



Qualité de l'air

Etudes

2003



Mesure des niveaux moyens de benzène de la région de l'ouest des Bouches-du-Rhône



Association pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région de l'Etang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône

Route de la Vierge - 13 500 Martigues - Tel. 04 42 13 01 20 - Fax. 04 42 13 01 29

Site internet: www.airfobep.org - e-mail : airfobep@airfobep.org

Serveur vocal 04 42 49 35 35 (selon tarification téléphonique en vigueur)



RESUME

Le benzène est un composé issu du raffinage du pétrole. Les principales sources de benzène dans l'air extérieur sont les gaz de combustion des véhicules et l'évaporation des réservoirs, les industries productrices de benzène et utilisatrices comme produit intermédiaire de synthèse (fabrication de plastique, pesticides, solvants...)

Ce composé est reconnu pour ses effets néfastes pour la santé. De nombreuses études épidémiologiques (sources INRS) ont mis en évidence le pouvoir cancérogène du benzène pour une exposition chronique. Ce composé a été classé comme cancérogène certain par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer).

Depuis le 15 février 2002, la surveillance du benzène dans l'évaluation de la qualité de l'air est devenue obligatoire. Le décret 2002-13 relatif à la qualité de l'air et à ses effets sur la santé et l'environnement établit une valeur limite de benzène dans l'air ambiant pour la protection de la santé humaine de $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (elle est aujourd'hui de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ et ce jusqu'en 2005 puis cette valeur limite décroît de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ tous les ans pour atteindre $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010).

Un objectif de qualité est fixé par le décret 98-360 du 6 mai 1998 à $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Pour répondre à cette évolution du cadre réglementaire, AIRFOBEP a entrepris des mesures du benzène dans l'air ambiant.

Une étude a été réalisée au cours de l'année 2001/2002 dans le but de cartographier les niveaux de fond de benzène dans l'air ambiant de la région de l'étang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône et ainsi la situer vis à vis des critères réglementaires.

6 campagnes de mesures de 14 jours chacune à l'aide d'échantillonneurs passifs ont été menées à intervalle régulier entre juillet 2001 et juillet 2002.

Les niveaux moyens enregistrés sur la région sont globalement faibles. La valeur limite actuelle de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est respectée sur la quasi totalité du territoire.

Les teneurs les plus élevées sont mesurées dans les centres villes des principales agglomérations de la région et aux alentours de certains sites industriels.

Des teneurs relevées dans les centres villes d'Arles, Salon, Martigues, Marignane et Rognac sont supérieures à l'objectif de qualité mais restent néanmoins inférieures à la future valeur limite applicable en 2010. Il en va de même pour les valeurs mesurées dans les environs des raffineries de Fos sur Mer et de la Mède à Châteauneuf-les-Martigues.

Les valeurs moyennes enregistrées à proximité du site de Lavéra à Martigues sont supérieures à $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ et celles enregistrées aux alentours du site pétrochimique de Shell et du port de la pointe à Berre dépassent la valeur limite actuelle de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Néanmoins, AIRFOBEP ne possède pas un historique de mesure du benzène suffisant, il est donc difficile d'estimer l'évolution de ses teneurs dans les prochaines années.

C'est pourquoi un dispositif pérenne de mesure du benzène sera mis en place dès 2003. Il permettra de mesurer en continu les niveaux de benzène afin de veiller au respect des valeurs réglementaires et d'observer leur évolution dans la région.

INTRODUCTION

Depuis le 15 février 2002, la surveillance du benzène dans l'évaluation de la qualité de l'air est devenue obligatoire. Le décret 2002-13 relatif à la qualité de l'air et à ses effets sur la santé et l'environnement établit une valeur limite de benzène dans l'air ambiant pour la protection de la santé humaine de $5\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle.

Le benzène est surtout reconnu pour ses effets néfastes sur la santé. De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence le pouvoir cancérigène du benzène pour une exposition chronique.

Ainsi, les associations de surveillance de la qualité de l'air se sont préparées à l'instauration de ce nouveau cadre réglementaire en organisant des campagnes de mesures du benzène dans l'air ambiant.

AIRFOBEP, association de surveillance de la qualité de l'air de l'Ouest des Bouches-du-Rhône et membre du réseau ATMO a décidé de réaliser une campagne de mesure entre juillet 2001 et juillet 2002 dans le but d'évaluer et de cartographier les niveaux de benzène dans l'air ambiant dans la région de l'Ouest des Bouches-du-Rhône.

I. La surveillance de la qualité de l'air dans l'Ouest des Bouches-du-Rhône.....	6
I.1. Le réseau AIRFOBEP	6
I.2. La zone couverte.....	6
I.2.1. Caractéristiques physiques.....	7
I.2.2. L'activité économique	8
I.3. La surveillance du benzène	8
I.3.1. Le benzène.....	8
I.3.2. Sources	8
I.3.3. L'impact du benzène	8
I.3.4. Cadre réglementaire	9
II. Résultats des mesures de benzène sur l'ouest des bdr.....	10
II.1. Mise en œuvre de la campagne	10
II.1.1. Choix des sites : méthodologie.....	10
II.1.2. Déroulement de l'étude.....	11
II.1.3. Méthode analytique.....	12
II.1.3.1 Le tube à diffusion passive.....	12
II.1.3.2 L'analyse du tube	12
II.2. Validation des données tubes BTX sur les 6 campagnes	13
II.2.1. Analyses des blancs	13
II.2.2. Etudes de la répétabilité sur des triplets de mesure	13
II.3. Données météorologiques	16
II.3.1. Facteurs d'influence de la mesure.....	16
II.3.1.1 Le vent :	16
II.3.1.2 La température :	16
II.3.1.3 Les précipitations.....	16
II.3.2. Relevés météorologiques	17
II.4. Cartographie des concentrations en benzène	18
II.4.1. Création de la base de données	18
II.4.2. Cartographie par interpolation géostatistique	18
II.4.3. Période du 14 au 28 août 2001	20
II.4.4. Période du 23 octobre au 6 novembre 2001	21
II.4.5. Période du 8 au 22 janvier 2002.....	22
II.4.6. Période du 14 au 26 mars 2002	23
II.4.7. Période du 6 au 21 mai 2002.....	24
II.4.8. Période du 3 au 17 juillet 2002	25
II.5. IV Bilan des mesures de benzène	26
III. Autres résultats.....	29
III.1. Comparaison échantillonnage annuel / temporaire	29
III.1.1. Résultats globaux	30
III.1.2. Variations temporelles	30
III.1.3. Relation entre les conditions météorologiques et la concentration en benzène ..	31
III.1.4. Comparaison moyenne annuelle / moyenne des 6 campagnes.....	32
III.2. Les mesures de toluène	33
III.2.1. Cartographie des teneurs en toluène mesurées	34
III.2.2. Analyse du rapport benzène sur toluène.....	35
IV. Un réseau de mesure du benzène sur l'Ouest des Bouches du Rhône	37
IV.1. Exigences réglementaires	37
IV.1.1. Information du public	37
IV.1.2. Objectifs de qualité des données	37

IV.2. Exigences techniques.....	39
IV.3. Stratégie de surveillance pour l'Ouest des Bouches du Rhône.....	40

I. LA SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

DANS L'OUEST DES BOUCHES-DU-RHONE

I.1. LE RESEAU AIRFOBEP

AIRFOBEP est l'association pour la surveillance de la qualité de l'air de la région de l'étang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône. Créée en 1972, cette association agréée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable fait partie des 40 associations qui composent le réseau national ATMO.

Ses principales missions sont :

- gérer le réseau de mesure de la qualité de l'air dans la partie ouest des Bouches-du-Rhône et maintenir son haut niveau de performance,
- exploiter les mesures, pour notamment vérifier la conformité de la qualité de l'air vis à vis des normes européennes en vigueur,
- participer aux actions et études pour améliorer la qualité de l'air,
- diffuser l'information auprès des adhérents, des médias et du public,
- gérer avec les services de l'état les épisodes de pollution justifiant des actions préventives.

Au sein d'AIRFOBEP, 50 membres représentant les services de l'état, les industriels, les collectivités territoriales, les associations de protection de la nature, syndicat de salariés et conseil scientifique agissent en partenariat pour une gestion optimale d'AIRFOBEP.

I.2. LA ZONE COUVERTE

La région de l'Ouest des Bouches-du-Rhône compte environ 500 000 habitants répartis sur une trentaine de communes. Les zones urbaines à forte densité et industrialisées sur le pourtour de l'étang de Berre font place à des zones plus isolées dans la plaine de la Crau et le Nord du département où se concentre principalement l'activité agricole.



Carte 1 : zone de surveillance AIRFOBEP

1.2.1. Caractéristiques physiques

La région de l'Ouest des Bouches-du-Rhône est délimitée au nord par la Durance, à l'ouest par le Rhône et les plaines de la Crau et de la Camargue, au sud par la méditerranée et à l'est par des reliefs culminant à 200m d'altitude (chaîne de Vitrolles). Le centre se distingue par la présence de l'étang de Berre vaste plan d'eau saumâtre de 150 km². Cette région se caractérise par une topographie et une météorologie complexe.

Sous l'influence du climat méditerranéen marqué par la sécheresse, l'ensoleillement et la chaleur de l'été, cette région présente des spécificités climatiques.

Les plaines de l'ouest du département reçoivent deux fois moins de précipitations que les massifs montagneux de l'est. Le littoral est plus doux que le nord-est, et l'ouest est affecté par les vents dominants de nord et de nord-ouest (principalement le Mistral).

Pendant la période estivale, les écarts thermiques entre mer et terre donnent naissance à un régime de brises de mer diurnes (secteur sud/sud-ouest, modérées) alternant avec des brises de terre nocturnes (secteur nord-est, faibles). La présence de l'étang induit également des brises thermiques se superposant aux précédentes.

I.2.2. L'activité économique

L'activité industrielle de la région de l'étang de Berre est marquée par le raffinage et la chimie de base ainsi que la sidérurgie. Quatre raffineries de pétrole situées sur le pourtour de l'étang emploient près de 1700 personnes, transportent plus de 26 millions de tonnes de pétrole par an et assurent le tiers de la production française en essence.

Le territoire est traversé par d'importants axes de circulation: les autoroutes A7, A55 et A54 ainsi que les routes nationales et les voies rapides N113, N568 et D9.

I.3. LA SURVEILLANCE DU BENZENE

I.3.1. Le benzène

Le benzène est le plus simple des hydrocarbures aromatiques monocycliques (C_6H_6). Incolore, le benzène est un liquide peu soluble dans l'eau mais miscible à la plupart des solvants organiques et huiles minérales, végétales ou animales. Il réagit avec de nombreux composés et constitue une matière première importante en synthèse organique.

Dans l'étude de la pollution atmosphérique, le benzène fait partie de la famille des substances appelées composés organiques volatils¹ (COV), dénommés ainsi car ils se volatilisent facilement dans les conditions normales de température et de pression.

I.3.2. Sources

Le benzène est un composés issu des produits pétrolier. Ses principales sources dans l'air extérieur sont :

- ❑ les gaz de combustion des véhicules et l'évaporation au niveau des réservoirs
- ❑ les industries productrices de benzène
- ❑ les industries utilisatrices de benzène comme produit intermédiaire de synthèse (fabrication de plastique, pesticides, solvants...)
- ❑ l'évaporation lors du stockage et de la distribution des carburants

I.3.3. L'impact du benzène

La pollution due aux émissions de benzène peut être approchée de manière globale suivant ses effets directs ou indirects :

Les émissions de benzène dans l'atmosphère ont un effet direct et important sur l'homme. De nombreuses études épidémiologiques sous l'égide du CIRC^a ont mis en évidence le pouvoir cancérogène du benzène en cas d'exposition chronique. Ces études révèlent l'existence d'une relation dose-effet entre l'importance de l'exposition en $\mu g/mois$ et l'incidence des leucémies². Malgré les nombreuses incertitudes qui demeurent faute de recul

a Le Centre International de Recherche sur le Cancer

dans ces études, il est établi qu'il n'existe pas de seuil en dessous duquel le benzène ne présente pas de risque pour la santé humaine [1].

Le benzène comme tous les COV, participe à des réactions chimiques complexes se déroulant dans l'atmosphère. Il participe indirectement à la modification du cycle de Chapman qui décrit l'équilibre entre la production et la destruction de l'ozone troposphérique.

I.3.4. Cadre réglementaire

En réponse au risque potentiel que représente le benzène sur la santé humaine des normes de qualité de l'air et des valeurs guides ont été définies récemment.

En France, le cadre réglementaire³ établit une valeur limite de concentration de benzène dans l'air ambiant de 5 µg/m³ en moyenne annuelle et un objectif de qualité de 2 µg/m³.

année	jusqu'en 2005	2006	2007	2008	2009	2010, ...
Valeur limite moyenne annuelle (µg/m³)	10	9	8	7	6	5

Tableau 1 : valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour le benzène dans l'air ambiant.

Le benzène pour lequel existe désormais une obligation de suivi fait donc partie des composés dont l'étude est indispensable dans tout projet de surveillance de la qualité de l'air.

II. RESULTATS DES MESURES DE BENZENE

SUR L'OUEST DES BDR

II.1. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE

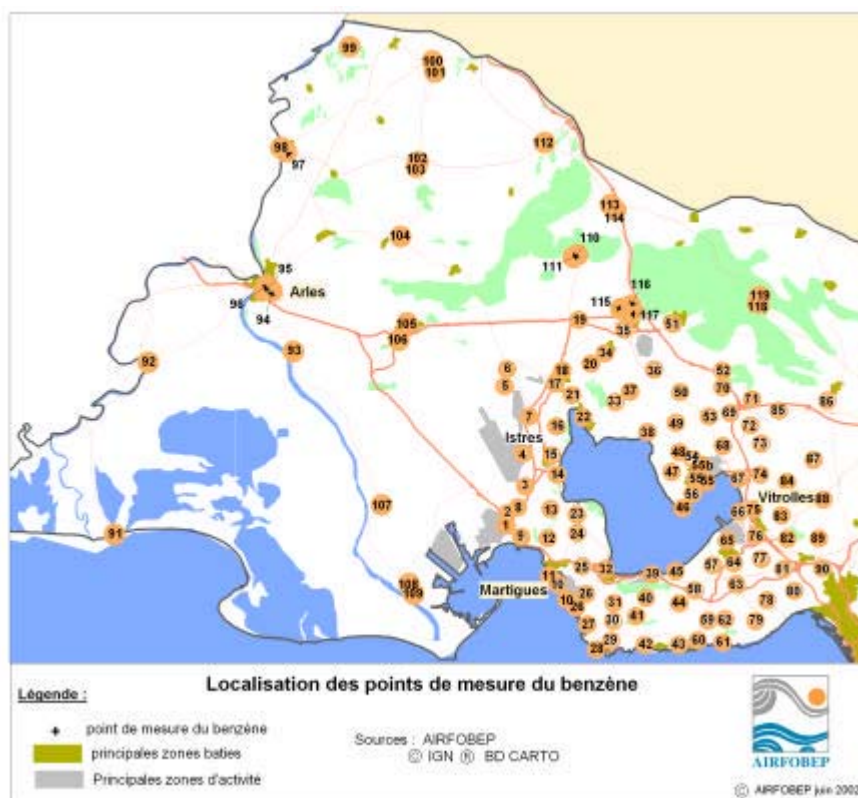
II.1.1. Choix des sites : méthodologie

L'objectif de la surveillance de la qualité de l'air par les réseaux de mesure est l'évaluation de l'exposition de la population. Cette campagne a pour but d'avoir une vue d'ensemble des niveaux de concentration en benzène dans la région.

La zone d'étude du réseau AIRFOBEP compte environ 500 000 habitants et s'étend sur plus de 300 000 hectares. La zone d'étude a été découpée en unités d'espace en relation avec la densité de la population et la présence d'émetteurs.

Un quadrillage régulier a été réalisé sur le pourtour de l'étang de Berre qui concentre les principales sources d'émissions et une densité de population importante. 90 sites de mesures ont été installés sur cette zone soit environ un point de mesure tous les 3 km. Afin de respecter l'objectif fixé (cartographie des niveaux de fond du benzène) nous avons recherché pour chaque maille un point représentatif de la pollution présente à l'échelle de cette maille.

Sur le reste de la zone d'étude, les sites de mesure ont été choisis afin d'estimer les niveaux de fond en benzène dans les principales villes de plus de 5 000 habitants.



Carte 2 : localisation des points de mesures du benzène

II.1.2. Déroulement de l'étude

Pour estimer une moyenne annuelle nous avons réalisé 6 campagnes de mesures de 14 jours chacune à l'aide d'échantillonneurs passifs. Ces campagnes ont été menées à intervalle régulier entre juillet 2001 et juillet 2002 soit une fois tous les 2 mois.

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Campagne 5	Campagne 6
14 au 28 août 2001	23 oct au 6 nov 2001	8 au 22 janv 2002	14 au 26 mars 2002	6 au 21 mai 2002	3 au 17 juillet 2002

Tableau 2 : dates des périodes 6 campagnes de mesure

En parallèle à ces prélèvements ponctuels, 3 sites ont été sélectionnés pour être suivis en « continu » durant l'étude.

II.1.3. Méthode de prélèvement et d'analyse

II.1.3.1 Le tube à diffusion passive

La méthode utilisée pour prélever les échantillons d'air qui seront ensuite analysés est l'échantillonnage passif.

Elle repose sur le principe de la diffusion passive d'un polluant à travers une surface de diffusion appelée corps diffuseur jusqu'au milieu adsorbant appelé cartouche. Les deux éléments forment le "tube". L'adsorbant constituant la cartouche pour l'échantillonnage du benzène est du charbon actif.

Nous avons choisi d'utiliser les tubes distribués sous la marque RADIELLO. L'avantage de ce type de matériel est qu'il ne nécessite aucune maintenance ni source d'énergie. Il permet de couvrir une large zone géographique grâce à son coût modéré en multipliant les sites de mesure.

II.1.3.2 L'analyse du tube

D'après la première loi de Fick, la quantité de polluant captée par le milieu adsorbant est proportionnelle à la concentration dans l'air ambiant⁴ :

$$C [\mu\text{g}.\text{m}^{-3}] = \frac{m[\mu\text{g}]}{Q[\text{cm}^3.\text{min}^{-1}].t[\text{min}]} .10^6$$

Où :

- m = masse de polluant contenue dans l'adsorbant,
- t = temps d'échantillonnage
- Q = taux d'échantillonnage caractéristique du polluant mesuré et des dimensions de la cartouche d'adsorbant.

La masse de polluant contenue dans le tube est récupérée par désorption thermique. Les polluants sont séparés par chromatographie en phase gazeuse puis analysés par spectrométrie de masse. Les cartouches ont été analysés par le laboratoire Radiello avec une limite de détection du benzène de $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$.

II.2. VALIDATION DES DONNEES TUBES BTX SUR LES 6 CAMPAGNES

Afin d'exploiter rigoureusement la base de donnée, il est nécessaire de s'assurer de la qualité des mesures et de la validité des données.

Il n'existe pas de méthode statistique unique pour valider les données terrain et seule l'expertise humaine peut au final permettre de décider. Néanmoins, certaines méthodes peuvent servir de guide à notre décision.

II.2.1. Analyses des blancs

Afin de vérifier que les échantillonneurs passifs n'ont pas été contaminés avant leur pose, 3 blancs "véhicules"^a ont été réalisés lors de chaque campagne. Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyse des blancs pour le benzène.

Benzène (µg/m ³)	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	Série 6
Blanc 1	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Blanc 2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Blanc 3	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1

Tableau 3 : résultats des analyses des blancs

La plupart des blancs sont inférieurs à la limite de détection^b et aucun ne la dépasse. Les échantillonneurs passifs étaient propres ; il n'a donc pas été nécessaire de soustraire les valeurs des blancs aux valeurs des échantillonneurs exposés.

Bien que non présentées, les analyses des blancs pour les autres composés (toluène, et xylènes) conduit à la même conclusion.

II.2.2. Etudes de la répétabilité sur des triplets de mesure

Lors des six campagnes de mesures, plusieurs sites ont été triplés afin d'étudier la répétabilité des mesures.

La répétabilité permet d'estimer la qualité du mesurage et notamment la fidélité de la mesure des tubes à diffusion. On peut l'évaluer en calculant l'écart moyen relatif^c entre les mesures de chacun des triplets.

Le Tableau 4 présente la moyenne pour tous les triplets des écarts-moyens relatifs de chaque composé mesuré.

