le même carrefour de circulation, ne soient pas contigus.

En conclusion, pour l'ensemble des composés, les écarts relatifs obtenus, très faibles et largement inférieurs à l'incertitude de mesure admise pour cette technique (10 à 20%), confirment **une très bonne répétabilité des mesures**.

Comparaison entre l'analyseur automatique et l'échantillonnage passif

Le laboratoire mobile de l'association a été mis en place au niveau du carrefour du 8 mai 1945, où était également installé un doublon (site 2/18). L'analyseur automatique a permis d'obtenir des mesures de benzène et de toluène pendant les séries 2 à 6. Les résultats obtenus sont indiqués dans le graphe suivant :



Concentrations en benzène obtenues par échantillonnage passif et par l'analyseur automatique

Les concentrations en benzène obtenues par l'analyseur automatique, tout en suivant les mêmes variations temporelles, sont inférieures à celles fournies par les échantillonneurs passifs, ce qui se vérifie également pour le toluène. Cette observation a déjà été constatée lors de précédentes campagnes de mesure.

3.3 Résultats des mesures de BTEX

Les résultats détaillés regroupés par site des concentrations en benzène, toluène ainsi que la somme de celles de l'éthylbenzène et des xylènes, exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pour l'ensemble des sites et chaque série de mesure, sont fournis dans les tableaux suivants. La mention "nd" correspond aux valeurs non disponibles, en raison d'échantillons disparus ou détériorés. Les résultats sont classés par commune, les 3 carrefours de circulation ayant été regroupés en fin de tableau.

| N° référence | Benzène | Série 1 | Série 2 | Série 3 | Série 4 | Série 5 | Série 6 | Moyenne |
|--------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 20 | Désertines - Champion | 2.0 | 2.1 | 1.5 | 1.7 | 2.2 | 2.5 | 2.0 |
| 19 | Désertines - Elf | 6.3 | 4.7 | 5.3 | 7.1 | 5.1 | 3.7 | 5.4 |
| 1 | Désertines - Esso | 2.1 | 2.5 | 1.6 | 1.5 | 1.8 | 2.4 | 2.0 |
| 8 | Domérat - Auchan | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 1.9 | 1.5 | 1.9 | 1.9 |
| 9 | Domérat - Auchan | 1.9 | 2.0 | 2.5 | 1.9 | 1.6 | 1.7 | 1.9 |
| 13 | Domérat - Esso | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 1.9 | 1.2 | 1.3 | 1.6 |
| 7 | Montluçon - Avia | 2.0 | 2.3 | 1.6 | 2.3 | 1.8 | 2.3 | 2.1 |
| 17 | Montluçon - Esso Kennedy | 5.1 | 4.8 | 4.4 | 5.6 | 3.7 | 3.3 | 4.5 |
| 16 | Montluçon - Intermarché Rotonde | 1.7 | 1.8 | 1.1 | 1.6 | 1.5 | 1.8 | 1.6 |
| 12 | Montluçon - Intermarché rue Dupont | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 1.3 |
| 6 | Montluçon - Leclerc Villon | 2.2 | 2.1 | 1.9 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 2.2 |
| 4 | Montluçon - supermarché Carrefour | 1.3 | 1.7 | 1.2 | 1.4 | 2.1 | 2.8 | 1.7 |
| 5 | Montluçon - Total Albert Thomas | 4.6 | 3.8 | 3.4 | 5.1 | 4.3 | 3.1 | 4.0 |
| 11 | Montluçon - Total Paul Constans | 3.1 | 3.1 | 2.8 | 3.3 | 2.9 | 4.2 | 3.2 |
| 15 | Montluçon - Leclerc Auriol | nd | nd | 1.8 | 3.1 | 2.1 | 1.8 | 2.2 |
| 14 | Quinssaines Total Berthelot | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.7 |
| 2 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 2.1 | 2.5 | 1.7 | 1.8 | 2.4 | 3.4 | 2.3 |
| 18 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 2.3 | 2.3 | 1.8 | 1.9 | 2.5 | 3.7 | 2.4 |
| 3 | Carrefour des Rémoiseurs | 1.5 | 1.4 | 1.0 | 1.5 | 1.4 | 2.1 | 1.5 |
| 10 | Carrefour Louis Bavay | 1.6 | 1.7 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.5 | 1.7 |
| | MOYENNE | 2.4 | 2.3 | 2.0 | 2.5 | 2.2 | 2.5 | 2.3 |