^a les blancs sont dits "véhicules" lorsqu'ils voyagent avec l'opérateur ceci afin de vérifier qu'il n'ai pas de contamination lors de la tournée de pose ou de ramassage des tubes.

^b Rappel : LD=0.1µg.m⁻³

^c Ecart moyen relatif =
$$\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})}{n} \times \frac{100}{\bar{x}}$$

	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes
Ecart-moyen relatif (Moyenne sur l'ensemble des triplets)	9.6%	3.9%	4.7%	6.3%

Tableau 4 : moyenne des écarts moyens calculés sur les 27 triplets réalisés lors des 6 campagnes de mesure pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes.

La répétabilité des mesures pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes est bonne si l'on admet qu'un résultat est répétable lorsque l'écart moyen relatif entre les résultats des triplets est inférieur à 20%.

Elle est néanmoins plus élevée pour le benzène. En regardant plus en détail, 4 triplets ont un écart-moyen relatif supérieur à 20%.

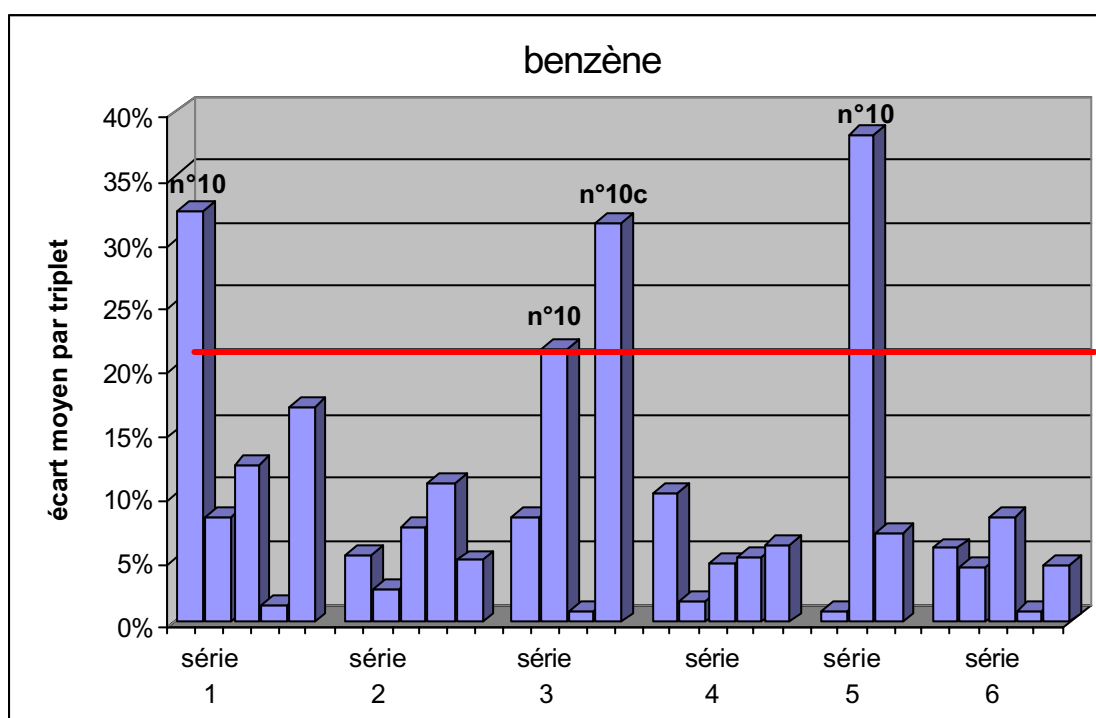


Figure 1 : écart moyen sur le benzène calculé sur les 27 triplets réalisés lors des 6 campagnes de mesure

Les résultats de mesure des quatre triplets suspects sont donnés dans le Tableau 5.

Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Campagne 1	Campagne 3		Campagne 5
	Site 10	Site 10	Site 10c	Site 10
Tubes 1	2.7	7.1	21.2	10.7
Tubes 2	3.2	13.1	13.1	10.5
Tubes 3	5.7	9.5	9.0	3.5

Tableau 5 : résultats des mesures des 4 triplets suspects

Notons que les mesures de ces triplets ont été réalisées sur deux sites proches aux alentours d'une zone pétrochimique.

Il ne s'agit pas d'un problème analytique (interférents éventuels, voir les chromatogrammes en annexe I) ni d'un problème de relargage du benzène par le piégeage de composés plus lourds (ce phénomène est observé si la cartouche d'adsorbant sature ce qui n'est pas le cas pour ces échantillons d'après le laboratoire d'analyse).

Deux hypothèses peuvent être émises pour interpréter ces résultats.

Premièrement, une récente étude de l'Ecole des Mines de Douai (H. Plaisance, A. Pannequin, N. Locoge⁵) met en évidence une chute du débit d'échantillonnage du benzène de l'ordre de 31% par rapport au débit réel pour une exposition de 14 jours à des concentrations de l'ordre de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il semble pourtant surprenant que la chute du débit d'échantillonnage ne soit pas identique pour des échantillonneurs placés au même endroit.

Deuxièmement, il est probable que la proximité de sources importantes de benzène a une influence sur le débit d'échantillonnage. En effet, le calcul des concentrations par l'intermédiaire de tubes à diffusion sur des sites soumis à des variations importantes en polluant comme des sites trafics ou industriels ne peut pas être réalisé de la même manière que sur des sites de fond. Il faut alors non plus utiliser la première loi de Fick mais appliquer la deuxième⁶ qui est la dérivée de la première par rapport au temps et dont la résolution est loin d'être aisée.

Cette hypothèse semble la plus pertinente mais ses deux hypothèses nous montrent que l'utilisation d'échantillonneurs passifs pour la mesure du benzène à proximité de sources importantes n'est pas une méthode adaptée. Cette remarque sera prise en compte dans la définition de la stratégie de surveillance du benzène dans la région de l'Ouest des Bouches-du-Rhône.

Malgré ses résultats, le point mesure a été validé après calcul de la moyenne des deux mesures les plus proches.

A part ces quatre triplets dont l'environnement industriel proche influence très certainement la mesure, les écarts moyens relatifs des autres triplets soient 25 sont tous inférieurs à 15%. On peut donc conclure sur une bonne fiabilité des échantillonneurs passifs utilisés durant ces campagnes.

II.3. DONNEES METEOROLOGIQUES

II.3.1. Facteurs d'influence de la mesure

La météorologie est un élément déterminant dans la mesure des niveaux de concentration d'un polluant par la technique de l'échantillonnage passif. Elle intervient dans la dispersion du polluant dans l'air ambiant ainsi que sur la diffusion du polluant dans le capteur.

Pour réduire l'influence des paramètres météorologiques sur la mesure par échantillonneur passif, celui ci est installé dans une boîte de protection.

II.3.1.1 Le vent :

La direction et la vitesse du vent sont des éléments essentiels à la dispersion d'un polluant, ils sont responsables de son transport. Les vents soutenus permettent une dispersion efficace des polluants et donc une diminution des niveaux de pollution. L'influence du vent a été testée sur les échantillonneurs passifs Radiello. Le débit d'échantillonnage suit une évolution logarithmique avec une augmentation entre 0 et 0.5 m/s¹ et une quasi-stabilité au dessus de 0.5 m/s¹ (H. Plaisance, A. Pannequin, N. Locoge⁷). Dans les conditions d'exposition extérieure, la vitesse de 0.5 m/s¹ est toujours dépassée.

II.3.1.2 La température :

Le gradient de température détermine la stabilité verticale de l'atmosphère. En situation normale, ce gradient est négatif et varie de -0,6°C/100m à -1°C/100m ce qui permet aux polluants de s'élever dans l'atmosphère. Dans certaines conditions ce gradient devient positif, on parle d'atmosphère stable (ou inversion de température). Le polluant ne s'élève plus dans l'atmosphère et la concentration augmente fortement au niveau de l'émission. La température modifie également le taux d'échantillonnage des tubes. Lorsque la température est inférieure à 20°C ou supérieure à 30°C, un facteur correctif permet de calculer le taux réel d'échantillonnage :

$$Q_T = Q_{25} \left(\frac{273 + T}{298} \right)^{1.5}$$

Q_T est le débit réel d'échantillonnage (en cm³/min¹) à la température T(°C) durant la série de mesure et Q_{25} le débit d'échantillonnage théorique à 25 °C fixé par Radiello.

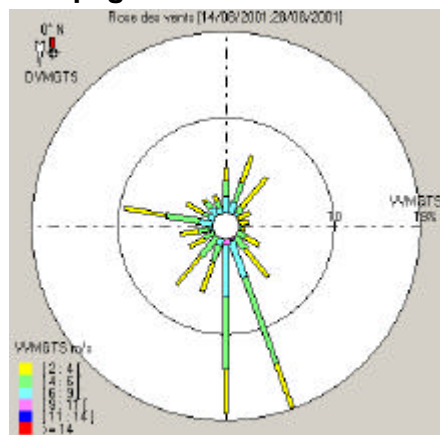
II.3.1.3 Les précipitations

Les précipitations favorisent le lessivage des polluants et augmentent le dépôt au sol. Quant à l'échantillonneur, la cartouche de charbon actif est protégée par la boîte de protection et le corps diffuseur.

II.3.2. Relevés météorologiques

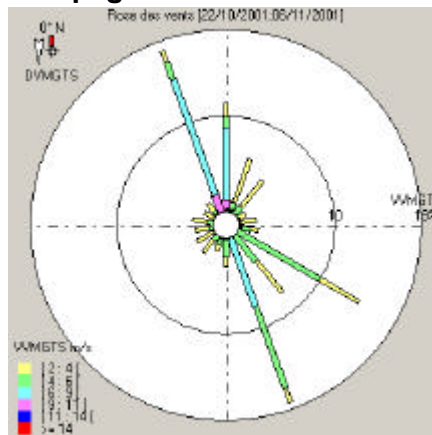
Les vents présents durant les séries de mesures ont été enregistrés et représentés graphiquement sous la forme d'une rose des vents (Figure 2)

Campagne 1



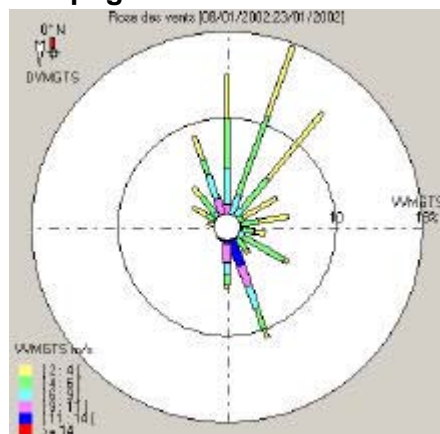
Température moyenne 27°C
vents faibles < 2m.s-1 : 11%

Campagne 2



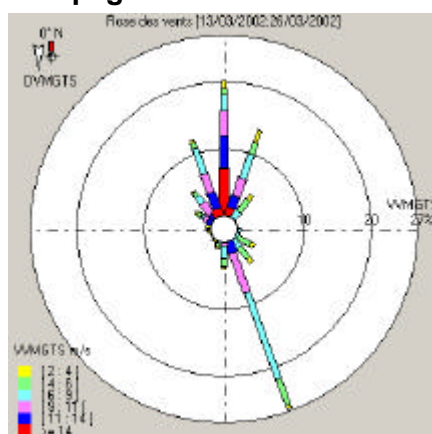
Température moyenne 17°C
vents faibles < 2m.s-1 : 4.1%

Campagne 3



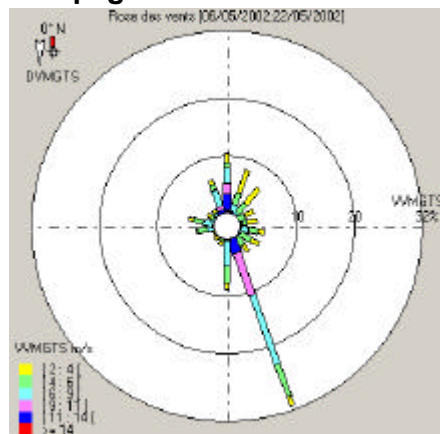
Température moyenne 8°C
Vents faibles < 2m.s-1 : 15%

Campagne 4



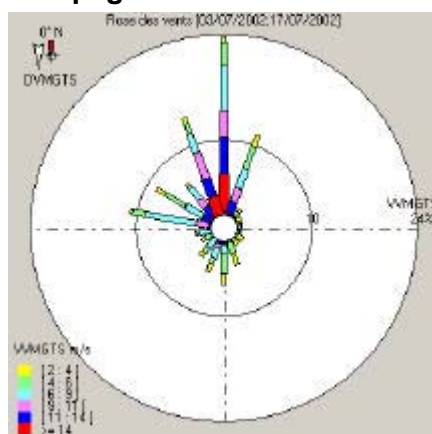
Température moyenne 16°C
vents faibles < 2m.s-1 : 3.2%

Campagne 5



Température moyenne 18°C
vents faibles < 2m.s-1 : 6.5%

Campagne 6



Température moyenne 23°C
vents faibles < 2m.s-1 : 8%

Figure 2 : roses des vents enregistrées à la station de mesure Martigues la Gatasse durant les 6 périodes de prélèvement.

Les deux premières séries de prélèvement sont marquées par des conditions météorologiques estivales. Des vents faibles de secteur sud et sud-est correspondent aux brises de mer.

La campagne 3 alterne des vents de secteur sud en début de période avec un début de Mistral en fin de période. Les vents restant toutefois majoritairement faibles.

La campagne 5 est marquée par un vent de secteur sud pouvant être parfois soutenu synonyme de temps instable et généralement pluvieux.

Les campagnes 4 et 6 sont marquées par la présence d'un fort Mistral durant toute la période de prélèvement propice à la bonne dispersion de la pollution.

II.4. CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS EN BENZENE

II.4.1. Création de la base de données

Après avoir vérifié la qualité des mesures effectuées lors de ces six campagnes, nous avons choisi de valider les données recueillies manuellement, c'est à dire en examinant les données en fonction notamment des caractéristiques de leur environnement, des données voisines, des conditions météorologiques et d'autres informations compilées lors de leur pose et de leur ramassage.

Aucune donnée n'est apparue incohérente, cette validation a permis de toutes les conserver.

Ainsi, plus de 700 échantillonneurs passifs ont été utilisés lors des 6 campagnes de mesure et une vingtaine seulement a été perdue ou dégradée pendant leur exposition. L'ensemble des données valides est synthétisé dans le tableau de l'annexe II .

Toutes ces données ont fait l'objet d'une représentation cartographique afin de faciliter la lecture des résultats. Le choix d'une densité de points de mesure importante sur le pourtour de l'étang de Berre permet de réaliser une cartographie spatiale de la région étudiée. Les zones non mesurées ont été estimées grâce à une interpolation des données.

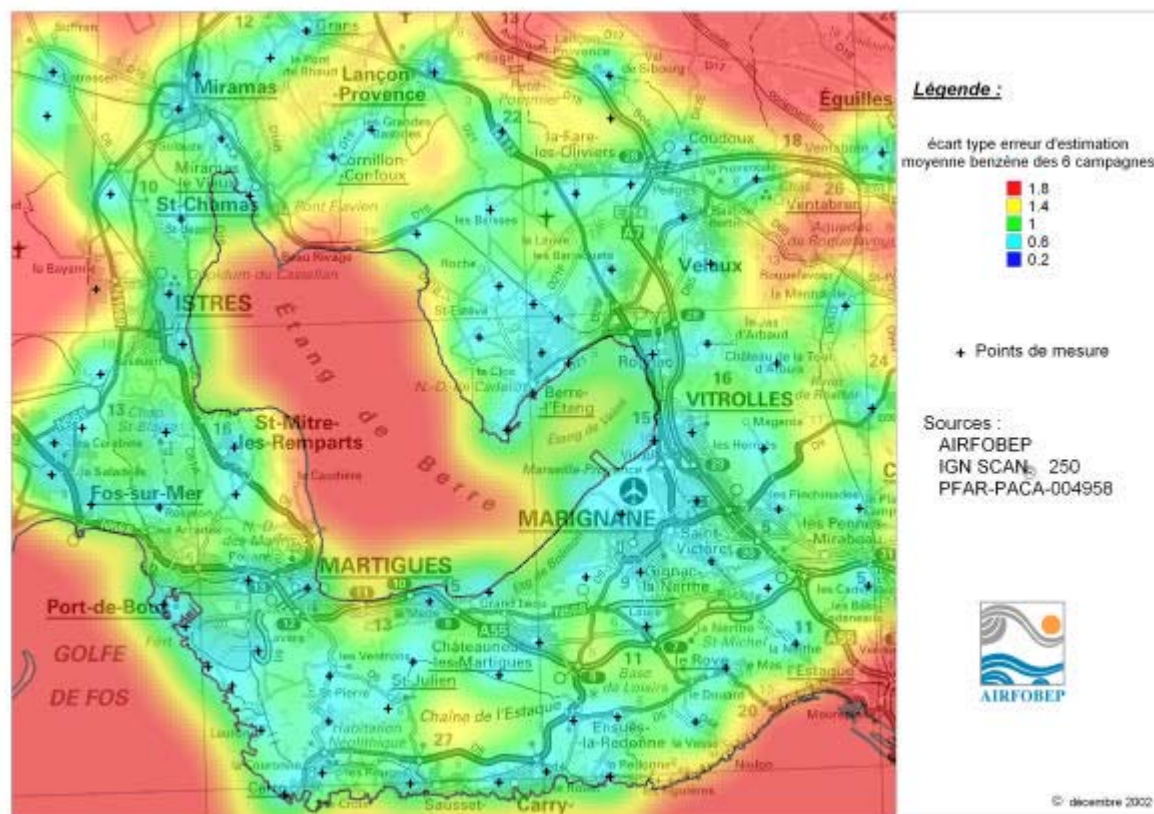
II.4.2. Cartographie par interpolation géostatistique

Il existe différentes méthodes d'interpolation classique, mais le choix de l'algorithme mathématique reste arbitraire et donne des résultats que seul l'intuition peut valider.

L'approche utilisée pour la cartographie des teneurs en benzène sur le pourtour de l'étang de Berre est une amélioration des méthodes d'interpolation classiques nommée estimation par krigeage. Contrairement aux méthodes d'interpolation classiques, le krigeage tient compte du comportement spatial de la variable à travers son étude géostatistique qui analyse la corrélation des données en fonction de la distance qui les séparent.

Une des propriétés intéressante du krigeage est de calculer la variance de l'erreur de l'estimation. En cartographiant l'écart type de l'erreur d'estimation, il est possible d'évaluer la qualité de l'estimation réalisée.

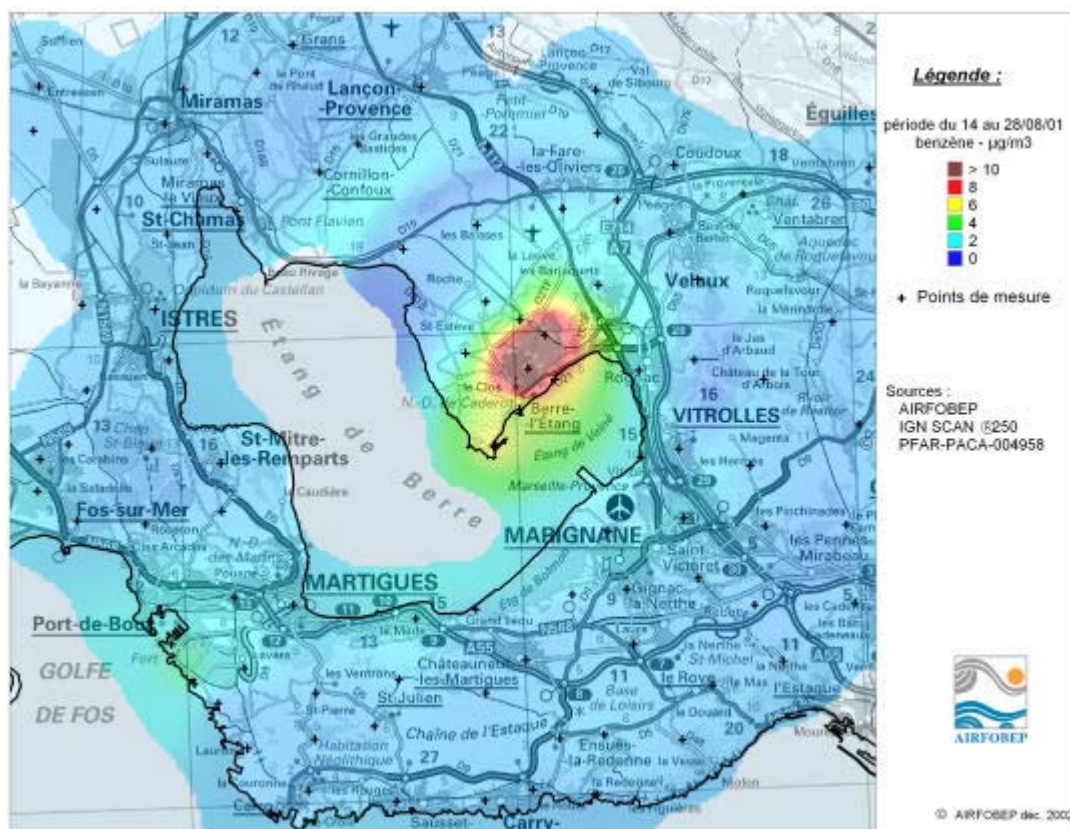
La Carte 3 présente l'écart type de l'erreur d'estimation pour le krigeage des teneurs moyennes en benzène mesurées entre juillet 2001 et juillet 2002.



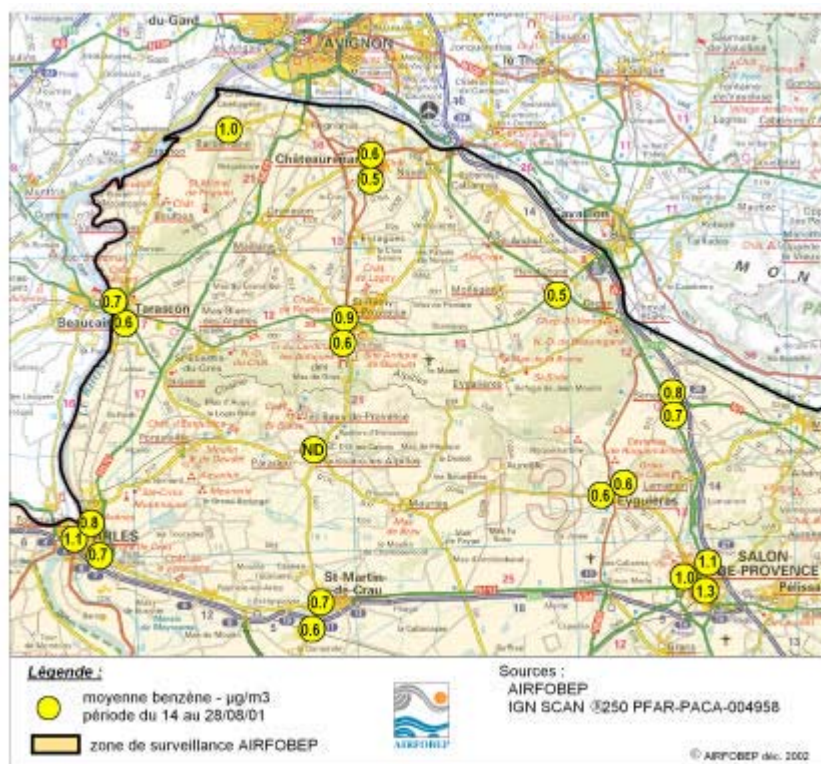
Carte 3 : écart type de l'erreur d'estimation pour le krigeage de la teneur moyenne en benzène enregistrée lors des 6 campagnes de mesure.

L'écart type de l'erreur d'estimation est nul au point de données car le krigeage est un interpolateur exact et devient maximal dans les zones pas ou peu échantillonnées à savoir le centre de l'étang de Berre et les limites du domaine investigué. La qualité de l'interpolation n'étant pas satisfaisante dans ces zones, l'estimation sera masquée dans les cartes de résultats.

II.4.3. Période du 14 au 28 août 2001



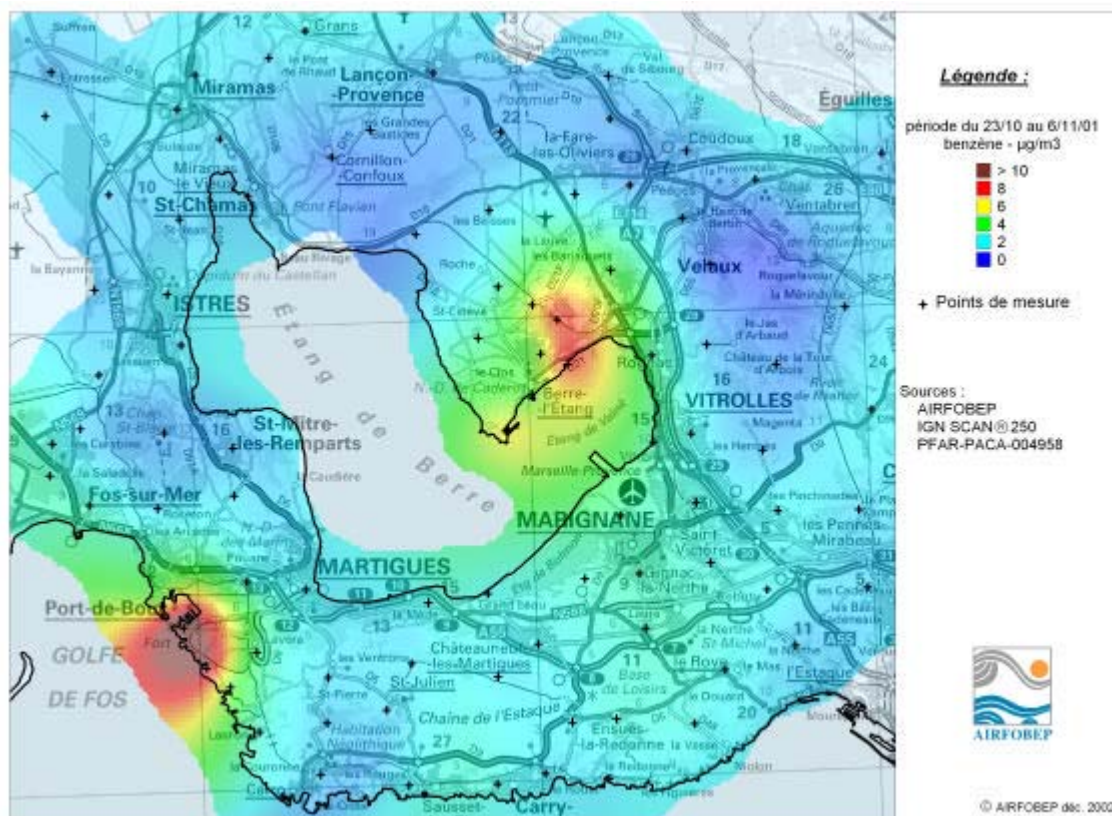
Carte 4: niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 14 et le 28 août 2001.



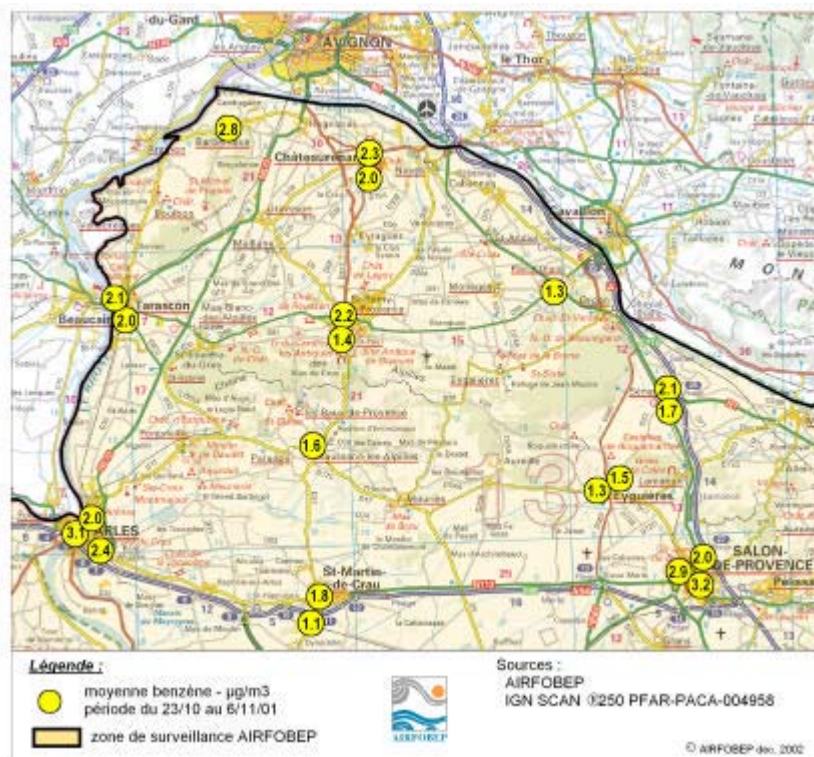
Carte 5 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 14 et le 28 août 2001.

Les teneurs en benzène sont inférieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la majeure partie de l'Ouest du département. Elles sont de l'ordre de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au sud de Lavéra et sont supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au centre ville de Berre l'Étang.

II.4.4. Période du 23 octobre au 6 novembre 2001



Carte 6 : niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 23/10 et le 6/11 2001.



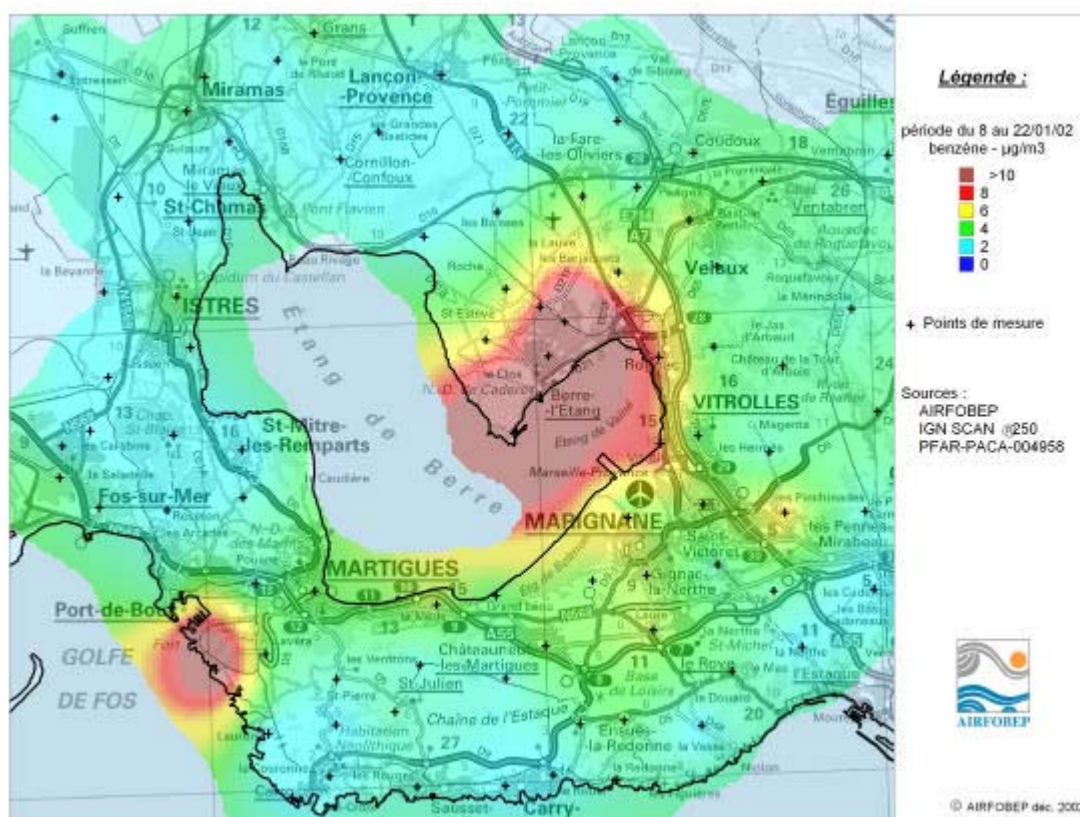
Carte 7 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 23/10 et le 6/11 2001

On note une élévation des concentrations en benzène par rapport à la campagne précédente.

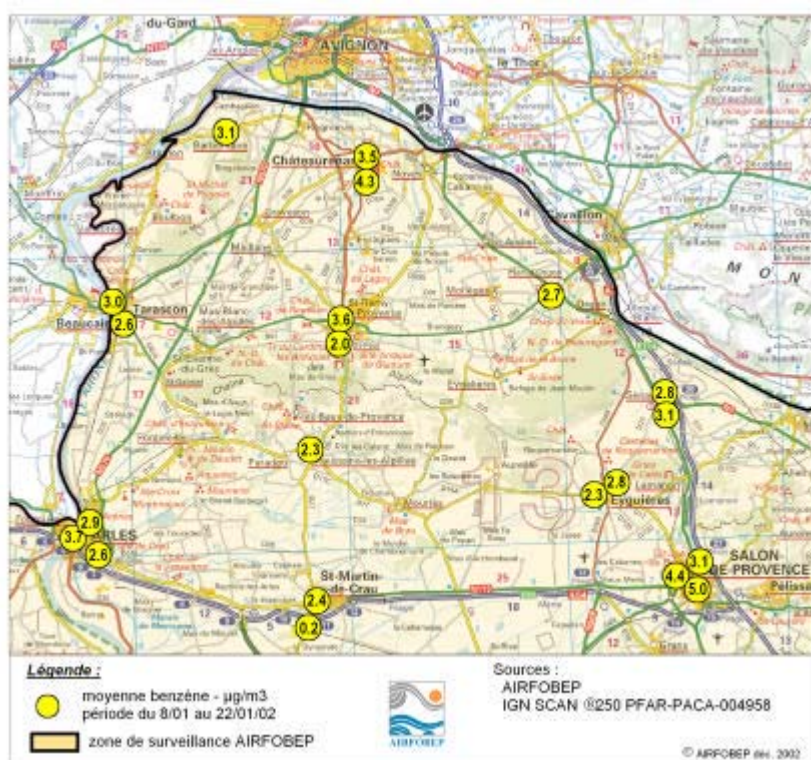
Elles dépassent 2 µg/m³ dans les centres ville d'Arles, Salon de Provence, Châteaurenard, la Côte Bleue et la zone Marignane Gignac la Nerthe.

Les valeurs se situent autour de 8 µg/m³ à l'Est de la ville de Berre et sont supérieures à 10 µg/m³ à proximité du site pétrochimique de Lavéra.

II.4.5. Période du 8 au 22 janvier 2002



Carte 8 : niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 8 et le 22 janvier 2002

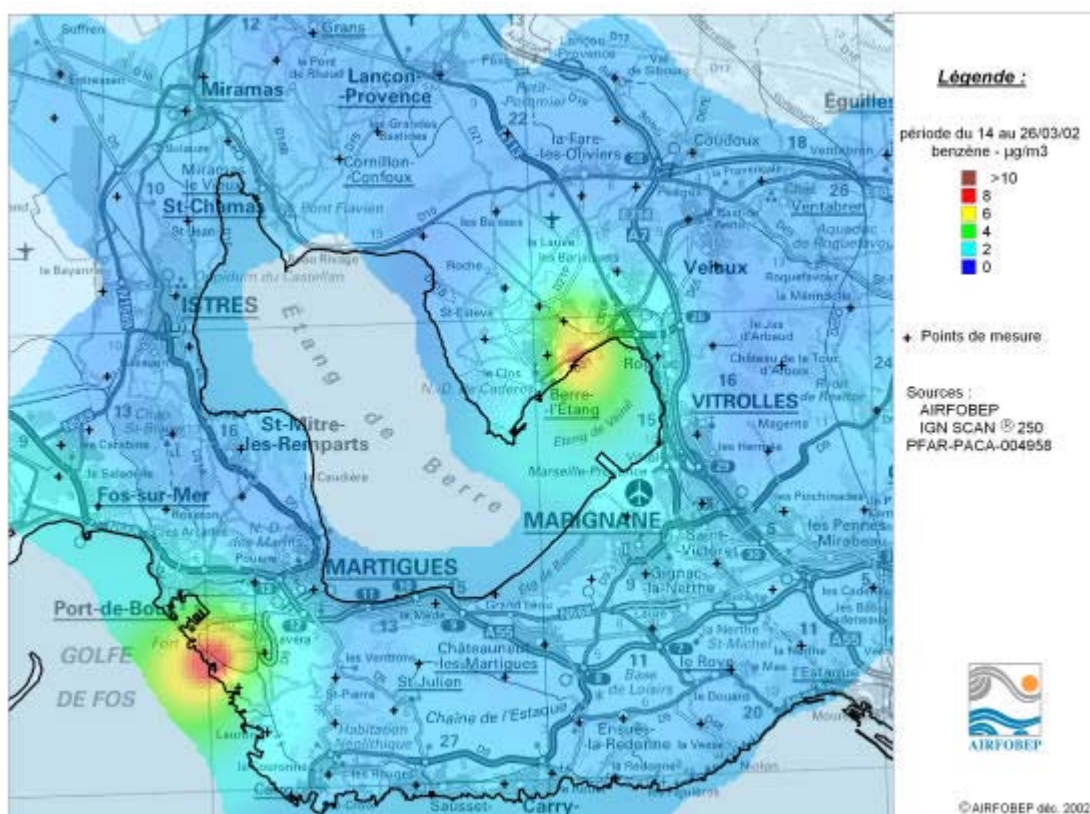


Carte 9 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 8 et le 22 janvier 2002

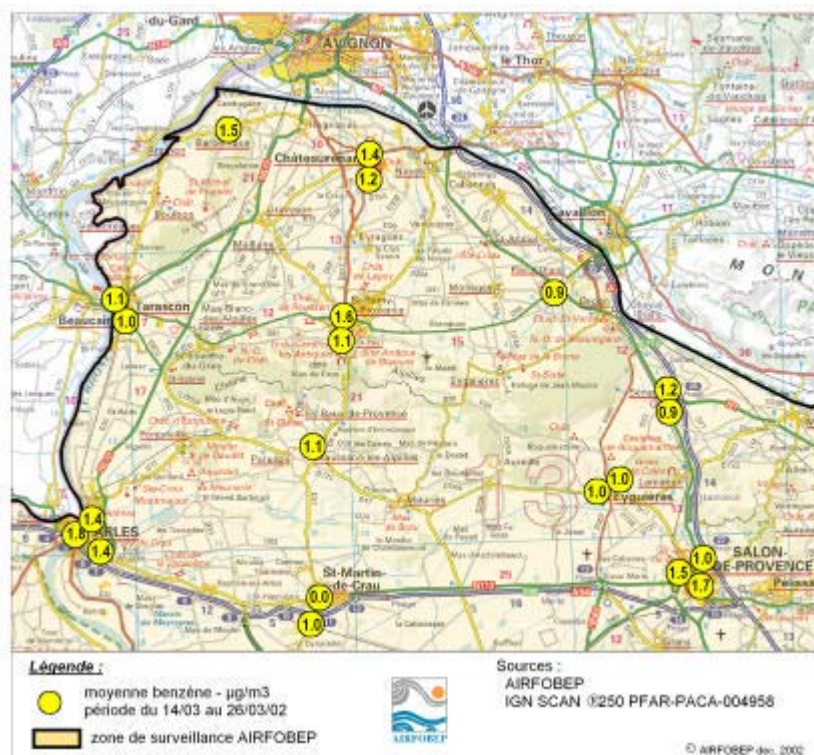
Les concentrations en benzène relevées durant cette période sont les plus élevées des 6 campagnes de mesure.

Les teneurs sont supérieures à 4 µg/m³ dans les principales agglomérations de l'Ouest du département. Les valeurs les plus fortes sont rencontrées aux alentours des sites pétrochimiques de Berre et de Lavéra ainsi qu'à proximité de l'aéroport.