Concentrations en benzène mesurées sur les échantillonneurs à diffusion passive

| N° référence | Toluène | Série 1 | Série 2 | Série 3 | Série 4 | Série 5 | Série 6 | Moyenne |
|--------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 20 | Désertines - Champion | 10.4 | 11.0 | 8.7 | 8.1 | 9.7 | 9.0 | 9.5 |
| 19 | Désertines - Elf | 29.1 | 23.8 | 25.9 | 32.9 | 24.3 | 14.4 | 25.1 |
| 1 | Désertines - Esso | 11.5 | 14.4 | 8.2 | 8.2 | 9.2 | 8.7 | 10.1 |
| 8 | Domérat - Auchan | 8.5 | 8.4 | 10.5 | 8.7 | 7.3 | 6.6 | 8.3 |
| 9 | Domérat - Auchan | 8.3 | 8.4 | 10.6 | 9.1 | 7.5 | 6.3 | 8.4 |
| 13 | Domérat - Esso | 10.7 | 10.4 | 8.0 | 11.6 | 7.4 | 4.5 | 8.7 |
| 7 | Montluçon - Avia | 13.1 | 15.5 | 10.0 | 13.9 | 9.7 | 10.7 | 12.2 |
| 17 | Montluçon - Esso Kennedy | 31.7 | 29.1 | 25.4 | 31.7 | 17.5 | 13.5 | 24.8 |
| 16 | Montluçon - Intermarché Rotonde | 8.9 | 11.6 | 6.3 | 8.9 | 7.1 | 6.0 | 8.1 |
| 12 | Montluçon - Intermarché rue Dupont | 5.6 | 6.8 | 4.5 | 5.5 | 5.3 | 7.0 | 5.8 |
| 6 | Montluçon - Leclerc Villon | 11.6 | 12.8 | 11.2 | 11.8 | 11.4 | 11.0 | 11.6 |
| 4 | Montluçon - supermarché Carrefour | 6.3 | 9.1 | 6.2 | 7.6 | 9.5 | 7.4 | 7.7 |
| 5 | Montluçon - Total Albert Thomas | 25.5 | 21.4 | 17.9 | 27.2 | 20.2 | 15.1 | 21.2 |
| 11 | Montluçon - Total Paul Constans | 19.4 | 18.7 | 17.3 | 21.0 | 16.9 | 16.4 | 18.3 |
| 15 | Montluçon - Leclerc Auriol | nd | nd | 15.4 | 24.2 | 14.0 | 8.8 | 15.6 |
| 14 | Quinssaines Total Berthelot | 2.0 | 2.7 | 2.4 | 3.9 | 1.7 | 1.9 | 2.4 |
| 2 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 10.0 | 13.2 | 9.0 | 15.3 | 9.6 | 10.7 | 11.3 |
| 18 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 10.9 | 12.2 | 9.7 | 15.9 | 10.3 | 11.4 | 11.7 |
| 3 | Carrefour des Rémoiseurs | 7.5 | 6.8 | 5.1 | 7.2 | 5.5 | 5.6 | 6.3 |
| 10 | Carrefour Louis Bavay | 7.4 | 8.4 | 6.1 | 7.8 | 6.9 | 7.3 | 7.3 |
| | MOYENNE | 12.5 | 12.9 | 10.9 | 14.0 | 10.6 | 9.1 | 11.7 |

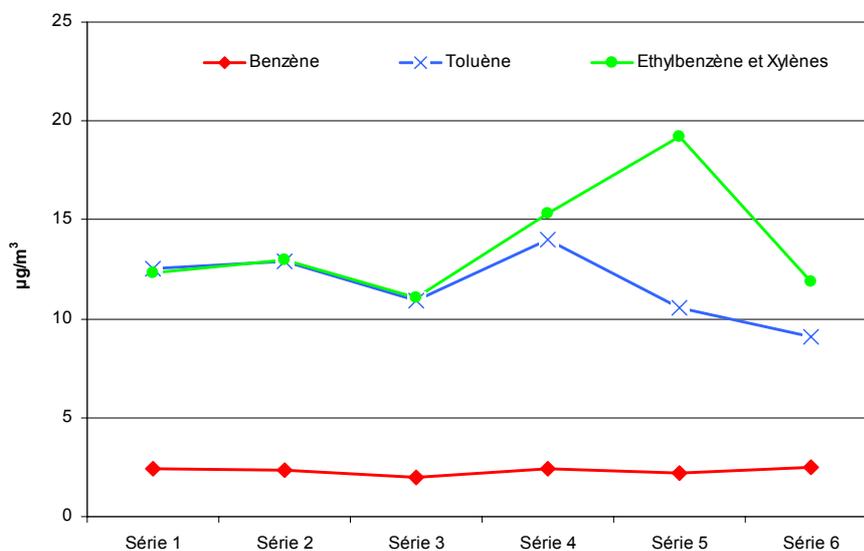
Concentrations en toluène mesurées sur les échantillonneurs à diffusion passive

| N° référence | Ethylbenzène et Xylènes (m+p-xylènes, o-xylène) | Série 1 | Série 2 | Série 3 | Série 4 | Série 5 | Série 6 | Moyenne |
|--------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 20 | Désertines - Champion | 11.7 | 11.5 | 10.3 | 10.4 | 12.9 | 12.4 | 11.6 |
| 19 | Désertines - Elf | 29.3 | 25.3 | 27.8 | 40.0 | 163.0 | 26.0 | 51.9 |
| 1 | Désertines - Esso | 11.6 | 14.1 | 8.7 | 10.1 | 10.7 | 11.2 | 11.1 |
| 8 | Domérat - Auchan | 9.8 | 10.3 | 12.3 | 12.2 | 8.9 | 9.2 | 10.4 |
| 9 | Domérat - Auchan | 9.8 | 10.7 | 12.7 | 12.4 | 9.0 | 8.9 | 10.6 |
| 13 | Domérat - Esso | 7.2 | 8.0 | 5.5 | 8.0 | 5.6 | 4.4 | 6.5 |
| 7 | Montluçon - Avia | 10.7 | 12.5 | 8.7 | 13.2 | 10.2 | 11.0 | 11.1 |
| 17 | Montluçon - Esso Kennedy | 21.1 | 20.8 | 17.2 | 21.9 | 14.3 | 13.7 | 18.2 |
| 16 | Montluçon - Intermarché Rotonde | 8.7 | 13.2 | 7.0 | 10.0 | 8.0 | 6.9 | 9.0 |
| 12 | Montluçon - Intermarché rue Dupont | 5.7 | 7.2 | 4.9 | 6.6 | 6.4 | 8.6 | 6.6 |
| 6 | Montluçon - Leclerc Villon | 11.8 | 12.4 | 11.4 | 14.1 | 13.9 | 12.1 | 12.6 |
| 4 | Montluçon - supermarché Carrefour | 6.0 | 8.8 | 6.6 | 9.0 | 10.5 | 8.9 | 8.3 |
| 5 | Montluçon - Total Albert Thomas | 30.7 | 25.2 | 22.6 | 35.5 | 29.5 | 17.7 | 26.9 |
| 11 | Montluçon - Total Paul Constans | 17.7 | 17.7 | 16.1 | 21.4 | 18.9 | 24.9 | 19.5 |
| 15 | Montluçon - Leclerc Auriol | nd | nd | 11.6 | 16.9 | 13.4 | 9.0 | 12.7 |
| 14 | Quinssaines Total Berthelot | 2.0 | 2.9 | 2.5 | 4.3 | 2.0 | 2.4 | 2.7 |
| 2 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 11.7 | 15.4 | 11.0 | 20.2 | 14.9 | 15.5 | 14.8 |
| 18 | Carrefour du 8 mai/ Général de Gaulle | 12.6 | 14.3 | 12.1 | 21.2 | 16.1 | 17.2 | 15.6 |
| 3 | Carrefour des Rémoiseurs | 7.6 | 7.5 | 5.9 | 8.8 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 10 | Carrefour Louis Bavay | 8.0 | 9.2 | 7.1 | 9.8 | 9.0 | 9.6 | 8.8 |
| | MOYENNE | 12.3 | 13.0 | 11.1 | 15.3 | 19.2 | 11.9 | 13.8 |

Concentrations en éthylbenzène et xylènes mesurées sur les échantillonneurs à diffusion passive

Evolution temporelle

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



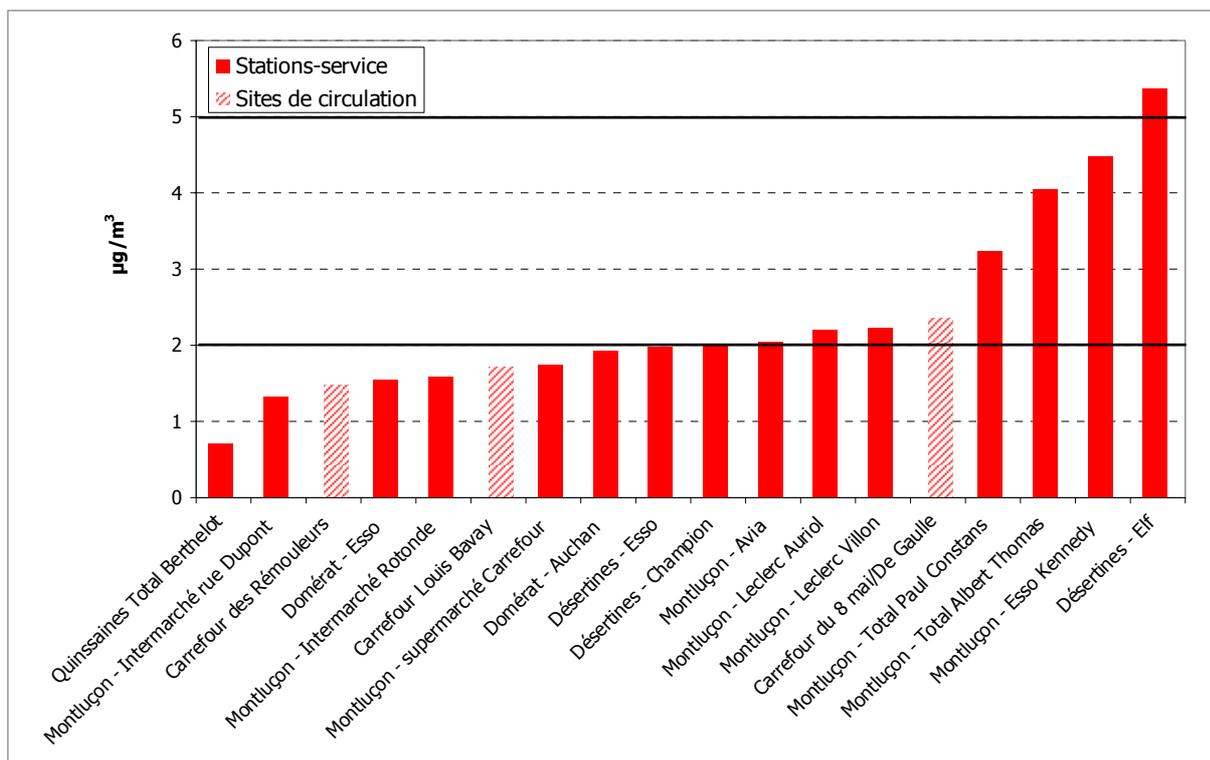
Évolution temporelle des concentrations en BTEX mesurées sur les échantillonneurs passifs

Les concentrations de benzène montrent une certaine stabilité durant la campagne, avec un écart maximal de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les séries. L'évolution des autres composés traduit une plus grande hétérogénéité des séries, notamment pour les éthylbenzène et xylènes. La moyenne particulièrement élevée mesurée lors de la série 5 est due à une teneur en xylènes très forte sur l'une des stations-service. L'écart maximal entre les moyennes des séries passe ainsi de 22 % à 40 % du fait de cette unique valeur. En exceptant cette concentration exceptionnelle, la variation temporelle des séries suit globalement la même allure pour l'ensemble des composés et révèle une relative stabilité des niveaux lors des 6 semaines de campagne.

L'évolution temporelle des mesures de benzène obtenues par l'analyseur automatique du camion laboratoire traduit une allure identique à celles issues de l'échantillonnage passif.

Résultats des mesures de benzène

Les concentrations en benzène, moyennées sur la durée de la campagne sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant. La valeur moyenne est reportée pour les doublons des sites 2/18 et 8/9.