II.4.6. Période du 14 au 26 mars 2002



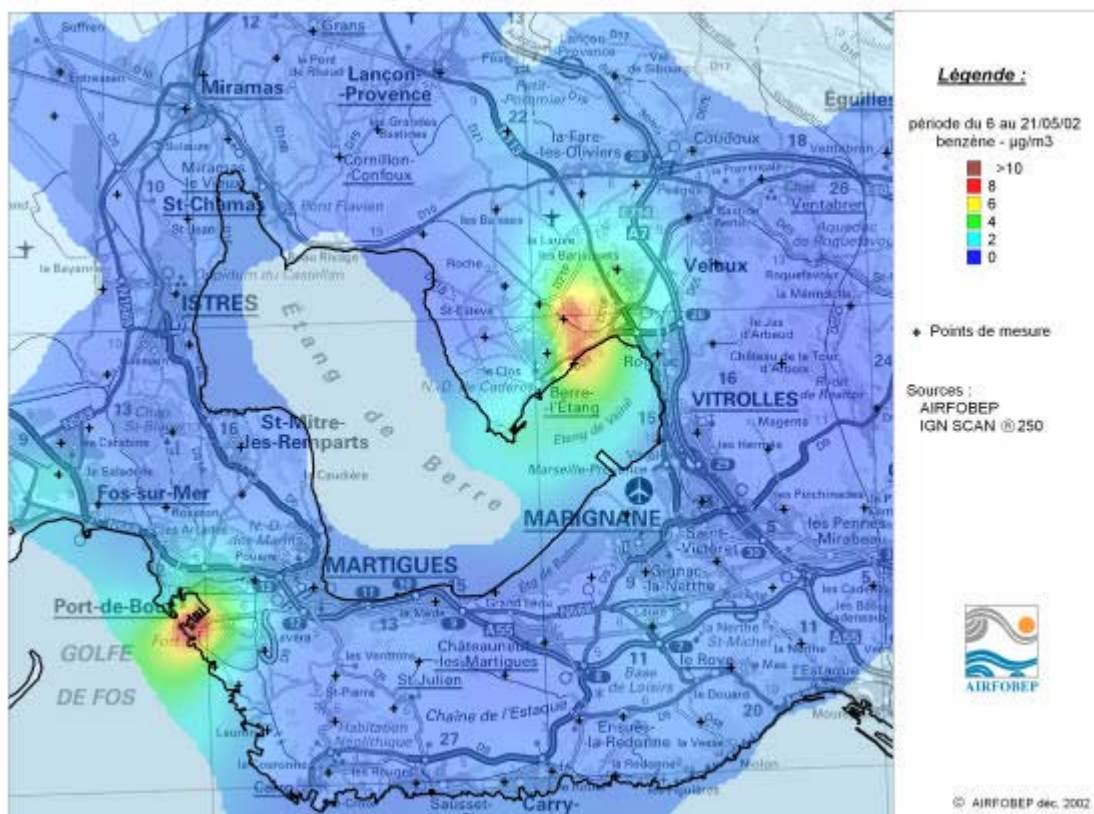
Carte 10 : niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 14 et le 26 mars 2002.



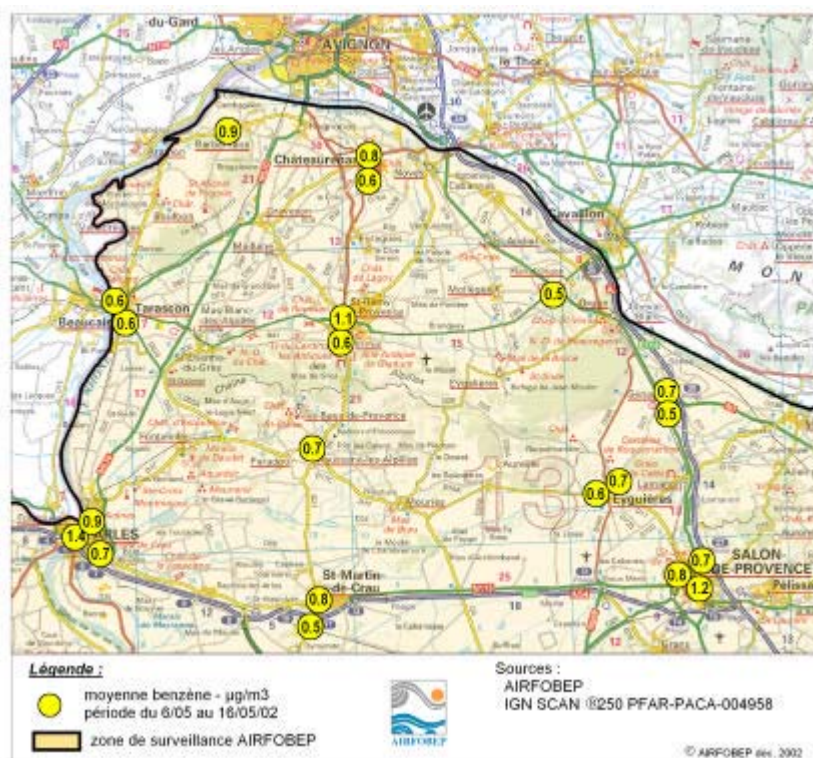
Carte 11 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 14 et le 26 mars 2002.

La baisse des concentrations en benzène par rapport à la campagne de mesure précédente est perceptible sur toute la zone d'étude. Mise à part à proximité des sites pétrochimiques de Berre et Lavéra où celles-ci restent aux environs de 8 µg/m³.

II.4.7. Période du 6 au 21 mai 2002



Carte 12 : niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 6 et le 21 mai 2002.

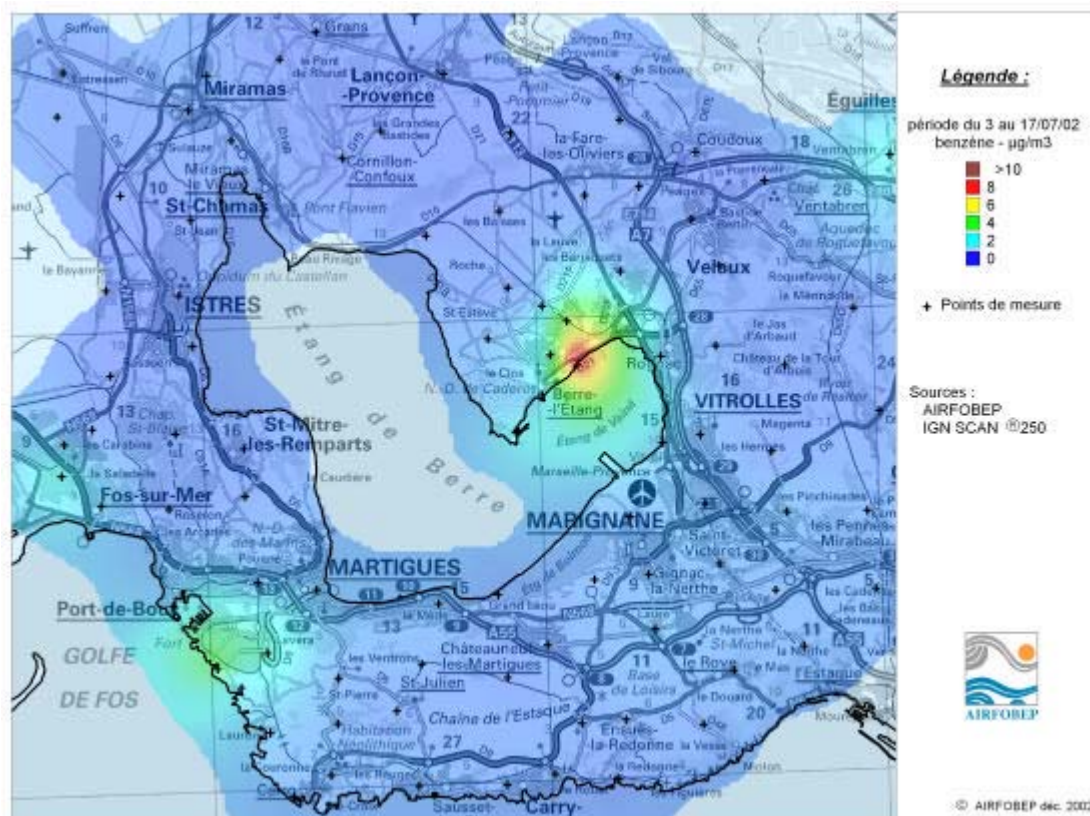


Carte 13 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 6 et le 21 mai 2002.

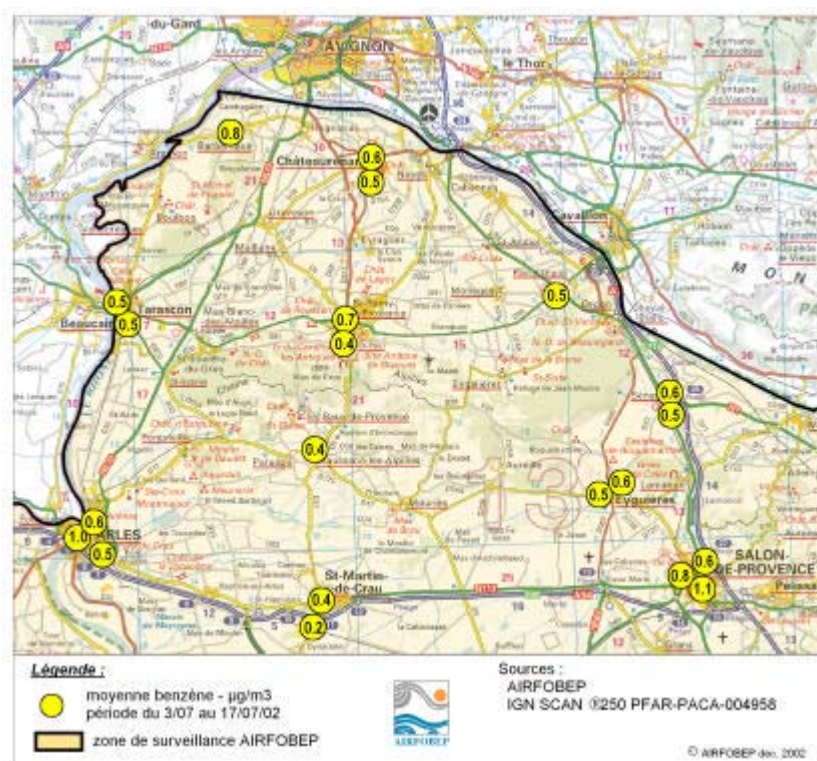
Les teneurs en benzène relevées durant cette campagne de mesure sont faibles sur la quasi totalité de la zone d'étude, de l'ordre de 1 µg/m³.

Elles sont plus élevées à proximité des sites pétrochimiques de Berre et de Lavéra, environ 8 µg/m³.

II.4.8. Période du 3 au 17 juillet 2002



Carte 14 : niveaux de benzène mesurés sur le pourtour de l'étang de Berre entre le 3 et le 17 juillet 2002.

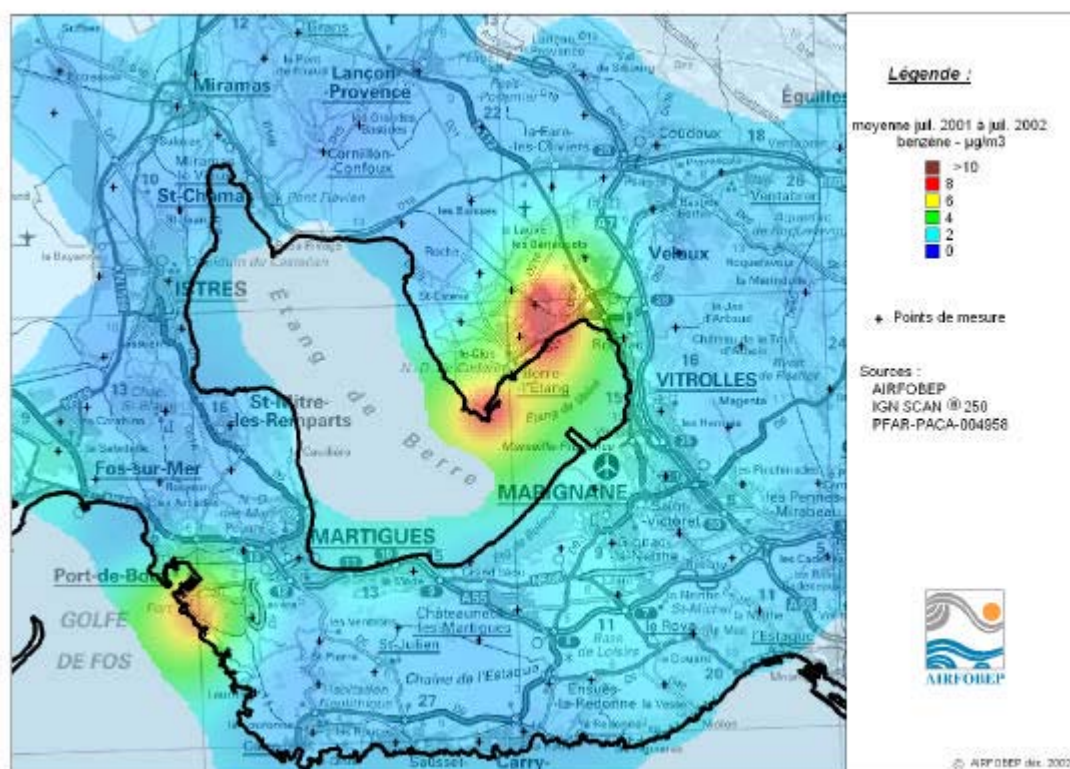


Carte 15 : niveaux de benzène mesurés sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre le 3 et le 17 juillet 2002.

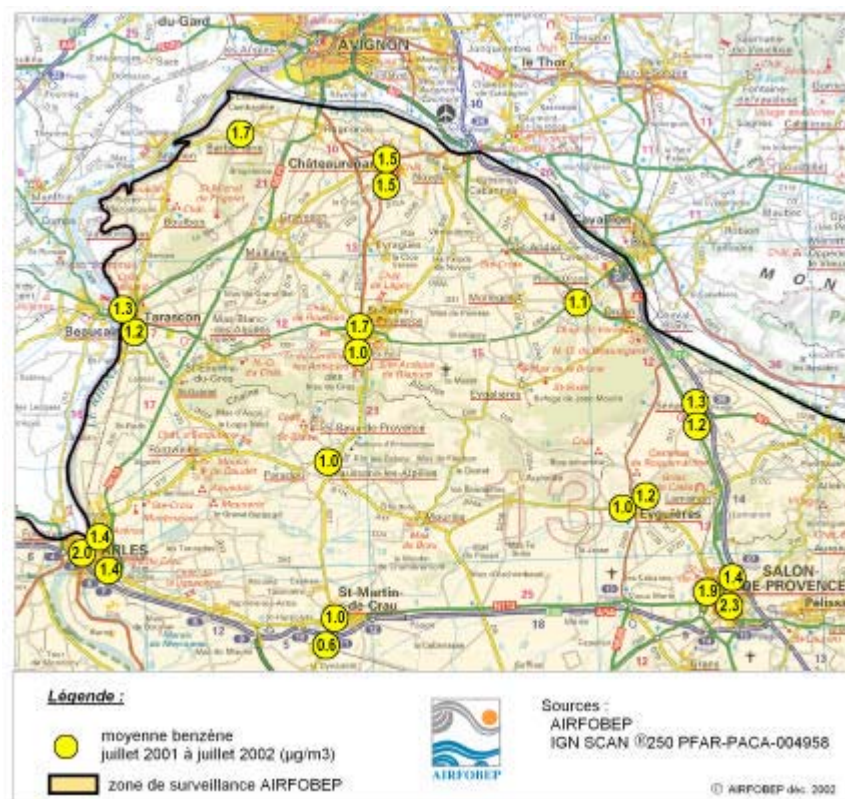
Comme pour la campagne de mesure précédente, les concentrations en benzène sur la région de l'Ouest des Bouches-du-Rhône se situent aux alentours de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Celles relevées aux alentours des sites pétrochimiques ont baissé, environ $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Lavéra et $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Berre.

II.5. IV BILAN DES MESURES DE BENZENE



Carte 16 : concentration moyenne en benzène sur le pourtour de l'étang de Berre entre juillet 2001 et juillet 2002



Carte 17 : concentration moyenne en benzène sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre juillet 2001 et juillet 2002.

Les niveaux moyens en benzène enregistrés entre juillet 2001 et juillet 2002 sur la zone de l'étang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône sont globalement faibles. La valeur limite actuelle de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est respectée sur la quasi-totalité du territoire.

Moyenne	Minimum	Maximum
$1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Saint Martin de Crau, Av. Lavoisier)	$10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Berre l'Etang, Port de la pointe)

Tableau 6 : synthèse des résultats des mesures sur l'Ouest des bouches du Rhône.

Les teneurs les plus élevées sont mesurées dans les centres villes des principales agglomérations de la région et aux alentours de certains sites industriels.

Les teneurs moyennes sur la période juillet 2001/juillet 2002 relevées dans les centres villes d'Arles, Salon, Martigues, Marignane et Rognac sont supérieures à l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mais restent néanmoins inférieures à la future valeur limite applicable en 2010. Il en va de même pour les valeurs rencontrées aux alentours de la raffinerie de Fos sur Mer et de celle de la Mède à Châteauneuf les Martigues.

Par contre, les valeurs moyennes en benzène enregistrées à proximité du site de Lavéra à Martigues sont supérieures à $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et celles enregistrées dans les environs du site pétrochimique de Shell et du port de la pointe à Berre dépassent la valeur limite actuelle de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Secteurs dépassant l'objectif de qualité (Moyenne annuelle comprise entre $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
☐ Arles centre ville	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Salon centre ville	$2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Martigues centre ville	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Châteauneuf La Mède	$2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Marignane centre ville	$2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Rognac centre Ville	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Port de Bouc la Lègue	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Secteurs dépassant la valeur limite européenne applicable en 2010 (Moyenne annuelle comprise entre $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
☐ Martigues Lavéra	$8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Secteurs dépassant la valeur limite européenne actuelle (Moyenne annuelle supérieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
☐ Berre port de la Pointe	$10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☐ Berre Stade	$10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tableau 7 : liste des sites qui ont dépassé l'objectif de qualité et la valeur limite.

Il faut noter que nous ne possédons pas un historique de mesure du benzène important, il est donc difficile d'estimer l'évolution des teneurs en benzène dans les prochaines années. C'est pourquoi un dispositif pérenne de mesure du benzène sera mis en place dès 2003.

III. AUTRES RESULTATS

III.1. COMPARAISON ECHANTILLONNAGE ANNUEL / TEMPORAIRE

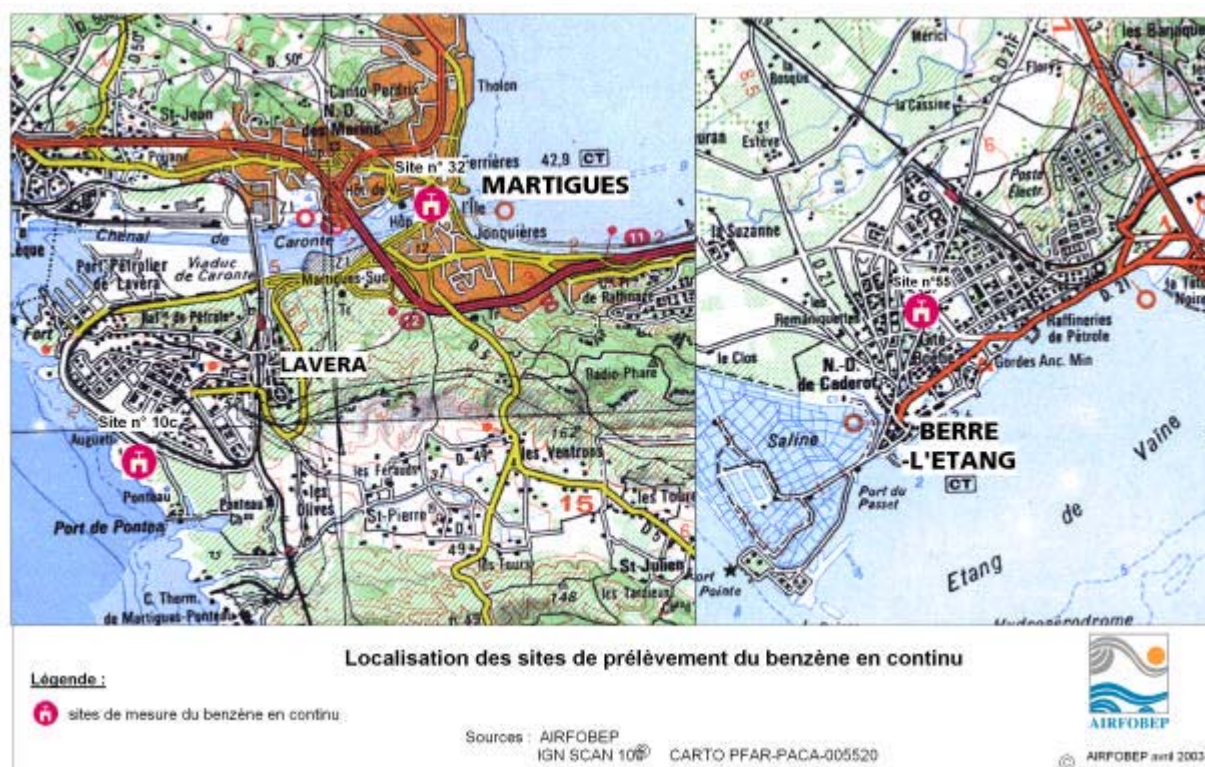
Sur la centaine de points de mesure, trois ont été sélectionnés pour être suivi en « continu » durant l'étude. Nous avons réalisé sur ces trois sites 27 séries de mesures successives d'environ deux semaines^a chacune entre juillet 2001 et juillet 2002.