Concentrations de benzène mesurées pendant la campagne

Les moyennes en benzène varient de 0,7 µg/m³ à 5,4 µg/m³. Quatre groupes peuvent être distingués en fonction des concentrations relevées, et sont indiqués dans le tableau suivant.

| Conc. moyenne | Groupe 1 < 1 µg/m ³ | Groupe 2 1 à 1.9 µg/m ³ | Groupe 3 2 à 2.5 µg/m ³ | Groupe 4 > à 3 µg/m ³ |
|------------------|-----------------------------------|--|--|---|
| Station | <u>Quinsaines</u> : Total | <u>Montluçon</u> : Intermarché Dupond et Rotonde, supermarché Carrefour <u>Domérat</u> : Esso et Auchan | <u>Désertines</u> : Esso et Champion <u>Montluçon</u> : Avia, Leclerc Villon et Leclerc Auriol | <u>Désertines</u> : Elf <u>Montluçon</u> : Esso Kennedy, Total Thomas et Total Constans |
| Site circulation | | Rémouleurs Louis Bavay | 8 mai/ De Gaulle | |

La station Total à Quinsaines se distingue par l'unique concentration inférieure à 1 µg/m³, et ce pendant toute la durée de la campagne, les teneurs sur ce site ayant varié de 0.6 µg/m³ (durant la 3^{ème} série) à 0,9 µg/m³ (6^{ème} série).

La 2^{ème} catégorie regroupe les cinq stations ayant une concentration comprise entre 1 et 2 µg/m³ et qui respectent ainsi l'objectif de qualité en moyenne annuelle, bien qu'elles aient pu dépasser 2 µg/m³ en moyenne pendant une semaine. Les concentrations des cinq stations appartenant à la 3^{ème} catégorie avoisinent ce seuil de 2 µg/m³ et il n'est pas exclu que cet objectif de qualité y soit respecté en moyenne annuelle.

Enfin, le 4^{ème} groupe présente des niveaux supérieurs à la moyenne de tous les sites. C'est la station Elf à Désertines qui est la plus contaminée et la seule présentant une teneur moyenne sur toute la durée de la campagne supérieure à 5 µg/m³ (valeur limite en moyenne annuelle).

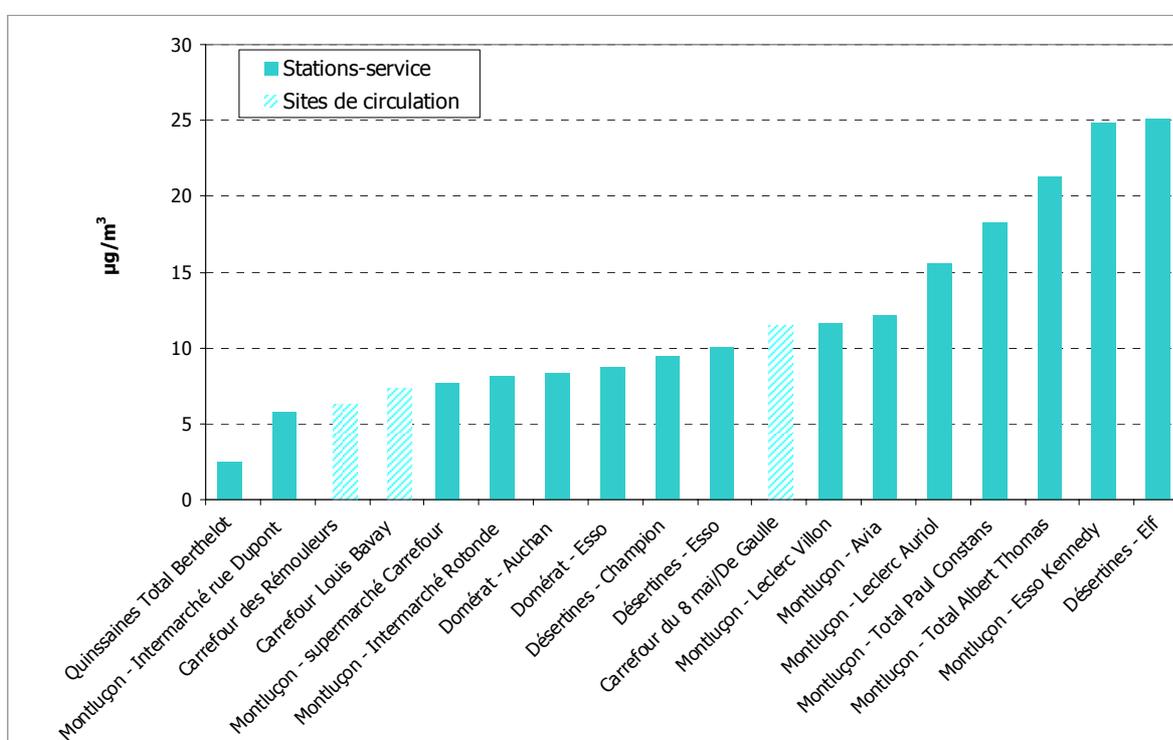
Les sites « circulation » de Montluçon présentent des niveaux qui sont de l'ordre de grandeur des stations-service (groupes 2 et 3), avec une contamination en benzène plus importante pour le carrefour des avenues du 8 mai 1945 et du Général de Gaulle (2,4 µg/m³ en moyenne).

En comparaison, une campagne de mesure similaire menée par Atmo Auvergne dans l'agglomération du Puy-en-Velay en 2003 avait révélé des niveaux nettement plus soutenus, plus de la moitié des sites instrumentés présentant des moyennes en benzène supérieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et aucune station n'ayant de teneur inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Par conséquent, d'après les mesures réalisées entre octobre et novembre 2005, plus de la moitié des sites étudiés, soit neuf stations sur quinze, montrent des teneurs en benzène supérieures à l'objectif de qualité en moyenne annuelle, dont l'une affichant une concentration supérieure à la valeur limite annuelle. Cependant, du fait de la durée limitée dans le temps de cette campagne, aucune conclusion certaine sur les moyennes annuelles ne peut être avancée.

Résultats des mesures de toluène

Les concentrations en toluène, moyennées sur la durée de la campagne sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant.



Concentrations de toluène mesurées pendant la campagne

Les moyennes en toluène varient de $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $25,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'ordre de grandeur des concentrations est environ trois fois plus important que pour le benzène, ce qui est habituellement observé par les analyseurs d'Atmo Auvergne installés en stations fixes. Les quatre groupes qui ont été distingués pour le benzène se retrouvent pour le toluène, avec un classement des stations-service en fonction de la concentration moyenne qui y est mesurée très analogue.

La station de Total à Quinssaines est la seule présentant une teneur en toluène inférieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne).

Les 2^{ème} et 3^{ème} groupes, identiques à ceux définis pour le benzène, incluent les stations dont la concentration en toluène varie de 5 à $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $9,5$ à $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

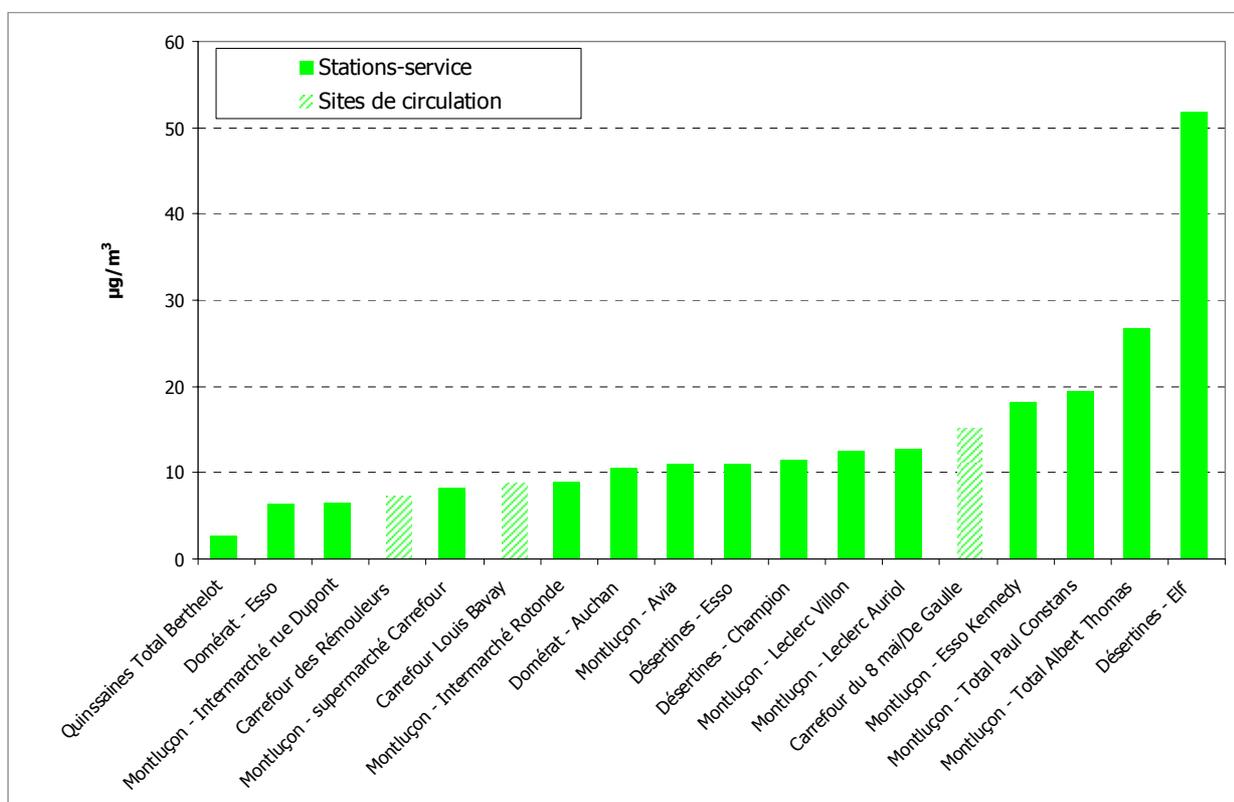
Les stations-service montluçonnaises Esso Kennedy, Total Constans et Total Thomas ainsi que la station Elf de Désertines sont, comme pour le benzène, les plus contaminées, notamment cette dernière qui est la seule présentant une moyenne atteignant $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comme pour le benzène, les sites « circulation » se retrouvent dans les groupes 2 et 3, l'intersection des avenues du 8 mai 1945 et du Général de Gaulle étant pour le toluène également plus contaminée que le carrefour des rémouleurs et le carrefour Louis Bavay, avec des niveaux comparables à ceux de la station Leclerc rue Villon à Montluçon.

Il n'existe pas de référence normative pour le toluène à laquelle les concentrations mesurées lors de cette campagne peuvent être comparées.

Résultats des mesures d'éthylbenzène et de xylènes

Les concentrations sommées de l'éthylbenzène et des xylènes, moyennées sur la durée de la campagne sont indiquées, sur le graphique suivant, par ordre croissant.



Concentrations d'éthylbenzène et xylènes mesurées pendant la campagne

Pour l'éthylbenzène et les xylènes, les différences de concentration sont plus marquées que pour le benzène et le toluène, avec des moyennes s'échelonnant de $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $51,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les quatre mêmes groupes que pour les polluants précités se retrouvent, dans un ordre de classement très similaire.

A nouveau c'est la station de Total à Quinssaines qui est la moins contaminée, et qui est la seule présentant une moyenne inférieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne).