Ces sites ont été choisis pour leur typologie particulière :

	Site n°32	Site n°55	Site n°10c
Localisation	Martigues Ile	Berre l'Etang Stade	Lavéra STEP
Typologie	Urbaine	Industrielle	Industrielle
Densité de population hab/km ² (dans un rayon 1km autour du site)	3937	2836	4

Tableau 8 caractéristiques des sites de mesure en continu

Le site de Martigues Ile est un site de fond urbain au cœur de ville mais éloigné des grands axes de circulation. Le site de Lavéra est proche du site pétrochimique du même nom regroupant raffinerie et industrie chimique. Quant au site de Berre, il est situé dans la ville de Berre l'Etang et à la fois proche du complexe pétrochimique de Berre l'Etang.



Carte 18 : localisation des sites d'échantillonnage du benzène en continu durant l'étude.

^a Pour des raisons de logistique, deux campagnes ont durées une semaine chacune.

III.1.1. Résultats globaux

	Martigues Ile	Berre l'Etang Stade	Lavéra STEP
Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,0	7,1	10,5
Ecart type	1,0	5,3	5,7
CV ^a	51%	74%	53%

Tableau 9 : statistiques globales des résultats de l'échantillonnage continu

Le moyenne la plus basse a été calculée à Martigues Ile avec $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et la plus haute à la station d'épuration de Lavéra avec $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La valeur du coefficient de variation^a calculé sur ses trois sites est élevé, plus de 50% à Martigues Ile et 74% à Berre l'Etang Stade. Il traduit une influence importante des conditions météorologiques et/ou des sources locales de benzène sur les concentrations mesurées.

III.1.2. Variations temporelles

La variation temporelle des concentrations en benzène mesurées sur ces trois sites est importante. Le graphique ci-dessous permet de comparer les niveaux de benzène mesurés en fonction des différentes périodes de l'année.

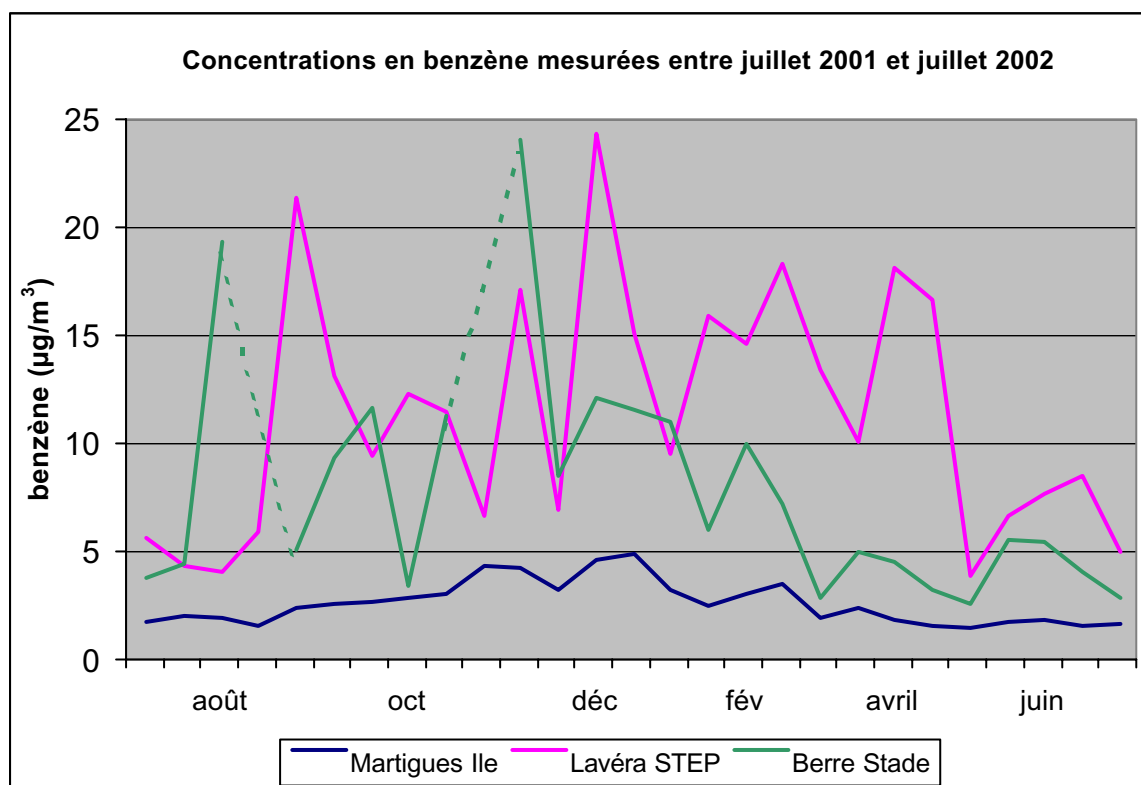


Figure 3 : Concentration en benzène mesurée sur les trois sites « continus », Berre l'Etang stade, station d'épuration de Lavéra et Martigues Ile entre juillet 2001 et juillet 2002^b.

^a CV = écart-type / (moyenne*100)

^b Une valeur est manquante en septembre et une en décembre pour le site de Berre l'Etang Stade.

Les niveaux de benzène observés sur les deux sites de typologie industrielle (Berre l'Etang et station d'épuration de Lavéra) sont très irréguliers. Ils varient pour le site Berre l'Etang stade entre $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ début mai 2002 et $23.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ début décembre 2001 et pour le site de la station d'épuration de Lavéra entre $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fin août 2001 et $23.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fin décembre 2001.

Contrairement au site de Martigues Ile de typologie urbaine où les niveaux faibles enregistrés durant l'été augmentent pour atteindre un maximum durant la période hivernale, **sur les sites industriels sources de benzène, les niveaux sont sensibles aux émissions et sont donc très variables au cours de l'année.**

III.1.3. Relation entre les conditions météorologiques et la concentration en benzène

Il semble y avoir un lien entre les saisons et la concentration en benzène mesurée au site de Martigues Ile. Il nous est donc apparu intéressant de comparer les données en benzène avec les relevés de température.

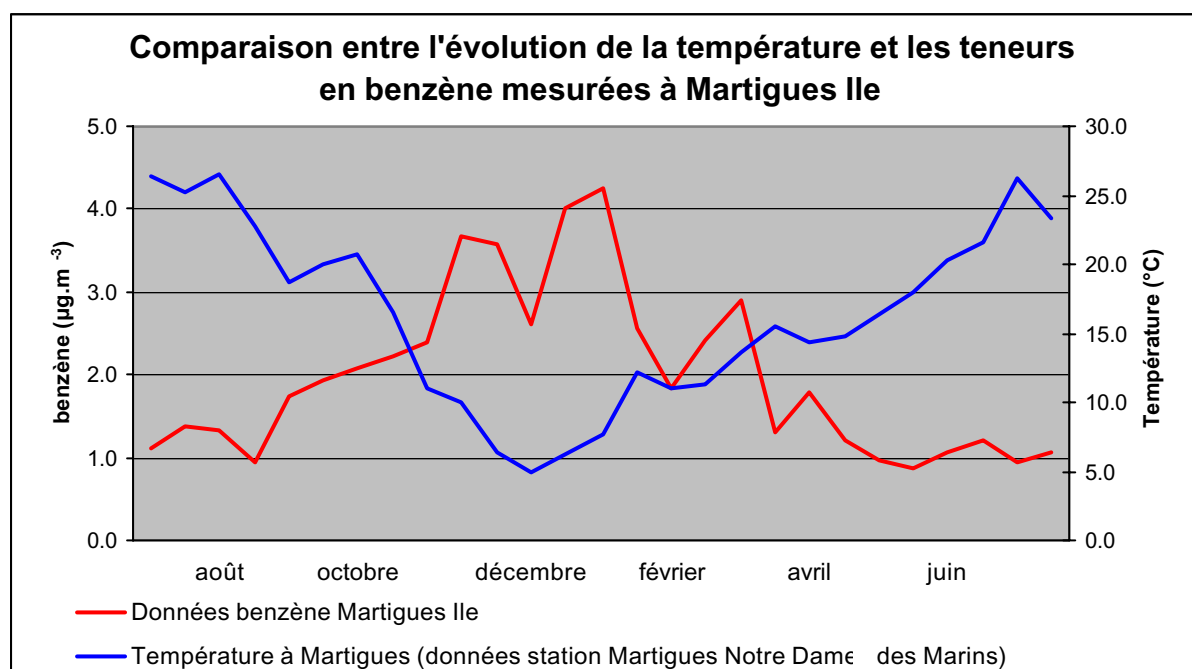


Figure 4 : évolution des teneurs en benzène mesurées à Martigues Ile et de la température ambiante entre juillet 2001 et juillet 2002.

Ce graphique montre que le profil annuel (entre juillet 2001 et juillet 2002) des concentrations en benzène varie inversement à la température. Les sources presque exclusivement d'origine automobile (voir chapitre B/T) étant globalement stable tout au long de l'année^a, la variation des teneurs en benzène à Martigues Ile dépend donc essentiellement de la variation de température. Les mesures recueillies sur les autres agglomérations confirment ce constat, **l'évolution des teneurs en benzène dans les zones urbaines est liée aux saisons avec un maximum atteint en hiver et un minimum en été.**

^a Données trafic sur Martigues communiqués par le service environnement de la Mairie de Martigues

III.1.4. Comparaison moyenne annuelle / moyenne des 6 campagnes

La mesure en continu du benzène sur certains sites a aussi comme objectif d'évaluer la représentativité temporelle de l'échantillonnage périodique que nous avons réalisé sur les autres sites de mesure.

On ne peut tirer de conclusion définitive avec seulement trois sites de mesures, une tendance peut néanmoins être dégagée.

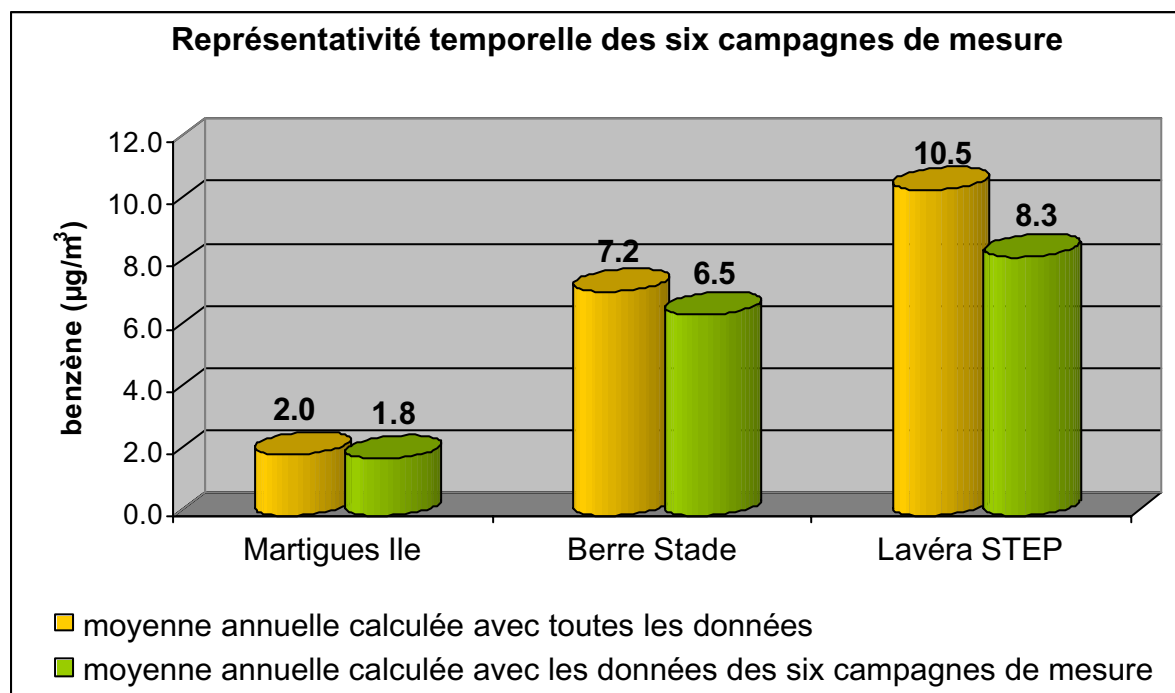


Figure 5 : comparaison entre les moyennes calculées avec toutes les données et les moyennes calculées avec les données des six campagnes de mesure pour les trois sites mesurés en continu

La moyenne calculée avec les six campagnes de mesure diffère de la moyenne annuelle « vrai ». L'échantillonnage régulièrement réparti sur l'année donne une bonne représentativité de la moyenne annuelle pour des sites de typologie urbaine où les teneurs non seulement varient peu mais surtout varient avec les saisons.

Pour des sites industriels responsables d'émissions de benzène l'erreur commise par un échantillonnage partiel est plus importante car l'évolution temporelle des niveaux de benzène est très variable. **L'estimation d'une moyenne annuelle aux alentours d'un site émettant du benzène nécessite donc un échantillonnage en continu.**

III.2. LES MESURES DE TOLUENE

Le toluène est un dérivé du benzène, il ne se différencie de celui ci que par l'ajout d'un radical méthyle d'où son synonyme méthylbenzène. Il entre dans la composition des essences et est utilisé comme intermédiaire de synthèse, comme solvant dans les peintures, les adhésifs, les encres, les produits pharmaceutiques et comme additif dans les cosmétiques.

Sa présence dans l'air ambiant est généralement associée à celle du benzène.

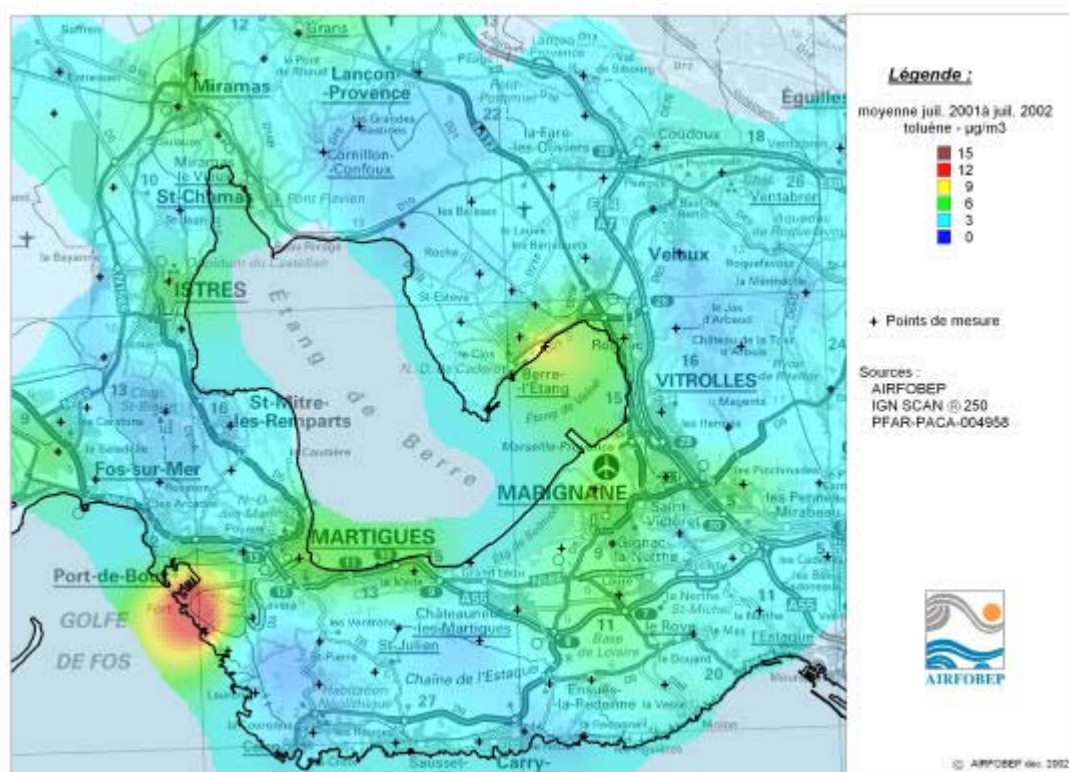
Le toluène n'est pas un composé actuellement réglementé en France dans l'air ambiant, il est toutefois considéré comme un polluant atmosphérique de part ses effets toxiques sur la santé notamment par l'OMS qui a défini des valeurs guides⁸.

<i>Valeurs guides toluène OMS</i>	Pollution de pointe	Pollution de fond
Temps d'exposition	30 minutes	Une semaine
Valeur guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	260

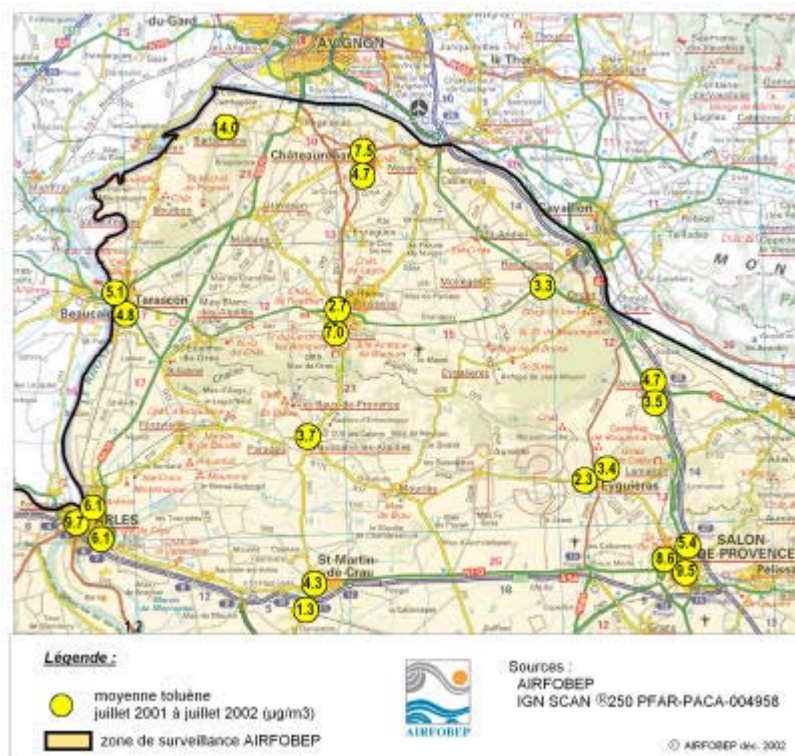
Tableau 10 : valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'air pour le toluène

III.2.1. Cartographie des teneurs en toluène mesurées

Les niveaux moyens de toluène mesurés sur la région de l'Ouest des Bouches du Rhône sont présentés dans la Carte 19 et la Carte 20.



Carte 19 : concentration moyenne en toluène sur le pourtour de l'étang de Berre entre juillet 2001 et juillet 2002



Carte 20 : concentration moyenne en toluène sur l'Ouest des Bouches du Rhône entre juillet 2001 et juillet 2002

Les niveaux moyens en toluène enregistrés entre juillet 2001 et juillet 2002 sur la zone de l'étang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône sont compris entre $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $14,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

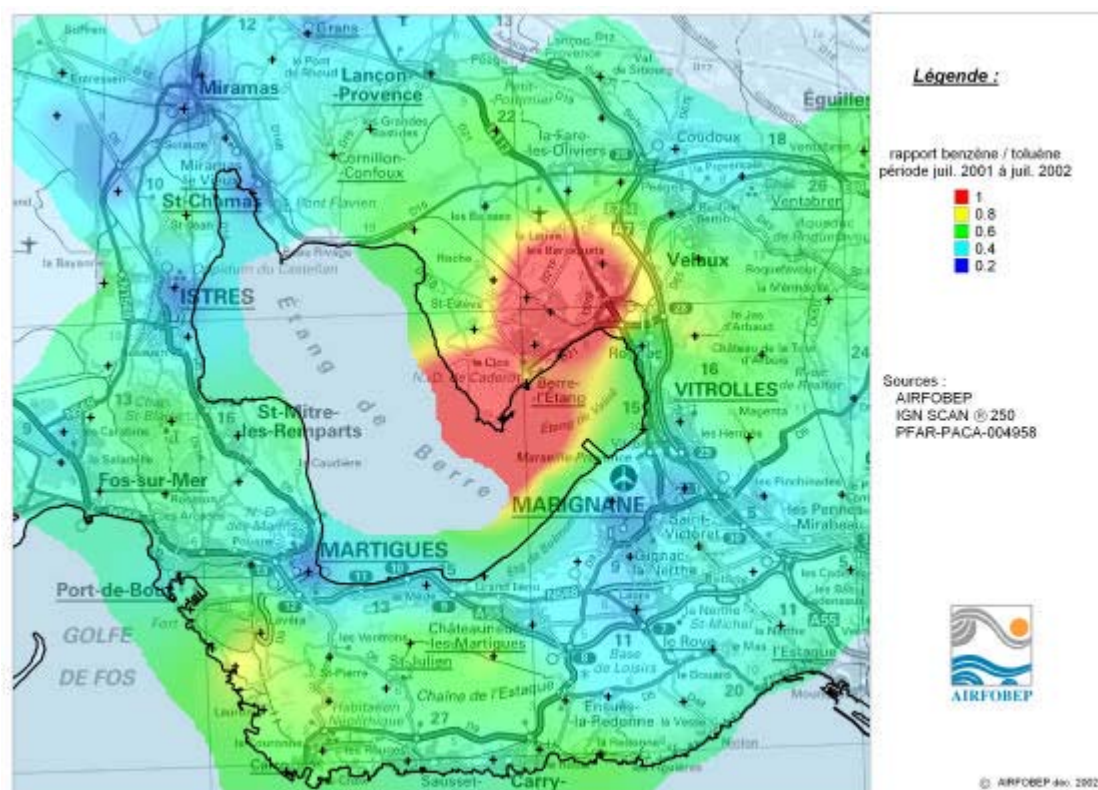
Les teneurs les plus élevées sont mesurées dans les centres villes des principales agglomérations de la région et aux alentours des quatre raffineries de pétrole. Les maxima sont mesurés à proximité du site de Lavéra et sont de l'ordre de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La présence de toluène est souvent bien corrélée à celle du benzène c'est pourquoi il est intéressant d'analyser le rapport benzène sur toluène.

III.2.2. Analyse du rapport benzène sur toluène

L'analyse du rapport entre la concentration en benzène et la concentration en toluène pour un site permet d'identifier si la source de benzène est d'origine automobile.

La réglementation⁹ limite depuis le 1^{er} janvier 2000 les teneurs en benzène dans les essences à 1% en masse. Pour le toluène, les essences automobile en contiennent entre 5 et 7% en masse¹⁰. Des analyses d'air effectuées sur des sites de proximité trafic^a où l'origine automobile des polluants est quasi certaine révèlent des rapports moyens benzène sur toluène se situant aux alentours de 0,20¹¹. Les résultats de ces études établissent que pour des valeurs comparables, l'origine automobile du benzène ne fait pratiquement aucun doute.

La Carte 21 présente les rapports des teneurs benzène sur toluène calculés sur le pourtour de l'étang de Berre entre juillet 2001 et juillet 2002.



Carte 21 : rapport benzène sur toluène calculé sur le pourtour de l'étang de Berre entre juillet 2001 et juillet 2002

^a Stations de mesure d'AIRNORMAND Guillaume le conquérant à Rouen et Cours de la République au Havre

Le rapport benzène sur toluène le plus faible est rencontré dans les principales zones urbaines du pourtour de l'étang de Berre. Il est compris entre 0.2 et 0.4 dans les centres urbains de Miramas, Istres et Marignane. L'origine automobile du benzène dans ces zones urbaines ne fait aucun doute.

Le benzène mesuré dans le centre ville de Martigues malgré la proximité du site pétrochimique de Lavéra es sans aucun doute dû à la circulation automobile.

Par contre, le rapport benzène sur toluène calculé à Berre l'Etang est supérieur à 1. Ceci écarte l'automobile comme source principale de benzène et **confirme donc le site pétrochimique de Berre comme étant la principale source de benzène sur la commune de Berre l'Etang.**

IV. DISPOSITIF PERENNE DE MESURE DU

BENZENE DANS L'OUEST DES BOUCHES DU

RHONE

IV.1. EXIGENCES REGLEMENTAIRES

IV.1.1. Information du public

Comme nous l'avons signalé dans le chapitre réglementation, la valeur limite et l'objectif de qualité pour le benzène sont exprimés en moyenne annuelle. Les informations sur les concentrations en benzène dans l'air ambiant doivent être systématiquement communiquées au public. **Les valeurs seront données sous la forme d'une moyenne représentative des douze derniers mois et seront réactualisées au minimum tous les trois mois³.**

Tout dépassement des valeurs limites sera signalé en fournissant une information appropriée relative aux effets du benzène sur la santé.

IV.1.2. Objectifs de qualité des données

La stratégie de surveillance du benzène sur le pourtour de l'étang de Berre et l'Ouest des Bouches-du-Rhône devra prendre en compte les objectifs de qualités des données ainsi que les périodes minimales de prise en compte et de saisie des données requis par la réglementation³. Ces informations sont synthétisées dans le Tableau 11.

	Mesures indicatives ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{moy annuelle} < 3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mesures fixes ($\text{Moy annuelle} > 3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Incertitude sur la concentration	30%	25%
Temps minimum d'échantillonnage sur douze mois	14% (8 semaines également réparties)	Sites urbains et trafics 35%
		Sites industriels 90%

Tableau 11 : objectifs de qualité des données pour l'évaluation des concentrations en benzène dans l'air ambiant

Les résultats des campagnes de mesure (voir Tableau 7) montre que seul les centres villes des principales agglomérations et les alentours de certains sites industriels dépassent l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Les concentrations relevées dans les agglomérations cités étant toutefois inférieures à $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des mesures fixes ne s'imposent pas dans ces zones. Une surveillance par des mesures indicatives moins contraignantes en terme de qualité des données sera donc opérer dans ces agglomérations.

Les valeurs rencontrées aux alentours des sites pétrochimiques de Berre l'Etang et de Lavéra sont quant à elles supérieures à $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Néanmoins, dans la zone de Lavéra où ces valeurs ont été mesurées, ne réside aucune population (voir Tableau 8). C'est pourquoi

des mesures de type fixe seront réalisées seulement à Berre l'Etang (l'unité de fabrication de benzène de Shell à Berre a été arrêtée en mars 2003, on s'attend donc à une diminution de niveaux mesurés).

IV.2. EXIGENCES TECHNIQUES

Pour répondre aux critères réglementaires en matière de qualité des données, la méthode de mesure devra être adaptée aux exigences en matière d'incertitude sur la mesure et sur le temps minimum d'échantillonnage. Plusieurs techniques analytiques permettent d'évaluer des teneurs en benzène dans l'air ambiant comme l'aspiration d'un échantillon sur une cartouche absorbante ou l'utilisation de canisters. Nous avons retenu deux techniques adaptées aux deux types de mesures que nous souhaitons réaliser.

Les échantillonneurs passifs avec analyse à posteriori par chromatographie en phase gazeuse que nous avons utilisés durant cette étude sont la méthode la plus adaptée à la réalisation de mesures indicatives. Déjà éprouvée depuis plusieurs années, **l'échantillonnage passif est une technique de mesure simple et peu coûteuse qui permettra d'évaluer les niveaux de benzène dans les principales agglomérations de la région** en répondant aux critères de qualité des données requises pour ce type de mesure.

La mesure des niveaux de benzène à Berre l'Etang se fera avec un analyseur entièrement automatisé. Cet appareil réalisera l'échantillonnage, la séparation chromatographique, et la détection du polluant par photo ionisation. Cet analyseur délivrera des mesures de benzène et de ses dérivés tous les ¼ d'heure.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des deux outils de mesure qui seront employés pour la surveillance réglementaire du benzène dans l'Ouest des Bouches du Rhône.

	Tubes passifs	Analyseurs automatiques
Echantillonnage	Diffusion passive sur cartouche absorbante	Aspiration sur cartouche absorbante
Analyse	Séparation chromatographique Détection par spectrométrie de masse en laboratoire	Séparation chromatographique détection par photo ionisation
Pas de temps	Valeurs intégrées sur 14 jours	Données quart horaire
Composés	BTEX	BTEX + 1,3 butadiène
Limites	Inadaptés pour les sites à concentration élevée et très variable	Coût

Tableau 12 : caractéristique des outils de mesure utilisés pour la surveillance réglementaire du benzène.

IV.3. STRATEGIE DE SURVEILLANCE POUR L'OUEST DES BOUCHES DU RHONE

La stratégie de surveillance d'AIRFOBEP a pour but d'évaluer les teneurs moyennes annuelles en benzène les zones où la population est soumise à des risques de dépassement des valeurs réglementaires. Nous avons vu précédemment que deux types de mesures seront réalisés suivant les niveaux de concentrations susceptibles d'être rencontrés : des mesures indicatives dans les principales agglomérations de la zone AIRFOBEP et des mesures fixes à Berre l'Etang.

A partir de 2003, les teneurs en benzène seront surveillées sur 6 villes.

Surveillance à partir de 2003	<i>Martigues Ile Marignane Rognac Salon de Provence Arles</i>	<i>Berre l'Etang</i>
Typologie	Urbaine	Industrielle
Gammes de concentrations	Faibles à moyennes	Moyennes à élevées
méthode	Echantillonneurs passifs	Analyseur BTX automatique
Echantillonnage	6 périodes de 2 semaines réparties régulièrement sur l'année	Continue

Tableau 13 : stratégie de surveillance du benzène sur la région de l'étang de Berre et de l'Ouest des Bouches du Rhône en 2003.

CONCLUSION

Ce rapport présente les résultats des 6 campagnes de mesure du benzène réalisées entre juillet 2001 et juillet 2002 dans la région de l'Ouest des Bouches du Rhône.

Cette étude a identifié les zones présentant les teneurs en benzène les plus élevées.

Elles ont été mesurées dans les centres villes des principales agglomérations de la région ; Arles, Salon, Martigues, Marignane et Rognac avec des concentrations mesurées supérieures à l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mais qui restent néanmoins inférieures à la future valeur limite applicable en 2010, ainsi qu'aux alentours de certains sites industriels ; site de Lavéra à Martigues (concentrations supérieures à $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), les environs du site pétrochimique de Shell et du port de la pointe à Berre qui dépassent la valeur limite actuelle de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Cette étude a aussi mis en évidence les différences entre les concentrations en benzène mesurées sur des sites urbains et sur des sites industriels émetteurs de benzène.

L'évolution des teneurs en benzène dans les zones urbaines est liée aux saisons avec un maximum atteint en hiver et un minimum en été alors que sur les sites industriels sources de benzène, les niveaux sont sensibles aux émissions et sont donc très variables au cours de l'année.

Les mesures de toluène montrent que les teneurs les plus élevées sont enregistrées dans les centres villes des principales agglomérations de la région et aux alentours des quatre raffineries de pétrole. Les maxima sont mesurés à proximité du site de Lavéra et sont de l'ordre de $15 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$. De plus la présence de toluène est souvent bien corrélée à celle du benzène et l'étude du rapport benzène sur toluène montre que le site pétrochimique de Berre est la principale source de benzène sur la commune de Berre l'Etang.

Enfin, un réseau de mesure du benzène dans la région de l'Etang de Berre et de l'Ouest des Bouches du Rhône puis la mise en place de l'information réglementaire sur les niveaux de benzène sera effective en 2003.

La technique de l'échantillonnage passif simple et peu coûteuse sera utilisée pour évaluer les niveaux de benzène dans les principales agglomérations de la région. La mesure des niveaux de benzène à Berre l'Etang se fera en continu avec un analyseur entièrement automatisé.

En outre, ce réseau palliera au manque d'historique des mesures du benzène et donc de suivre l'évolution des teneurs en benzène dans les prochaines années. Ceci afin de vérifier la baisse des émissions industrielles de benzène notamment celles prévues dans le cadre du PPA 13.

- ¹ Les composés organiques volatils (COV) dans l'environnement, Pierre le Cloirec, Lavoisier, 1998.
- ² Benzène, Fiche toxicologique n°49, INRS, 1997.
- ³ Décret 2002-13 du 15 février 2002 relatif à la qualité de l'air et à ses effets sur la santé et l'environnement.
- ⁴ Instructions for volatil organic compounds sampling by Radiello, Radiello, 2000
- ⁵ Etude des performances en chambre d'exposition du tube Radiello pour la mesure des BTX, H.Plaisance, A.Pannequin, N.Locoge, Rapport d'activité n°3 de l'EMD, décembre 2002.
- ⁶ Compte Rendu de réunion du GT échantillonneurs passifs du 15 nov 2002, fédération ATMO.
- ⁸ Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva, 2000.
- ⁹ Directive 98/69/CE du parlement européen et du conseil du 13 octobre 1998 relative aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur.
- ¹⁰ Toluène, Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances dangereuses, INERIS, juillet 2000.
- ¹¹ Bilan d'activité 2002, AIRNORMAND, mai 2003.

ANNEXES

RESULTATS DES MESURES

campagne du 14 au 28 août 2001 : résultats en µg/m³

n° site		localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer	route du Guignonnet	1.5	8.5	10.0
2	Fos sur Mer	Les Carabins	1.0	4.7	5.5
3	Istres	Chemin du Moutonnier	0.8	2.3	2.6
4	Istres	Entressens, ferme du Véry	ND	ND	ND
5	Istres	Entressens, Place de Blagaire	0.7	3.7	4.3
6	Istres	La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	0.8	2.6	4.8
7	Istres	Rue des Ferroniers Z.A du Tubé	0.9	4.9	4.4
8	Fos sur Mer	Stade du Parsemain	0.8	2.3	2.7
9	Fos sur Mer	Chemin des Amandiers	0.9	3.7	4.6
10	Martigues	Port pétrolier	2.9	15.4	16.7
10b	Martigues	Village de Ponteau, chemin de la Rade	0.2	2.0	3.4
10c	Martigues	Route d'Auguette	3.4	8.8	10.8
11	Port de Bouc	La Lèque	1.6	5.2	6.2
12	Port de Bouc	Valentoulin	0.9	2.4	3.1
13	Saint Mitre les Remparts	D51, Etang de Citis	0.7	1.9	2.6
14	Istres	Av du Vents des Dames	1.0	3.5	3.9
15	Istres	Allée du Luthier	1.0	5.4	6.4
16	Istres	Chemin du Vieux Sulauze	0.8	1.6	1.9
17	Miramas	Avenue Falabergues	0.9	4.1	4.7
18	Miramas	Bd St Exupéry	0.9	5.7	6.7
19	Salon Provence	Hippodrome	0.7	1.7	1.8
20	Grans	Auberge des Eyssauts, D16	0.7	2.4	2.8
21	Miramas	Le vieux, Station face au Glacier	0.8	3.1	5.2
22	St Chamas	Place du 8 mai	0.8	4.9	6.2
23	Saint Mitre les Remparts	Centre sportif	0.9	2.5	2.9
24	Saint Mitre les Remparts	Chemin Rural de St Macaire	0.9	3.1	3.3
25	Martigues	Gare SNCF de Sainte Croix	1.4	3.6	4.2
26	Martigues	Lavéra, square des Romarins	1.6	2.8	3.1
27	Martigues	Les Cléments, allée des Cléments	0.8	2.2	2.6
28	Martigues	Carro, Bd du Front de Mer	0.9	2.7	3.2
29	Martigues	La couronne station	0.8	2.3	2.8
30	Martigues	La Gatasse, station	0.8	1.7	2.1
31	Martigues	Les Ventrons, station	0.9	2.3	2.9
32	Martigues	l'Ile station	1.3	7.8	9.0
33	Cornillon Confoux	Montée des Aires	0.8	1.9	2.3
34	Grans	Cimetière	0.9	4.3	4.8
35	Salon Provence	Pard d'activité de la Gandonne	0.8	4.7	5.1
36	Lançon-de-Provence	Rue de l'Amouroy	0.8	2.5	3.0
37	St Chamas	Le Verdelet, D15	0.8	1.8	4.7
38	St Chamas	La Suriane, D10	1.0	1.5	1.9
39	Châteuneuf les Martigues	La Mède, allée du Tavrenier	1.9	6.2	8.7
40	Châteuneuf les Martigues	Chemin de Valtrède	1.0	1.8	1.9
41	Martigues	St Julien, Chemin des Boules	0.8	2.6	2.8
42	Sausset les Pins	Boumariel, av des Belges	0.8	3.0	3.6
43	Carry Le Rouet	Square Général de Gaulle	1.0	3.8	4.5
44	Châteuneuf les Martigues	Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	0.7	1.4	1.6
45	Châteuneuf les Martigues	Route du Jaï	1.1	3.6	5.2
46	Berre l'Etang	La Pointe	6.8	3.6	6.4
47	Berre l'Etang	La Suzanne, D54	1.8	2.8	3.9
48	Berre l'Etang	Les Acacias, D21	1.5	2.2	3.3
49	St Chamas	Les Baïsses, D21	1.1	2.5	3.2
50	Lançon-de-Provence	Col du Télégraphe, N113	0.9	1.4	1.7
51	Pélissane	Rue Gambetta, Hôtel de Ville	0.8	4.0	4.8
52	Lançon-de-Provence	Val de Sibourg, Bd du Mazet	0.9	2.1	3.1
53	La Fare les Oliviers	Avenue Louis de Broglie	1.5	3.2	4.4
54	Berre l'Etang	La Cassine, D21f	2.4	2.2	3.3
55	Berre l'Etang	Station stade municipale	18.7	5.6	12.3

campagne du 14 au 28 août 2001 : résultats en µg/m ³					
54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	14.4	3.5	8.5
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	6.5	14.1	32.1
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	3.4	4.6	10.2
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	1.2	4.2	4.7
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	0.9	3.4	3.8
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	1.0	2.9	3.5
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	0.7	2.5	3.2
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	0.7	1.9	2.2
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	1.1	4.6	5.3
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	0.9	5.7	6.9
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	0.9	4.8	5.7
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	1.1	7.4	8.1
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	1.3	3.3	3.8
67	Rognac	Bd du Stade	1.5	4.6	6.2
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	1.7	3.8	5.9
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	1.4	2.7	3.5
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellans	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	0.9	3.4	3.4
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	1.2	2.9	4.0
73	Velaux	Montée des Aires	1.1	2.3	3.1
74	Rognac	Chemin de Saragousse	1.0	2.0	2.6
75	Vitrolles	station	1.3	3.7	4.2
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	1.1	4.5	4.8
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	0.9	3.6	4.9
78	Le Rove	Impasse des Masets	0.8	4.3	5.1
79	Le Rove	D48 direction Niolon	0.7	1.4	1.7
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	0.6	1.4	1.8
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	0.8	3.5	4.3
82	Vitrolles	Les Pinchinades	0.9	5.1	6.2
83	Vitrolles	Valbacol	0.8	2.0	2.4
84	Aix en Provence	Arbois	0.8	1.9	2.2
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	1.4	5.3	3.9
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	0.8	2.2	3.1
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	0.6	1.9	2.1
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	0.8	3.2	3.6
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	0.6	2.8	3.2
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	0.8	2.2	2.6

campagne du 14 au 28 août 2001 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	0.8	4.9
92	Arles Albaron	0.2	1.0
93	Arles D35, Mas de la Galère	0.4	0.9
94	Arles Rue Maréchal Foch	0.7	4.2
95	Arles Rue du Président Wilson	1.1	9.7
96	Arles Rond Point des Arènes	0.8	5.4
97	Tarascon Rue Jean Gilles	0.6	4.0
98	Tarascon Parc du Château	0.7	4.6
99	Barbentane Place Village	1.0	9.2
100	Châteaurenard Place de la Mairie	0.6	7.2
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves, lotissement de l'Argelier	0.5	2.9
102	Saint Rémy de Provence Parking	0.9	6.8
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	0.6	2.8
104	Maussane Parking Office du tourisme	ND	ND
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	0.7	3.3
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	0.6	1.5
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	0.5	1.4
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	0.4	2.2
109	Port Saint Louis Avenue du Port	0.8	4.5
110	Eguières haut colline	0.6	2.4
111	Eguières Route de Sénas	0.6	3.3
112	Plan d'Orgon chemin	0.5	2.3
113	Sénas Place du 11 novembre	0.8	3.8
114	Sénas Cimetière	0.7	2.6
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	1.0	7.9
116	Salon de Provence rue Paul Arène	1.1	5.7
117	Salon de Provence Place Crousillat	1.3	7.6
118	Lambesc Av Fernand Julien	0.9	3.9
119	Lambesc Place de la République	0.8	2.9