Les groupes 2 et 3 incluent les mêmes 10 stations-service que pour les polluants précédents, ainsi que les sites circulation de Montluçon.

La station Elf de Désertines, qui est apparue comme présentant les niveaux de benzène et de toluène les plus élevés, se distingue pour l'éthylbenzène et les xylènes avec des teneurs presque deux fois plus élevées que la deuxième station la plus contaminée (Total Albert Thomas). Du 6 octobre au 3 novembre (séries 1 à 4), les concentrations de ces deux stations sont voisines, celles de la station Elf étant au maximum supérieures de $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à celles du site Albert Thomas. Par contre, l'observation de l'évolution des concentrations fait apparaître lors de la série 5 une importante contamination en éthylbenzène et xylènes sur le site de Désertines, la moyenne hebdomadaire étant de $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis que la moyenne des autres stations à la même période est de $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

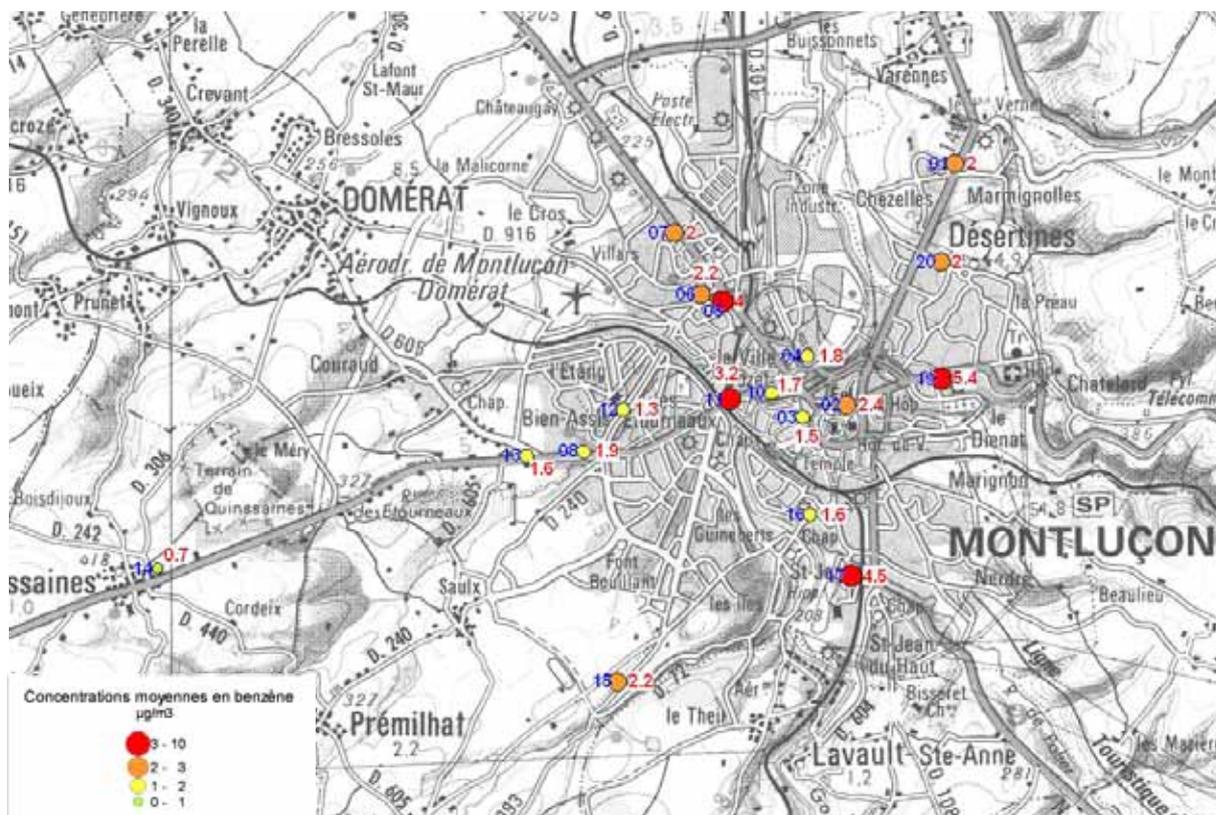
En comparaison, la station la plus polluée lors de la campagne de mesure réalisée en 2003 au Puy-en-Velay affichait une concentration moyenne en éthylbenzène et xylènes de $100,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit environ deux fois plus que la station la plus contaminée d'après la présente étude.

Les sites « circulation » se retrouvent à nouveau dans les groupes 2 et 3, l'intersection des avenues du 8 mai 1945 et du Général de Gaulle faisant partie des sites les plus contaminés avec une moyenne voisine de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