campagne du 23 oct au 6 nov 2001: résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer route du Guignonnet	3.3	6.9	7.5
2	Fos sur Mer Les Carabins	2.3	5.9	7.2
3	Istres Chemin du Moutonnier	1.5	3.1	4.0
4	Istres Entressens, ferme du Véry	1.2	2.6	3.2
5	Istres Entressens, Place de Blagaire	1.6	6.1	7.5
6	Istres La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	1.1	3.2	4.2
7	Istres Rue des Ferroniers Z.A du Tubé	1.5	5.2	5.7
8	Fos sur Mer Stade du Parsemain	1.5	2.9	4.2
9	Fos sur Mer Chemin des Amandiers	2.6	5.0	6.1
10	Martigues Port pétrolier	16.2	20.0	18.9
10b	Martigues Village de Ponteau, chemin de la Rade	3.9	4.3	3.9
10c	Martigues Route d'Auguette	11.8	16.9	18.2
11	Port de Bouc La Lèque	2.0	5.7	7.1
12	Port de Bouc Valentoulin	1.4	3.0	4.3
13	Saint Mitre les Remparts D51, Etang de Citis	1.2	2.3	3.4
14	Istres Av du Vents des Dames	1.7	5.9	6.9
15	Istres Allée du Luthier	2.1	10.6	11.6
16	Istres Chemin du Vieux Sulauze	1.3	2.5	3.3
17	Miramas Avenue Falabergues	1.9	7.3	8.3
18	Miramas Bd St Exupéry	2.0	8.5	10.5
19	Salon Provence Hippodrome	1.4	3.1	3.4
20	Grans Auberge des Eyssauts, D16	1.5	3.4	3.4
21	Miramas Le vieux, Station	ND	ND	ND
22	St Chamas Place du 8 mai	1.4	8.0	8.1
23	Saint Mitre les Remparts Centre sportif	ND	ND	ND
24	Saint Mitre les Remparts Chemin Rural de St Macaire	2.0	3.9	4.5
25	Martigues Gare SNCF de Sainte Croix	1.6	4.2	5.0
26	Martigues Lavéra, square des Romarins	2.3	4.9	6.4
27	Martigues Les Cléments, allée des Cléments	2.4	3.3	4.7
28	Martigues Carro, Bd du Front de Mer	1.8	3.2	4.8
29	Martigues La couronne station	1.7	2.9	4.2
30	Martigues La Gatasse, station	1.4	2.2	4.5
31	Martigues Les Ventrons, station	1.7	3.3	4.5
32	Martigues l'Ile station	2.2	10.6	7.2
33	Cornillon Confoux Montée des Aires	0.6	1.0	0.9
34	Grans Cimetière	2.3	8.4	9.2
35	Salon Provence Pard d'activité de la Gandonne	2.4	9.7	9.3
36	Lançon-de-Provence Rue de l'Amouroy	1.2	3.3	3.4
37	St Chamas Le Verdelet, D15	1.2	2.4	2.1
38	St Chamas La Suriane, D10	1.2	2.7	2.0
39	Châteuneuf les Martigues La Mède, allée du Tavrenier	2.4	8.5	9.6
40	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède	2.1	3.3	4.3
41	Martigues St Julien, Chemin des Boules	1.9	4.0	5.3
42	Sausset les Pins Boumariel, av des Belges	1.8	3.5	4.9
43	Carry Le Rouet Square Général de Gaulle	2.4	4.2	4.2
44	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	1.5	2.2	2.1
45	Châteuneuf les Martigues Route du Jaï	1.8	3.9	4.7
46	Berre l'Etang La Pointe	7.4	3.9	3.4
47	Berre l'Etang La Suzanne, D54	2.7	4.7	5.0
48	Berre l'Etang Les Acacias, D21	1.8	3.7	3.2
49	St Chamas Les Baïsses, D21	1.6	4.5	3.8
50	Lançon-de-Provence Col du Télégraphe, N113	1.3	2.8	2.4
51	Pélissane Rue Gambetta, Hôtel de Ville	1.9	6.8	7.5
52	Lançon-de-Provence Val de Sibourg, Bd du Mazet	1.5	3.3	3.3
53	La Fare les Oliviers Avenue Louis de Broglie	1.5	5.2	4.9
54	Berre l'Etang La Cassine, D21f	5.8	3.7	3.8
55	Berre l'Etang Station stade municipale	2.7	7.5	8.0

campagne du 23 oct au 6 nov 2001: résultats en µg/m ³					
54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	9.6	5.1	8.7
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	10.6	5.9	11.3
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	3.1	8.8	9.8
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	2.5	6.1	6.3
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	2.3	5.9	6.0
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	1.9	3.7	4.0
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	1.7	2.7	2.6
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	1.7	2.6	2.6
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	2.6	7.2	7.8
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	2.7	7.5	8.1
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	2.9	8.5	9.0
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	3.0	9.3	9.9
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	2.6	4.6	5.1
67	Rognac	Bd du Stade	2.7	7.1	8.0
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	ND	ND	ND
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	0.7	1.6	1.6
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellas	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	1.3	4.5	4.7
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	1.5	4.5	4.6
73	Velaux	Montée des Aires	0.1	0.1	0.2
74	Rognac	Chemin de Saragousse	1.4	2.0	1.9
75	Vitrolles	station	2.3	5.8	5.8
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	2.6	8.1	7.7
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	2.1	4.5	4.6
78	Le Rove	Impasse des Masets	ND	ND	ND
79	Le Rove	D48 direction Niolon	2.1	4.6	4.8
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	1.4	2.2	2.4
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	2.2	5.9	2.6
82	Vitrolles	Les Pinchinades	2.2	6.9	7.5
83	Vitrolles	Valbacol	1.3	2.3	2.3
84	Aix en Provence	Arbois	1.2	2.1	1.9
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	1.7	5.5	5.1
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	1.2	3.3	2.6
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	1.2	2.4	2.2
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	1.9	5.0	5.1
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	1.5	3.4	2.7
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	1.5	4.1	3.1

campagne du 23 oct au 6 nov 2001: résultats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

n° site	localisation	benzène	toluène	somme xylènes
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	0.6	1.7	2.1
92	Arles Albaron	0.7	4.0	1.9
93	Arles D35, Mas de la Galère	0.5	0.9	1.7
94	Arles Rue Maréchal Foch	2.4	13.8	13.0
95	Arles Rue du Président Wilson	3.1	16.7	19.9
96	Arles Rond Point des Arènes	2.0	9.6	11.2
97	Tarascon Rue Jean Gilles	2.0	8.8	10.2
98	Tarascon Parc du Château	2.1	9.0	10.6
99	Barbentane Place Village	2.8	18.0	20.1
100	Châteaurenard Place de la Mairie	2.3	12.7	13.5
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves	2.0	8.2	9.8
102	Saint Rémy de Provence Parking	2.2	9.6	11.6
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	1.4	4.2	5.3
104	Maussane Parking Office du tourisme	1.6	6.2	7.5
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	1.8	7.4	9.5
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	1.1	2.6	3.9
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	0.6	0.8	1.7
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	0.5	1.3	2.4
109	Port Saint Louis Avenue du Port	0.6	1.9	3.0
110	Eguières haut colline	1.3	3.7	4.4
111	Eguières Route de Sénas	1.5	5.3	6.6
112	Plan d'Orgon chemin	1.3	3.8	4.1
113	Sénas Place du 11 novembre	2.1	8.0	9.4
114	Sénas Cimetière	1.7	5.0	6.2
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	2.9	14.4	16.4
116	Salon de Provence rue Paul Arène	2.0	9.2	10.4
117	Salon de Provence Place Crousillat	3.2	16.0	17.7
118	Lambesc Av Fernand Julien	1.4	8.2	8.0
119	Lambesc Place de la République	ND	ND	ND

campagne du 8 au 22 janv 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer route du Guignonnet	3.9	6.0	6.3
2	Fos sur Mer Les Carabins	2.7	6.6	7.8
3	Istres Chemin du Moutonnier	1.9	3.4	3.5
4	Istres Entressens, ferme du Véry	1.9	2.6	2.5
5	Istres Entressens, Place de Blagaire	2.4	6.2	6.6
6	Istres La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	2.1	3.5	3.8
7	Istres Rue des Ferronniers Z.A du Tubé	2.4	8.0	7.8
8	Fos sur Mer Stade du Parsemain	2.2	3.1	3.4
9	Fos sur Mer Chemin des Amandiers	3.0	4.6	5.1
10	Martigues Port pétrolier	9.9	20.2	22.4
10b	Martigues Village de Ponteau, chemin de la Rade	6.5	4.5	4.3
10c	Martigues Route d'Auguette	14.5	15.6	14.6
11	Port de Bouc La Lèque	3.5	6.1	6.7
12	Port de Bouc Valentoulin	2.4	3.7	4.5
13	Saint Mitre les Remparts D51, Etang de Citis	2.3	2.9	2.9
14	Istres Av du Vents des Dames	2.9	6.0	6.3
15	Istres Allée du Luthier	3.9	11.7	13.4
16	Istres Chemin du Vieux Sulauze	1.8	2.2	2.1
17	Miramas Avenue Falabergues	3.4	10.5	12.1
18	Miramas Bd St Exupéry	3.3	9.6	11.2
19	Salon Provence Hippodrome	2.0	3.0	2.9
20	Grans Auberge des Eyssauts, D16	2.3	3.7	4.0
21	Miramas Le vieux, Station	2.2	3.7	3.9
22	St Chamas Place du 8 mai	3.1	6.5	8.0
23	Saint Mitre les Remparts Centre sportif	1.9	2.5	3.0
24	Saint Mitre les Remparts Chemin Rural de St Macaire	2.7	4.5	5.1
25	Martigues Gare SNCF de Sainte Croix	2.9	5.9	7.0
26	Martigues Lavéra, square des Romarins	4.1	5.6	5.5
27	Martigues Les Cléments, allée des Cléments	2.4	3.2	3.4
28	Martigues Carro, Bd du Front de Mer	2.3	2.6	2.7
29	Martigues La couronne station	2.3	2.8	2.7
30	Martigues La Gatasse, station	2.1	2.3	2.3
31	Martigues Les Ventrons, station	3.0	4.9	5.3
32	Martigues l'Ile station	4.2	12.2	14.6
33	Cornillon Confoux Montée des Aires	2.2	2.9	3.1
34	Grans Cimetière	3.7	9.4	11.1
35	Salon Provence Pard d'activité de la Gandonne	3.7	11.6	13.9
36	Lançon-de-Provence Rue de l'Amouroy	2.4	3.5	3.9
37	St Chamas Le Verdelet, D15	1.5	2.8	3.0
38	St Chamas La Suriane, D10	2.5	2.6	3.1
39	Châteuneuf les Martigues La Mède, allée du Tavrenier	4.9	12.5	13.3
40	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède	2.8	3.6	3.5
41	Martigues St Julien, Chemin des Boules	3.3	5.2	5.2
42	Sausset les Pins Boumariel, av des Belges	2.9	3.5	3.5
43	Carry Le Rouet Square Général de Gaulle	2.2	2.5	2.9
44	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	2.6	2.7	3.6
45	Châteuneuf les Martigues Route du Jaï	3.8	6.7	8.8
46	Berre l'Etang La Pointe	42.8	7.5	7.9
47	Berre l'Etang La Suzanne, D54	5.6	5.7	7.4
48	Berre l'Etang Les Acacias, D21	4.6	4.6	6.1
49	St Chamas Les Baïsses, D21	2.7	3.6	4.2
50	Lançon-de-Provence Col du Télégraphe, N113	2.0	2.2	2.5
51	Pélissane Rue Gambetta, Hôtel de Ville	3.5	9.7	10.2
52	Lançon-de-Provence Val de Sibourg, Bd du Mazet	2.4	3.5	4.0
53	La Fare les Oliviers Avenue Louis de Broglie	4.7	6.2	8.1
54	Berre l'Etang La Cassine, D21f	7.7	5.7	8.0
55	Berre l'Etang Station stade municipale	10.9	12.1	18.3

campagne du 8 au 22 janv 2002 : résultats en µg/m³

54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	20.0	7.3	16.7
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	15.7	17.2	25.8
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	11.4	9.2	11.8
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	4.2	9.3	10.5
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	4.5	9.4	10.8
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	3.3	5.2	6.1
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	2.3	2.6	3.2
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	3.0	3.4	4.0
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	3.9	7.4	9.0
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	5.2	11.0	13.3
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	4.9	10.2	12.4
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	6.3	15.8	18.0
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	8.1	12.1	15.0
67	Rognac	Bd du Stade	8.2	13.5	18.1
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	5.3	6.2	8.1
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	3.1	4.4	5.2
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellans	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	3.3	6.5	7.8
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	5.1	7.0	8.8
73	Velaux	Montée des Aires	3.3	3.6	4.9
74	Rognac	Chemin de Saragousse	4.0	3.4	5.1
75	Vitrolles	station	4.1	6.9	9.4
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	4.8	12.1	13.8
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	3.3	4.8	5.7
78	Le Rove	Impasse des Masets	3.6	6.5	7.9
79	Le Rove	D48 direction Niolon	2.3	2.3	2.9
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	2.3	2.4	2.9
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	3.6	5.6	6.7
82	Vitrolles	Les Pinchinades	6.3	13.0	16.3
83	Vitrolles	Valbacol	3.0	3.7	4.5
84	Aix en Provence	Arbois	ND	ND	ND
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	3.8	5.8	7.0
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	2.8	3.6	4.0
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	3.0	3.5	4.2
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	3.6	5.8	6.9
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	2.7	4.1	4.7
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	1.9	2.6	3.2

campagne du 8 au 22 janv 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	somme xylènes
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	2.4	4.8	5.8
92	Arles Albaron	2.0	3.3	3.4
93	Arles D35, Mas de la Galère	1.9	2.7	2.3
94	Arles Rue Maréchal Foch	2.6	7.5	8.4
95	Arles Rue du Président Wilson	3.7	10.6	11.8
96	Arles Rond Point des Arènes	2.9	8.7	9.5
97	Tarascon Rue Jean Gilles	2.6	6.7	6.5
98	Tarascon Parc du Château	3.0	8.5	8.9
99	Barbentane Place Village	3.1	37.3	12.9
100	Châteaurenard Place de la Mairie	3.5	11.6	10.8
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves	4.3	10.0	11.3
102	Saint Rémy de Provence Parking	3.6	10.2	11.5
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	2.0	3.7	3.7
104	Maussane Parking Office du tourisme	2.3	4.8	4.9
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	2.4	6.0	6.8
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	0.2	0.7	0.8
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	1.6	2.4	2.2
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	2.0	4.8	6.3
109	Port Saint Louis Avenue du Port	2.7	7.6	8.9
110	Eguières haut colline	2.3	3.3	3.3
111	Eguières Route de Sénas	2.8	5.0	5.5
112	Plan d'Orgon chemin	2.7	7.4	8.3
113	Sénas Place du 11 novembre	2.8	7.3	7.7
114	Sénas Cimetière	3.1	7.0	7.7
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	4.4	14.4	18.4
116	Salon de Provence rue Paul Arène	3.1	8.6	9.9
117	Salon de Provence Place Crousillat	5.0	15.8	18.8
118	Lambesc Av Fernand Julien	ND	ND	ND
119	Lambesc Place de la République	3.0	5.6	6.3

campagne du 14 au 26 mars 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer route du Guignonnet	2.5	4.0	3.8
2	Fos sur Mer Les Carabins	1.5	3.1	3.3
3	Istres Chemin du Moutonnier	0.9	1.3	1.3
4	Istres Entressens, ferme du Véry	0.8	1.2	1.2
5	Istres Entressens, Place de Blagaire	1.0	2.3	2.5
6	Istres La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	1.0	1.6	1.6
7	Istres Rue des Ferronniers Z.A du Tubé	0.9	2.6	2.3
8	Fos sur Mer Stade du Parsemain	0.8	1.5	1.6
9	Fos sur Mer Chemin des Amandiers	1.7	3.1	3.3
10	Martigues Port pétrolier	5.2	12.7	10.6
10b	Martigues Village de Ponteau, chemin de la Rade	3.3	3.7	3.0
10c	Martigues Route d'Auguette	11.7	16.3	16.2
11	Port de Bouc La Lèque	2.2	3.9	3.4
12	Port de Bouc Valentoulin	1.3	1.6	1.8
13	Saint Mitre les Remparts D51, Etang de Citis	0.9	1.3	1.4
14	Istres Av du Vents des Dames	1.2	2.8	3.1
15	Istres Allée du Luthier	1.1	3.4	3.8
16	Istres Chemin du Vieux Sulauze	0.9	1.4	1.4
17	Miramas Avenue Falabergues	1.4	4.4	4.8
18	Miramas Bd St Exupéry	1.2	4.0	4.4
19	Salon Provence Hippodrome	0.9	1.2	1.3
20	Grans Auberge des Eyssauts, D16	0.8	1.3	1.7
21	Miramas Le vieux, Station	ND	ND	ND
22	St Chamas Place du 8 mai	ND	ND	ND
23	Saint Mitre les Remparts Centre sportif	1.1	1.8	2.0
24	Saint Mitre les Remparts Chemin Rural de St Macaire	0.9	1.5	1.5
25	Martigues Gare SNCF de Sainte Croix	1.1	2.0	2.2
26	Martigues Lavéra, square des Romarins	4.0	2.7	2.5
27	Martigues Les Cléments, allée des Cléments	2.0	2.4	2.2
28	Martigues Carro, Bd du Front de Mer	1.3	1.6	1.6
29	Martigues La couronne station	1.5	1.5	1.5
30	Martigues La Gatasse, station	1.3	1.3	1.2
31	Martigues Les Ventrons, station	1.0	1.5	1.5
32	Martigues l'Ile station	1.3	4.2	4.8
33	Cornillon Confoux Montée des Aires	ND	ND	ND
34	Grans Cimetière	0.9	2.5	2.9
35	Salon Provence Pard d'activité de la Gandonne	1.2	3.8	4.6
36	Lançon-de-Provence Rue de l'Amouroy	0.9	1.8	2.2
37	St Chamas Le Verdelet, D15	0.8	1.4	1.6
38	St Chamas La Suriane, D10	0.7	1.0	1.2
39	Châteuneuf les Martigues La Mède, allée du Tavrenier	1.2	3.5	4.0
40	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède	1.2	1.8	1.5
41	Martigues St Julien, Chemin des Boules	1.2	1.7	1.6
42	Sausset les Pins Boumariel, av des Belges	1.1	1.6	1.7
43	Carry Le Rouet Square Général de Gaulle	1.4	2.6	2.8
44	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	1.0	1.5	1.3
45	Châteuneuf les Martigues Route du Jaï	1.1	1.6	2.1
46	Berre l'Etang La Pointe	2.2	1.5	1.7
47	Berre l'Etang La Suzanne, D54	1.3	1.6	2.7
48	Berre l'Etang Les Acacias, D21	1.2	1.3	1.7
49	St Chamas Les Baïsses, D21	1.0	2.0	2.0
50	Lançon-de-Provence Col du Télégraphe, N113	0.9	1.2	1.4
51	Pélissane Rue Gambetta, Hôtel de Ville	1.2	3.8	4.5
52	Lançon-de-Provence Val de Sibourg, Bd du Mazet	0.9	1.7	2.1
53	La Fare les Oliviers Avenue Louis de Broglie	0.9	2.0	2.4
54	Berre l'Etang La Cassine, D21f	2.6	2.0	3.2
55	Berre l'Etang Station stade municipale	2.2	3.9	6.1

campagne du 14 au 26 mars 2002 : résultats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	5.5	3.3	9.8
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	10.7	5.9	16.5
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	1.1	2.1	2.9
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	1.2	2.4	2.8
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	1.3	4.0	3.5
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	1.0	1.4	1.7
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	1.3	2.0	2.1
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	1.1	1.3	1.6
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	1.2	2.5	2.7
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	1.4	4.1	4.4
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	1.3	3.4	3.9
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	1.6	4.7	5.3
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	1.5	2.5	3.0
67	Rognac	Bd du Stade	1.6	3.6	4.9
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	1.0	2.1	2.6
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	1.0	1.8	2.3
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellans	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	1.0	2.5	2.8
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	1.0	2.2	2.6
73	Velaux	Montée des Aires	0.9	2.0	2.3
74	Rognac	Chemin de Saragousse	1.0	1.4	1.6
75	Vitrolles	station	1.2	2.7	3.2
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	1.3	3.8	3.8
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	1.2	2.3	2.7
78	Le Rove	Impasse des Masets	1.1	2.1	1.2
79	Le Rove	D48 direction Niolon	1.0	1.4	1.4
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	1.1	1.5	1.8
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	1.3	2.3	2.7
82	Vitrolles	Les Pinchinades	1.3	3.4	4.0
83	Vitrolles	Valbacol	0.8	1.2	1.4
84	Aix en Provence	Arbois	ND	ND	ND
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	1.0	2.0	2.4
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	0.8	1.2	1.4
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	0.8	1.2	1.2
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	1.4	2.2	2.6
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	1.0	1.8	1.9
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	1.1	1.7	1.9

campagne du 14 au 26 mars 2002 : résultats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

n° site	localisation	benzène	toluène	somme xylènes
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	0.7	2.6	2.5
92	Arles Albaron	0.8	1.4	1.4
93	Arles D35, Mas de la Galère	0.9	1.1	1.2
94	Arles Rue Maréchal Foch	1.4	5.1	5.7
95	Arles Rue du Président Wilson	1.8	7.2	7.9
96	Arles Rond Point des Arènes	1.4	5.0	5.6
97	Tarascon Rue Jean Gilles	1.0	3.6	3.8
98	Tarascon Parc du Château	1.1	3.9	4.5
99	Barbentane Place Village	1.5	8.5	6.2
100	Châteaurenard Place de la Mairie	1.4	5.1	5.5
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves	1.2	3.0	3.4
102	Saint Rémy de Provence Parking	1.6	6.1	6.7
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	1.1	2.1	2.4
104	Maussane Parking Office du tourisme	1.1	2.6	2.7
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	ND	ND	ND
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	1.0	1.3	1.4
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	0.8	1.1	1.1
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	0.7	1.1	1.3
109	Port Saint Louis Avenue du Port	1.0	2.4	2.9
110	Eguières haut colline	1.0	1.7	1.8
111	Eguières Route de Sénas	1.0	2.1	2.5
112	Plan d'Orgon chemin	0.9	1.8	1.7
113	Sénas Place du 11 novembre	1.2	3.4	3.9
114	Sénas Cimetière	0.9	2.3	2.6
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	1.5	5.6	6.7
116	Salon de Provence rue Paul Arène	1.0	3.0	3.3
117	Salon de Provence Place Crousillat	1.7	6.9	7.9
118	Lambesc Av Fernand Julien	0.8	2.4	2.5
119	Lambesc Place de la République	1.0	2.4	2.8

campagne du 6 au 21 mai 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer route du Guignonnet	1.9	4.0	3.3
2	Fos sur Mer Les Carabins	0.8	2.2	2.4
3	Istres Chemin du Moutonnier	0.4	0.9	0.8
4	Istres Entressens, ferme du Véry	0.4	0.8	0.7
5	Istres Entressens, Place de Blagaire	0.6	2.1	2.3
6	Istres La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	0.6	1.3	1.3
7	Istres Rue des Ferronniers Z.A du Tubé	0.5	1.8	1.7
8	Fos sur Mer Stade du Parsemain	0.5	1.0	1.0
9	Fos sur Mer Chemin des Amandiers	0.9	2.2	2.1
10	Martigues Port pétrolier	10.6	11.5	9.6
10b	Martigues Village de Ponteau, chemin de la Rade	1.2	1.9	1.7
10c	Martigues Route d'Auguette	3.2	10.3	9.7
11	Port de Bouc La Lèque	1.7	3.2	3.2
12	Port de Bouc Valentoulin	0.6	1.2	1.2
13	Saint Mitre les Remparts D51, Etang de Citis	0.6	1.0	1.0
14	Istres Av du Vents des Dames	0.6	1.8	2.0
15	Istres Allée du Luthier	0.7	3.0	3.2
16	Istres Chemin du Vieux Sulauze	0.5	1.1	1.1
17	Miramas Avenue Falabergues	0.8	3.1	3.4
18	Miramas Bd St Exupéry	ND	ND	ND
19	Salon Provence Hippodrome	0.4	0.9	0.9
20	Grans Auberge des Eyssauts, D16	0.5	1.5	1.6
21	Miramas Le vieux, Station	ND	ND	ND
22	St Chamas Place du 8 mai	0.8	3.7	4.5
23	Saint Mitre les Remparts Centre sportif	0.7	1.7	1.7
24	Saint Mitre les Remparts Chemin Rural de St Macaire	0.6	1.5	1.5
25	Martigues Gare SNCF de Sainte Croix	1.2	1.6	1.6
26	Martigues Lavéra, square des Romarins	1.1	1.7	1.6
27	Martigues Les Cléments, allée des Cléments	1.0	1.5	1.2
28	Martigues Carro, Bd du Front de Mer	0.5	1.3	1.3
29	Martigues La couronne station	0.7	1.4	1.3
30	Martigues La Gatasse, station	0.4	0.9	0.9
31	Martigues Les Ventrons, station	0.6	1.2	1.2
32	Martigues l'Ile station	0.9	4.5	5.2
33	Cornillon Confoux Montée des Aires	0.5	1.3	1.4
34	Grans Cimetière	0.6	2.5	3.0
35	Salon Provence Pard d'activité de la Gandonne	0.7	3.2	3.4
36	Lançon-de-Provence Rue de l'Amouroy	0.4	1.4	1.5
37	St Chamas Le Verdelet, D15	0.5	1.5	2.0
38	St Chamas La Suriane, D10	0.5	0.9	0.9
39	Châteuneuf les Martigues La Mède, allée du Tavrenier	ND	ND	ND
40	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède	0.7	1.3	1.1
41	Martigues St Julien, Chemin des Boules	0.6	1.5	1.4
42	Sausset les Pins Boumariel, av des Belges	0.5	1.7	1.7
43	Carry Le Rouet Square Général de Gaulle	0.7	2.1	2.0
44	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	0.4	0.7	0.7
45	Châteuneuf les Martigues Route du Jaï	0.4	1.7	2.4
46	Berre l'Etang La Pointe	3.1	1.6	1.9
47	Berre l'Etang La Suzanne, D54	0.4	1.5	2.1
48	Berre l'Etang Les Acacias, D21	0.8	1.2	1.4
49	St Chamas Les Baïsses, D21	0.8	1.4	1.7
50	Lançon-de-Provence Col du Télégraphe, N113	1.2	1.8	2.2
51	Pélissane Rue Gambetta, Hôtel de Ville	0.9	5.5	4.4
52	Lançon-de-Provence Val de Sibourg, Bd du Mazet	0.8	1.4	1.6
53	La Fare les Oliviers Avenue Louis de Broglie	0.7	0.9	0.9
54	Berre l'Etang La Cassine, D21f	2.5	1.6	2.1
55	Berre l'Etang Station stade municipale	2.0	4.6	9.4

campagne du 6 au 21 mai 2002 : résultats en µg/m ³					
54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	8.3	2.6	5.8
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	8.1	11.4	19.6
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	2.1	3.1	5.3
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	0.4	2.6	2.9
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	0.5	1.6	1.6
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	0.4	1.1	1.1
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	0.7	1.6	1.8
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	0.6	1.2	1.2
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	0.7	2.8	3.0
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	1.1	4.5	4.9
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	0.8	3.2	3.4
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	ND	ND	ND
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	0.6	1.7	1.8
67	Rognac	Bd du Stade	1.1	3.1	3.8
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	ND	ND	ND
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	1.0	1.5	1.8
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellans	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	0.8	2.0	2.2
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	0.7	2.1	2.4
73	Velaux	Montée des Aires	0.6	1.4	1.5
74	Rognac	Chemin de Saragousse	0.6	1.6	1.4
75	Vitrolles	station	0.5	2.2	2.3
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	0.5	2.7	2.8
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	0.6	1.8	1.8
78	Le Rove	Impasse des Masets	0.7	2.2	2.3
79	Le Rove	D48 direction Niolon	ND	ND	ND
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	ND	ND	ND
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	0.6	1.9	2.0
82	Vitrolles	Les Pinchinades	0.5	3.7	4.5
83	Vitrolles	Valbacol	0.5	1.1	1.0
84	Aix en Provence	Arbois	ND	ND	ND
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	0.6	1.7	1.8
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	0.5	1.1	1.1
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	0.3	0.9	0.8
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	0.3	1.7	1.7
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	ND	ND	ND
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	0.4	1.2	1.2

campagne du 6 au 21 mai 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	somme xylènes
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	ND	ND	ND
92	Arles Albaron	ND	ND	ND
93	Arles D35, Mas de la Galère	ND	ND	ND
94	Arles Rue Maréchal Foch	0.7	3.2	3.6
95	Arles Rue du Président Wilson	1.4	8.5	9.7
96	Arles Rond Point des Arènes	0.9	4.8	5.3
97	Tarascon Rue Jean Gilles	0.6	2.9	3.2
98	Tarascon Parc du Château	0.6	2.6	2.6
99	Barbentane Place Village	0.9	5.8	5.8
100	Châteaurenard Place de la Mairie	0.8	4.5	5.0
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves	0.6	2.2	2.4
102	Saint Rémy de Provence Parking	1.1	5.8	6.5
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	0.6	1.7	2.1
104	Maussane Parking Office du tourisme	0.7	2.6	2.7
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	0.8	3.2	3.8
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	0.5	0.9	0.8
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	ND	ND	ND
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	ND	ND	ND
109	Port Saint Louis Avenue du Port	ND	ND	ND
110	Eguières haut colline	0.6	1.5	1.5
111	Eguières Route de Sénas	0.7	2.6	3.1
112	Plan d'Orgon chemin	0.5	2.0	1.6
113	Sénas Place du 11 novembre	0.7	2.7	3.0
114	Sénas Cimetière	0.5	2.0	2.2
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	0.8	4.9	5.8
116	Salon de Provence rue Paul Arène	0.7	3.1	3.3
117	Salon de Provence Place Crousillat	1.2	5.8	6.5
118	Lambesc Av Fernand Julien	0.6	3.1	3.2
119	Lambesc Place de la République	0.7	2.3	3.2

campagne du 3 au 17 juillet 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	xylènes
1	Fos sur Mer route du Guignonnet	2.2	5.4	5.3
2	Fos sur Mer Les Carabins	1.2	2.6	3.2
3	Istres Chemin du Moutonnier	0.4	1.0	1.3
4	Istres Entressens, ferme du Véry	0.4	0.9	1.3
5	Istres Entressens, Place de Blagaire	0.6	1.9	2.3
6	Istres La Gineste D55, chemin de la Fenaïson	0.5	1.3	1.6
7	Istres Rue des Ferronniers Z.A du Tubé	0.4	1.5	1.8
8	Fos sur Mer Stade du Parsemain	0.5	1.3	2.0
9	Fos sur Mer Chemin des Amandiers	1.3	3.1	3.8
10	Martigues Port pétrolier	3.3	5.8	4.7
10b	Martigues Village de Ponteau, chemin de la Rade	1.4	3.8	4.1
10c	Martigues Route d'Auguette	4.4	20.4	21.5
11	Port de Bouc La Lèque	1.0	4.0	4.7
12	Port de Bouc Valentoulin	0.5	1.2	1.7
13	Saint Mitre les Remparts D51, Etang de Citis	0.6	1.3	1.8
14	Istres Av du Vents des Dames	0.7	2.1	2.6
15	Istres Allée du Luthier	0.5	2.6	3.1
16	Istres Chemin du Vieux Sulauze	0.5	1.1	1.3
17	Miramas Avenue Falabergues	0.7	2.9	3.3
18	Miramas Bd St Exupéry	0.7	3.7	4.6
19	Salon Provence Hippodrome	0.4	1.0	1.3
20	Grans Auberge des Eyssauts, D16	0.4	1.3	1.8
21	Miramas Le vieux, Station	ND	ND	ND
22	St Chamas Place du 8 mai	0.6	3.1	3.9
23	Saint Mitre les Remparts Centre sportif	0.5	1.6	2.0
24	Saint Mitre les Remparts Chemin Rural de St Macaire	0.6	1.5	1.8
25	Martigues Gare SNCF de Sainte Croix	1.0	2.3	2.4
26	Martigues Lavéra, square des Romarins	3.0	3.5	3.4
27	Martigues Les Cléments, allée des Cléments	1.2	2.3	2.8
28	Martigues Carro, Bd du Front de Mer	0.8	1.8	2.1
29	Martigues La couronne station	0.9	1.8	2.2
30	Martigues La Gatasse, station	0.9	1.4	1.7
31	Martigues Les Ventrons, station	0.8	1.7	1.9
32	Martigues l'Ile station	1.1	4.3	4.8
33	Cornillon Confoux Montée des Aires	0.4	1.1	3.9
34	Grans Cimetière	0.5	2.1	2.6
35	Salon Provence Pard d'activité de la Gandonne	0.6	2.4	3.7
36	Lançon-de-Provence Rue de l'Amouroy	0.5	1.4	1.9
37	St Chamas Le Verdelet, D15	0.4	0.6	2.0
38	St Chamas La Suriane, D10	0.5	1.0	1.3
39	Châteuneuf les Martigues La Mède, allée du Tavrenier	1.0	3.2	4.3
40	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède	0.8	1.9	2.1
41	Martigues St Julien, Chemin des Boules	0.7	1.9	2.0
42	Sausset les Pins Boumariel, av des Belges	0.8	2.2	2.5
43	Carry Le Rouet Square Général de Gaulle	0.7	2.6	3.9
44	Châteuneuf les Martigues Chemin de Valtrède, la Bastide Blanche	0.6	1.0	1.4
45	Châteuneuf les Martigues Route du Jaï	0.6	1.8	2.5
46	Berre l'Etang La Pointe	2.0	1.2	2.1
47	Berre l'Etang La Suzanne, D54	0.9	4.5	9.4
48	Berre l'Etang Les Acacias, D21	0.6	1.2	1.7
49	St Chamas Les Baïsses, D21	0.5	1.3	1.9
50	Lançon-de-Provence Col du Télégraphe, N113	0.4	0.9	1.3
51	Pélissane Rue Gambetta, Hôtel de Ville	0.6	2.8	3.5
52	Lançon-de-Provence Val de Sibourg, Bd du Mazet	0.5	1.3	2.4
53	La Fare les Oliviers Avenue Louis de Broglie	0.6	2.9	3.5
54	Berre l'Etang La Cassine, D21f	0.7	1.2	1.5
55	Berre l'Etang Station stade municipale	2.2	2.5	4.3

campagne du 3 au 17 juillet 2002 : résultats en µg/m ³					
54b	Berre l'Etang	Gare SNCF	5.0	1.8	2.5
55b	Berre l'Etang	Stade des Gordes	10.9	5.1	10.4
56	Berre l'Etang	Port de Plaisance	0.9	1.9	2.9
57	Marignagne	Chemin des Macreuses, ZI la Palun	0.8	1.8	2.4
58	Châteuneuf les Martigues	Impasse de l'Oratoire	0.7	2.1	2.6
59	Ensuès la Redonne	Le Val de Ricard	0.7	1.4	1.8
60	Carry Le Rouet	Av Général Leclerc	0.7	1.8	2.2
61	Ensuès la Redonne	La Redonne, Av Miette	0.5	1.2	1.7
62	Ensuès la Redonne	Chemin du Puit	0.8	2.4	2.8
63	Gignac la Nerthe	Place de Laure, allée de Laure	1.1	4.2	4.9
64	Marignagne	Le Carestier, rue Brousse Daussin	0.8	3.0	3.6
65	Marignagne	Résidence Jean Mermoz	0.8	3.6	4.0
66	Vitrolles	Les Salins du Lion, chemin des oiseaux	1.2	2.0	2.5
67	Rognac	Bd du Stade	1.0	3.6	4.1
68	Rognac	Barjaquets, allée des Cades	0.8	2.5	3.5
69	La Fare les Oliviers	Chemin de la Pomme de Pin à Favier	0.6	1.4	2.4
70	La Fare les Oliviers	D19, stand de tir du Castellans	ND	ND	ND
71	Coudoux	Rue des Ecoles	0.5	1.8	2.2
72	Velaux	La Bastide Bertin, parking tennis club	0.6	1.8	2.2
73	Velaux	Montée des Aires	0.5	1.5	1.9
74	Rognac	Chemin de Saragousse	0.7	1.2	1.6
75	Vitrolles	station	1.0	2.0	2.7
76	Vitrolles	Z.I Les Estroublans, 2 Avenue	0.9	3.7	3.4
77	Saint Victoret	Bd du Bassin	0.9	2.1	2.6
78	Le Rove	Impasse des Masets	0.8	2.1	2.5
79	Le Rove	D48 direction Niolon	0.7	1.1	1.5
80	Les Pennes Mirabeau	Carrière	ND	ND	ND
81	Les Pennes Mirabeau	Le Plan des Pennes, Beausoleil	0.8	1.9	2.7
82	Vitrolles	Les Pinchinades	1.0	3.5	4.2
83	Vitrolles	Valbacol	0.6	1.3	1.7
84	Aix en Provence	Arbois	ND	ND	ND
85	Ventabren	D10, Chemin de Roque Taillant	0.4	1.6	2.0
86	Eguilles	D10g, Chemin des Avocats	2.1	2.3	ND
87	Aix en Provence	D65d, La Mérindole	0.5	1.2	1.5
88	Cabriès	Auberge du Réaltor	0.6	1.8	2.3
89	Les Pennes Mirabeau	Ancien Chemin de Velaux	0.8	1.8	2.1
90	Les Pennes Mirabeau	Les Cadenaux, Collège J.Monod	0.8	1.7	2.0

campagne du 3 au 17 juillet 2002 : résultats en µg/m³

n° site	localisation	benzène	toluène	somme xylènes
91	Sainte Marie de la Mer Rue Jean Roche	0.7	3.1	3.5
92	Arles Albaron	0.3	1.0	2.3
93	Arles D35, Mas de la Galère	0.3	0.6	1.1
94	Arles Rue Maréchal Foch	0.5	2.7	3.0
95	Arles Rue du Président Wilson	1.0	5.7	6.2
96	Arles Rond Point des Arènes	0.6	3.2	3.7
97	Tarascon Rue Jean Gilles	0.5	2.9	3.6
98	Tarascon Parc du Château	0.5	2.0	2.3
99	Barbentane Place Village	0.8	5.5	5.8
100	Châteaurenard Place de la Mairie	0.6	3.7	4.4
101	Châteaurenard Avenue Estienne d'Orves	0.5	1.8	2.2
102	Saint Rémy de Provence Parking	0.7	3.8	4.1
103	Saint Rémy de Provence Rue Joseph d'Arbaud	0.4	1.3	1.5
104	Maussane Parking Office du tourisme	0.4	2.5	2.7
105	Saint Martin de Crau Place Georges Brassens	ND	ND	ND
106	Saint Martin de Crau Ecopôle, Av Lavoisier	0.2	0.6	0.8
107	Port Saint Louis D35, Mas de Rebatun	0.3	0.8	1.2
108	Port Saint Louis Av Pierre Gabrieli	0.3	2.8	1.7
109	Port Saint Louis Avenue du Port	ND	ND	ND
110	Eguières haut colline	0.5	1.5	1.9
111	Eguières Route de Sénas	0.6	2.2	3.1
112	Plan d'Orgon chemin	0.5	2.7	3.0
113	Sénas Place du 11 novembre	0.6	2.8	3.1
114	Sénas Cimetière	0.5	1.9	2.2
115	Salon de Provence Rue du Commandant Sibour	0.8	4.5	5.8
116	Salon de Provence rue Paul Arène	0.6	2.7	3.2
117	Salon de Provence Place Crousillat	1.1	4.8	5.6
118	Lambesc Av Fernand Julien	ND	ND	ND
119	Lambesc Place de la République	0.6	2.9	3.6