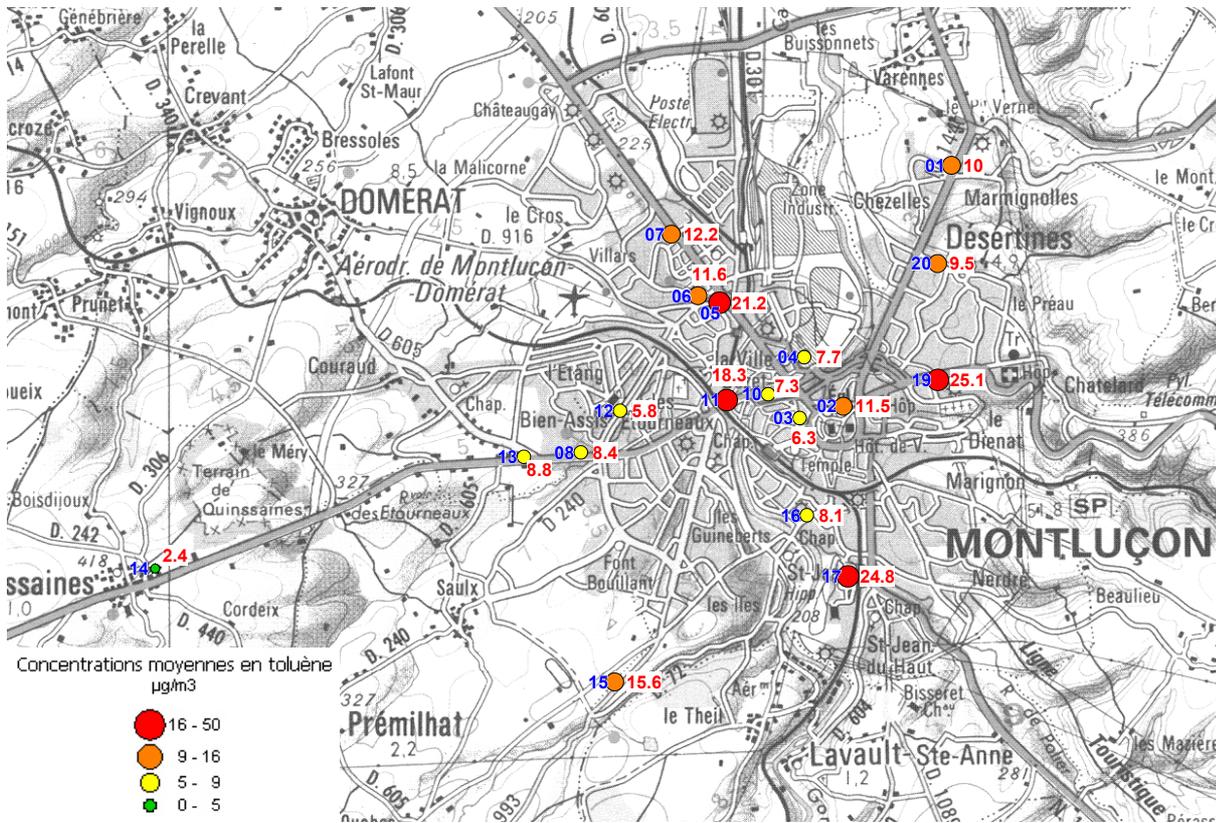
Comme pour le toluène, il n'existe pas de références normatives pour ces polluants auxquels les concentrations mesurées lors de cette campagne peuvent être comparées.

Répartition spatiale des résultats

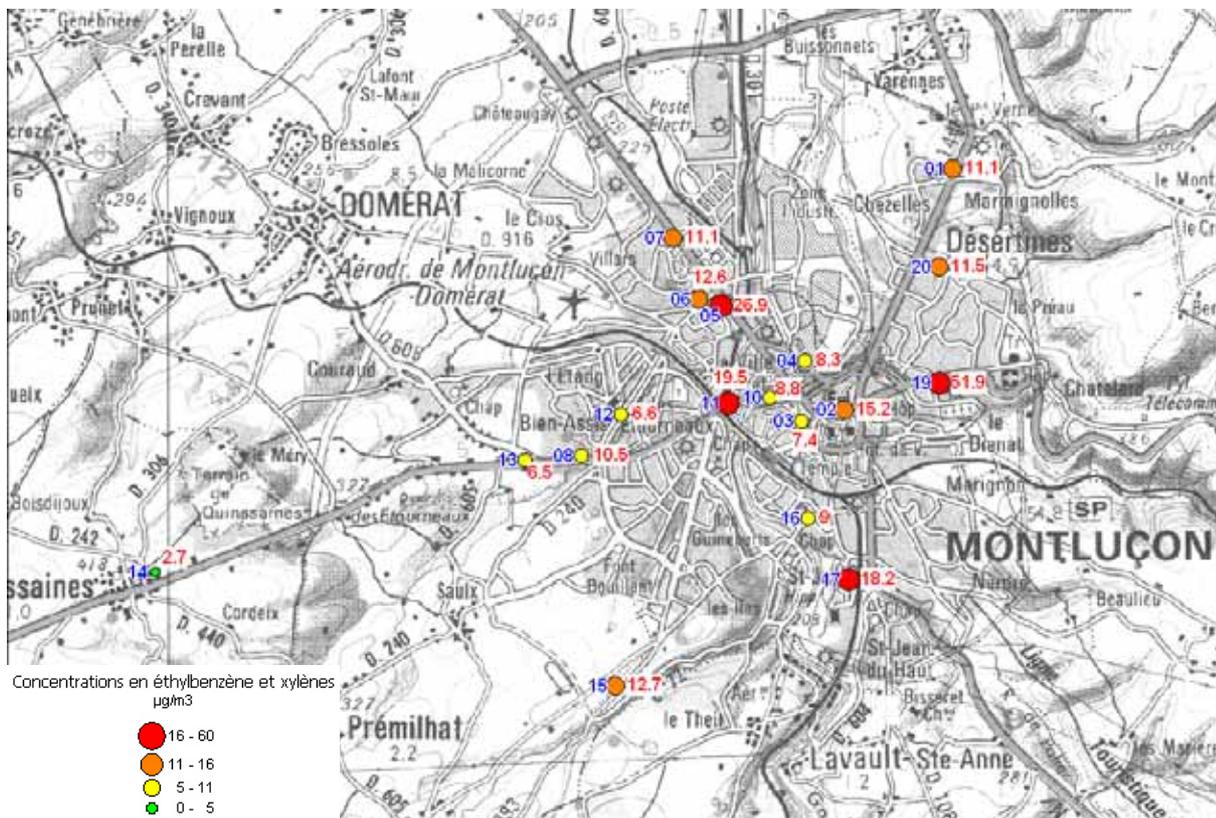
Les répartitions spatiales des niveaux moyens de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes sur l'ensemble de la campagne de mesure, sont représentées sur la cartographie suivante. Les numéros des sites de mesure figurent en bleu et les concentrations, exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont indiquées en rouge.



Répartition spatiale des résultats en benzène



Répartition spatiale des résultats en toluène



Répartition spatiale des résultats en éthylbenzène et xylènes

Lien avec le nombre de pompes

Les concentrations en BTEX de chaque station ont été comparées au nombre total de pompes ainsi qu'au nombre de pompes distribuant de l'essence sans plomb, ce type de carburant contenant des composés organiques.

Aucune corrélation n'a été trouvée entre le nombre de postes de distribution et les niveaux relevés, que ce soit en benzène, en toluène ou en éthylbenzène et xylènes.

Par exemple, la station-service Total de Quinssaines, qui présente les valeurs de benzène les plus faibles ($0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) dispose de trois pompes dont deux distribuant de l'essence sans plomb. Il en est de même pour la station Esso de Désertines qui affiche une concentration plus de deux fois et demi plus élevée ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De même, les forts niveaux de benzène relevés à la station-service Elf de Désertines (plus de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) peuvent être trois fois plus importants que ceux des autres stations qui possèdent également huit pompes distribuant du carburant sans plomb (Esso à Domérat, Intermarché Rotonde et Leclerc Villon de Montluçon). Enfin, la station-service du supermarché Carrefour, disposant de 30 pompes dont 20 d'essence sans plomb, se situe dans le 2^{ème} groupe pour l'ensemble des BTEX.

Ainsi, les niveaux de BTEX enregistrés ne sont pas liés à la capacité de distribution de carburant. En dehors des émissions possibles lors des phases de stockage, de transport et de distribution des carburants, d'autres facteurs peuvent intervenir, notamment la configuration géographique du lieu qui permet une ventilation plus ou moins importante. Par exemple, la station-service de Quinssaines se situe dans une zone dégagée qui favorise la dilution des composés émis, bien que la circulation importante de poids lourds, qui plus est en montée, doive participer à la pollution benzénique locale.

Conclusion

Une campagne de mesure de la pollution par le benzène à l'aide d'échantillonneurs passifs a été réalisée dans l'agglomération montluçonnaise du 6 octobre au 17 novembre 2005 à proximité de 15 stations-service ainsi que sur 3 sites de circulation (principaux carrefours de la ville) afin de connaître les teneurs en benzène émises par le trafic automobile et les établissements de distribution de carburant.

Les teneurs en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes obtenues lors de cette étude n'ont globalement pas été particulièrement élevées, au vu des autres campagnes de mesure menées par Atmo Auvergne auparavant dans d'autres agglomérations. Plus de la moitié des emplacements étudiés a néanmoins présenté des moyennes en benzène, sur la période de mesure, supérieures à l'objectif de qualité, fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. La valeur limite européenne de la moyenne annuelle en benzène (à atteindre au 1^{er} janvier 2010), fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a été dépassée par un site de mesure étudié.

En l'absence d'autres éléments qui auraient pu être plus pertinents (capacité de stockage, débit, présence ou non d'un système de récupération de vapeurs...), les concentrations observées ont été mises au regard du nombre de pompes dont dispose la station-service, et aucun lien n'a été trouvé. Du point de vue de la répartition géographique des résultats, aucune zone ne semble être plus soumise qu'une autre à la pollution atmosphérique due aux BTEX, exception faite de la station excentrée de Quinssaines, particulièrement peu polluée.

En effet, quelque soit le polluant considéré, c'est la station TOTAL Berthelot de Quinssaines qui montre les concentrations les plus faibles, environ deux fois moindres que le second site le moins contaminé. La configuration ventilée du site, ainsi que le faible débit de carburant assuré par cette station, peuvent expliquer en partie ces faibles niveaux. A l'inverse, les résultats enregistrés sur la station-service ELF de Désertines sont les plus élevés pour l'ensemble des polluants. En plus de cette dernière, les stations ayant les concentrations les plus fortes sont celles de Total Paul Constans, Total Albert Thomas et Esso Kennedy à Montluçon. Les échantillons placés au niveau des carrefours importants en circulation présentent des résultats de l'ordre de grandeur de ceux enregistrés sur les stations-service, le carrefour des Rémouleurs ayant les niveaux les plus faibles des trois sites de proximité automobile.

Connaissant les effets néfastes du benzène sur la santé, il est nécessaire de suivre l'évolution de ce polluant, ainsi que des autres hydrocarbures, aux endroits où les concentrations sont les plus élevées, c'est-à-dire auprès des grandes voies de circulation automobile et des stations-service des principales agglomérations de l'Auvergne.

ANNEXE : Les sites de mesure



Site 1 : Désertines Esso



Site 2/18 : Montluçon – carrefour des Avenues du 8 mai 1945/ De Gaulle



Site 3 : Montluçon – carrefour des rémouleurs



Site 4 : Montluçon – Supermarché Carrefour



Site 5 : Montluçon – Total Albert Thomas



Site 6 : Montluçon – Leclerc Villon



Site 7 : Montluçon – Avia



Site 8/9 : Domérat – Auchan



Site 10 : Montluçon – carrefour Louis Bavay



Site 11 : Montluçon – Total Paul Constans



Site 12 : Montluçon – Intermarché Dupond



Site 13 : Domérat - Esso



Site 14 : Quinsaines – Total



Site 15 : Montluçon – Leclerc Auriol



Site 16 : Montluçon – Intermarché Rotonde



Site 17 : Montluçon – Esso Kennedy



Site 19 : Désertines Elf



Site 20 : Désertines Champion



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 2006